

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÔNICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTIMATIVAS DE HETEROSE E CAPACIDADES DE
COMBINAÇÃO EM CEBOLA PARA RESISTÊNCIA A RAIZ
ROSADA**

RICARDO LIMA DOS SANTOS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU – SP
Outubro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÔNICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTIMATIVAS DE HETEROSE E CAPACIDADES DE
COMBINAÇÃO EM CEBOLA PARA RESISTÊNCIA A RAIZ
ROSADA**

RICARDO LIMA DOS SANTOS

M. Sc. Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO AGENOR PAVAN
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrônômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU – SP
Outubro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S237e Santos, Ricardo Lima dos, 1984-
Estimativas de heterose e capacidades de combinação em
cebola para resistência a raiz rosada / Ricardo Lima dos
Santos. - Botucatu : [s.n.], 2013
xi, 64 f. : il., color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista. Fa-
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Marcelo Agenor Pavan
Coorientador: Norberto da Silva
Inclui bibliografia

1. Cebola - Melhoramento genético. 2. Heterose. 3. Hi-
bridação Vegetal. I. Pavan, Marcelo Agenor. II. Silva,
Norberto da. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ESTIMATIVAS DE HETEROSE E CAPACIDADES DE COMBINAÇÃO
EM CEBOLA PARA RESISTÊNCIA A RAIZ ROSADA”

ALUNO: RICARDO LIMA DOS SANTOS

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO AGENOR PAVAN
COORIENTADOR: PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. MARCELO AGENOR PAVAN



PROFA. DRA. ARLETE MARCHI TAVARES DE MELO



PROF. DR. PAULO TARCÍSIO DELLA VECCHIA



PROFA. DRA. RUMY GOTO



PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Data da Realização: 04 de outubro de 2013.

DEDICO

A minha irmã, Camila (*in memoriam*), meu eterno “bem”, que durante essa jornada nos deixou de maneira inesperada, repentina, permanecendo apenas as memórias da sua graciosa presença durante seus vinte e três anos de vida ao nosso lado. Amar-te-ei sempre, meu bem! E agora, em plano superior, sinto que sua felicidade ecoa e chega a nós na forma mais tênue do amor que sempre tivemos um pelo outro.

*“And I had a dream
I stood beneath an orange sky
With my sister standing by
With my sister standing by
I said Sister, here is what I know now
Here is what I know now
Goes like this..
In your love, my salvation lies
In your love, my salvation lies
In your love, my salvation lies
In your love, in your love, in your love”*

Alexi Murdoch

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Força e Fé para superar os contratempos encontrados durante essa caminhada.

Aos meus pais, Evaldo e Arlete pelo amor, pela confiança e apoio incondicional, sempre.

A Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho” e a Sakata Seed Sudamérica Ltda., representada pelo Dr. Rômulo F. Kobori, pela oportunidade de realização do curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan, pela orientação, apoio e pronto atendimento sempre.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Norberto da Silva, que despertou a minha paixão pelo melhoramento vegetal, desde o mestrado, demonstrando sempre ser um fervoroso profissional, com uma avidez contagiante pela busca do conhecimento.

Aos Fitopatologistas Dr. Ricardo Gioria, Dra. Kátia Brunelli e toda sua equipe, pela ajuda nas inoculações do agente causal da raiz rosada.

Aos amigos e parceiros de trabalho, especialmente do Setor de Melhoramento de Hortaliças 4: Éder Oliveira, Sr. Benedito Marques de Lima (Djalma), Sr. João Batista Oliveira, Geisa Eva Marques, Fábio Aparecido de Moraes, Alexssandro de Moraes (Tico), Lucas Guerrato e Ieda Aparecida Braz de Oliveira pela ajuda na condução do experimental.

A Dr. Paulo T. Della Vecchia, pelos incessantes ensinamentos na arte e ciência do melhoramento vegetal.

Ao professor Dr. Isaias O. Geraldi, pelos esclarecimentos com os modelos genético-estatísticos.

A ex-estagiária Thaísa Cantele (que se tornou grande amiga), pela ajuda na condução experimental e por estar sempre com os ombros disponíveis para os momentos mais tristes e com as mãos abertas para segurar um copo da mais gelada cerveja e darmos as melhores risadas.

A professora Romy Goto, pela amizade, exemplo de profissionalismo e paixão pela horticultura.

A todos os funcionários do Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – DPDI da Sakata Seed Sudamérica Ltda., pela compreensão e a ajuda durante esse período.

Aos funcionários da biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos.

A toda minha família pelo incentivo.

A todos que de alguma forma colaboraram para meu sucesso.

Minha sincera gratidão!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Linhagens parentais utilizadas no experimento com seus respectivos pedigrees e gerações. Bragança Paulista, SP - 2013.....	23
Tabela 2. Tabela dialélica 5 x 10 com 15 genitores resultantes em 50 híbridos F1. Bragança Paulista, SP - 2013.....	24
Tabela 3. Escala de notas utilizadas para avaliação de <i>P. terrestris</i> em raízes de cebola. Bragança Paulista, SP - 2013.....	26
Tabela 4. Escala de notas atribuídas ao vigor foliar. Bragança Paulista, SP – 2013.....	27
Tabela 5. Escala de notas atribuídas a arquitetura de planta. Bragança Paulista – SP, 2013.....	29
Tabela 6. Esquema de ANAVA, apresentando os quadrados médios para cada um dos parâmetros avaliados. Bragança Paulista, SP – 2013.....	30
Tabela 7. Esquema de ANAVA para capacidades geral e específica de combinação. Bragança Paulista, SP – 2013.....	33
Tabela 8. Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância com base na média das parcelas incluindo as testemunhas para: resistência a <i>P. terrestris</i> (RPT), vigor foliar (vigor), arquitetura foliar (arquitetura), número de folhas (Nº folhas), altura de folha (altura – cm), número total de bulbos (NTB) e peso total de bulbos (PTB - Kg). Bragança Paulista, SP - 2013.....	36
Tabela 9. Comparação entre médias relativas a: resistência a <i>P. terrestris</i> (RPT), vigor foliar (vigor), arquitetura foliar (arquitetura), número de folhas (Nº folhas), altura de folha (altura – cm), número total de bulbos (NTB) e peso total de bulbos (PTB). Bragança Paulista, SP - 2013.....	38
Tabela 10. Estimativas de Correlação de Pearson para caracteres associados a: resistência a <i>P. terrestris</i> , vigor foliar (vigor), arquitetura foliar (arquitetura), número de folhas (Nº folhas), altura de folha (altura – cm), peso total de bulbos (PTB) e número total de bulbos (NTB). Bragança Paulista, SP – 2013.....	40

Tabela 11. Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) para os grupos I e II e residual para: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de planas (altura - cm); número total de bulbos e peso total de bulbos (kg). Bragança Paulista, SP – 2013.....42

Tabela 12. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (gi) do grupo I relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de planas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013..... 44

Tabela 13. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (gj) do grupo II relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de planas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013..... 45

Tabela 14. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (Sij) dos híbridos relativa a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de planas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013.....47

Tabela 15. Estimativas da porcentagem de heterose em relação a média dos genitores (H_{mp}) relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de planas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013..... 50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Vista do campo experimental aos 60 dias após o transplante.
Bragança Paulista-SP, 2013..... 22
- Figura 2. Picnídios de *P. terrestris* com suas respectivas setas, característica típica do gênero *Pyrenochaeta*. Bragança Paulista-SP, 2013.....25
- Figura 3. Sintomas apresentados pelas raízes de acordo as notas subjetivas. Bragança Paulista-SP, 2013..... 27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Temperaturas médias mensais da Estação Experimental de Bragança Paulista durante o período experimental de Maio a Novembro de 2012, Bragança Paulista, SP-2013.....	35
--	----

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1 A Cebola.....	6
4.1.1 Origem e Botânica.....	6
4.1.2 Distribuição Geográfica e Melhoramento Vegetal.....	8
4.1.3 Fatores ambientais em cebola.....	9
4.2 Raiz Rosada – <i>Pyrenochaeta terrestris</i> (Hanses) Gorenz, Wlaker & Larso.....	11
4.2.1 Distribuição geográfica.....	12
4.2.2 Etiologia.....	12
4.2.3 Sintomatologia.....	14
4.2.4 Controle.....	15
4.3 Produção de híbridos de cebola e Heterose.....	16
4.4 Cruzamentos dialélicos.....	18
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.1 Localização Experimental.....	21
5.2 Linhagens Parentais.....	22
5.3 Obtenção dos híbridos – Técnica dos Cruzamentos.....	23
5.4 Isolado, técnicas de inoculação e avaliação da resistência a <i>P. terrestris</i>	24
5.5 Avaliação das características agrônômicas.....	28
5.6 Análises genético-estatísticas.....	30
5.6.1 Análise de variância.....	30
5.6.2 Análise dialélica.....	31
5.6.3 Heterose.....	33
5.6.4 Análises estatísticas.....	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
6.1 Médias dos caracteres e correlações em híbridos de cebola.....	34
6.2 Análise dialélica.....	41
6.2.1 Efeitos da Capacidade Geral de Combinação.....	43
6.2.2 Efeitos da Capacidade Específica de Combinação.....	46

6.3 Heterose.....	49
7. CONCLUSÕES.....	53
8. REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS.....	54

ESTIMATIVAS DE HETEROSE E CAPACIDADES DE COMBINAÇÃO EM CEBOLA PARA RESISTÊNCIA A RAÍZ ROSADA. Botucatu, 2013. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista.

AUTOR: Ricardo Lima dos Santos

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Norberto da Silva

1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar a magnitude da heterose e das capacidades de combinação em um cruzamento dialélico parcial em cebola (*Allium cepa* L.) visando à resistência a raiz rosada e inferir possíveis correlações entre a resistência e algumas características agrônômicas. O cruzamento dialélico parcial foi realizado utilizando dois grupos de linhagens parcialmente endogâmicas. O grupo I foi constituído de linhagens parentais femininas, macho estéreis, originárias de uma População Tropical Brasileira, selecionada para plantio no verão. O grupo II foi constituído de linhagens parentais masculinas, que em sua maioria são originárias de populações de cebola Crioula, obtidas por meio de autofecundações sucessivas e mantidas através de seleção massal dentro das linhagens. A resistência a raiz rosada foi avaliada por escalas de notas de 1 a 5. Avaliaram-se as seguintes características agrônômicas: vigor foliar, arquitetura foliar, número de folhas, altura de folha (cm), número total de bulbos e peso total de bulbos (Kg). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Houve ação dos efeitos aditivos para resistência a raiz rosada, verificando-se a magnitude de efeitos não aditivos em algumas combinações. Não houve correlação entre resistência a raiz rosada e peso total de bulbos, porém é possível realizar seleção intrapopulacional com as linhagens utilizadas no presente trabalho e obter híbridos com bom nível resistência a raiz rosada e boas características agrônômicas.

Palavras chave: *Allium cepa* L., resistência genética, hibridação, *Pyrenochaeta terrestris*.

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY ESTIMATIONS IN ONION FOR PINK ROOT RESISTANCE. Botucatu, 2013, 64p. Thesis (PhD in Agromony/Plant Protection)

- College of Agronomical Sciences. State University of São Paulo.

Author: Ricardo Lima dos Santos

Adviser: Prof. Dr. Marcelo Agenor Pavan

Co-adviser: Prof. Dr. Norberto da Silva

2. ABSTRACT

The objective of this work was estimate the heterosis and combining ability in a partial diallel crossing in onion (*Allium cepa* L.) aiming resistance to pink root and infer possible correlations of it with agronomic traits. The partial diallel was carried out between two groups of partly endogamic inbred lines. The group I consisted of parental male-sterile female inbred lines, originated from a Brazilian Tropical Onion Population selected for sowing during the summer. The group II consisted of parental male inbred lines, most of them originated from a Crioula population, obtained by successive self-pollinations and mass. The resistance to pink root was evaluated by a scale from 1 to 5. The following traits were evaluated: foliar vigor, foliar architecture, number of leaves, plant height (cm), total number of bulbs and total weight of bulbs (Kg). The experimental randomized block design with three replications was utilized. The additive effects for pink root resistance were found and non-additive effects were observed in some combinations. There were no correlation between pink root resistance and bulb total weight, but is possible to make intrapopulation selection with the inbred lines used in the current work and get hybrids with good level of pink root resistance and good agronomic traits.

Key-words: *Allium cepa* L., genetic resistance, hybridization, *Pyrenochaeta terrestris*.

3. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium Cepa* L.) é a terceira hortaliça em importância econômica no mundo e a terceira mais produzida no Brasil. Em 2012 a safra brasileira de cebola foi de 1.382.671 toneladas, em 56.220 hectares de área plantada, proporcionando uma produtividade de 24.5 t ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2013). A produtividade média por hectare ainda é baixa devido ao cultivo em grande parte de cultivares de polinização aberta, ou OP's, que proporcionam baixo rendimento, qualidade e ausência de resistência as principais doenças.

Com a descoberta do sistema de macho-esterilidade em cebola por Jones e Clarke (1943), a produção de híbridos se tornou viável, garantindo maiores rendimentos por hectare, cebolas de melhor qualidade e com resistência as principais enfermidades. Porém, o melhoramento genético de cebola é um processo moroso e a produção de híbridos adaptados às condições brasileiras ainda é escassa, devido ao restrito germoplasma tropicalizado, que se resume em três grandes grupos: Baia, Pêra Norte e Crioula.

Em consequência da produção de híbridos de cebola, pode-se explorar a heterose ou vigor híbrido, que por meio de combinações híbridas é possível estimar sua magnitude resultante da divergência de alelos favoráveis para determinada característica podendo-se estimar também as capacidades geral e específica de combinação, onde o modo de ação gênica pode ser determinado.

Dentre as principais doenças que ocorrem na cebola, destaca-se a raiz rosada, causada pelo fungo *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Goren, Walker & Larson. A doença é comum em todo mundo, principalmente em regiões de clima quente, sendo de grande importância nas regiões produtoras de cebola no Brasil. O fungo sobrevive no solo na forma de picnídios, clamidósporos ou em restos de cultura, penetrando diretamente nas raízes, tornando-as rosadas, impedindo a absorção de nutrientes, resultando em uma planta com menor vigor, bulbos enrugados e com tamanho fora do padrão comercial, causando perdas de até 80% na produção. O método de controle mais eficiente para o fungo é a utilização de cultivares resistentes.

A recente introdução de híbridos de cebola no Brasil ampliou o período de semeadura, possibilitando sua antecipação e, com isso, as semeaduras de cebola estão ocorrendo também para os meses mais quentes do ano, período que apresenta temperaturas mais altas e favoráveis ao desenvolvimento de *P. terrestris*, justificando o desenvolvimento de híbridos tropicalizados e com resistência a essa doença.

Estudos genéticos para estimar as capacidades de combinação e heterose na cultura da cebola são escassos, principalmente devido ao longo ciclo da cultura, que consome dois anos. Apesar das dificuldades, é de primordial importância um estudo genético básico, principalmente com o germoplasma com potencial de utilização em clima tropical, para direcionar a melhor forma de condução dos programas de melhoramento genético e, assim, aumentar sua efetividade.

Com o intuito de desenvolver híbridos tropicalizados ao mercado brasileiro com maior produtividade e resistência as principais doenças, foi iniciado um projeto de melhoramento genético, em 1985, pela empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda. Com as linhagens endogâmicas oriundas deste projeto em mãos houve a possibilidade de realizar a produção dos híbridos experimentais, em esquema de cruzamento dialélico parcial, para avaliar o desempenho das mesmas para resistência a raiz rosada, devido sua importância no País. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo estimar a heterose

e as capacidades de combinação em um cruzamento dialélico parcial de cebola visando a resistência a raiz rosada e inferir possíveis correlações com características agronômicas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A Cebola

4.1.1 Origem e botânica

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma espécie diploide ($2n=2x=16$) com número básico de cromossomos igual a oito (KALKMAN, 1984). É pertencente ao gênero *Allium*, que é distinto por apresentar uma série de espécies hortícolas, como *Allium fistulosum* L. (bunching onion), *Allium sativum* L. (alho), *Allium ampeloprasum* L. (alho porro), *Allium schoenoprasum* L. (cebolinha) e *Allium tuberosum* L. (cebolinha chinesa). Membro da família Alliacea, a cebola é originária de regiões de clima temperado, que compreendem o Afeganistão, Irã e antiga União Soviética, sendo cultivada a mais de 5000 anos e, possivelmente não existe mais na forma silvestre. As espécies mais próximas são o *Allium galanthum* L. e *Allium vavilovii* L., que ainda podem ser encontrados na sua forma silvestre nos centros de origem (GOLDMAN, et al. 2000; JONES, 1990).

Quanto às formas hortícolas, *A. cepa* L. é classificada em três grupos: grupo *Typicum* (Regel), que é a cebola comum; grupo *Aggregatum* (*Allium cepa* var. *aggregatum*) que possui bulbos compostos, inflorescência sem bulbilhos, podendo ser estéril ou não e com propagação quase que exclusivamente vegetativa e o grupo *Proliferum* (*Allium cepa* var. *proliferum*) com inflorescência composta por bulbilhos na parte aérea e a propagação realizada por estes (DEMASON, 1990; KILL et al. 2007).

O grupo mais consumido é o *Typicum* (Regel), que é a cebola comum. A parte utilizável é um bulbo tunicado, compacto, originado pela superposição de bainhas foliares carnosas, denominadas catáfilos. A camada mais externa constitui uma película seca, com coloração típica da cultivar (FILGUEIRA, 2000).

Apresenta germinação tipo epígea, caracterizada pelo desenvolvimento do cotilédone acima da superfície. As fases da germinação da semente de cebola constituem no desenvolvimento da raiz primária, verificando-se em seguida o desenvolvimento da folha cotiledonar que se dobra em forma de arco. Posteriormente, ocorre desdobramento da folha cotiledonar e o início do desenvolvimento da primeira folha verdadeira originária do ápice caulinar (BEWLEY & BLACK, 1994).

Após a emergência, há um período de crescimento lento, seguido de outro com rápido crescimento das folhas e raízes adventícias. A fase de desenvolvimento do bulbo ocorre, quando a taxa de crescimento das folhas decresce e as bainhas foliares e escamas do bulbo intumescem para formar o seu tecido de armazenamento (BREWSTER, 1994).

As folhas podem ser cerosas ou não. O conteúdo de cera foliar é dependente do par de alelos *Glossy* (GL) que em sua forma homozigota dominante (GLGL), denominada “non-glossy”, as folhas apresentam-se verdes opacas, mais cerosas. Na sua forma recessiva *ggl* as folhas não apresentam cerosidade e em dominância parcial *GlgL* apresentam uma cerosidade intermediária (JONES et al., 1944; MOLENAAR, 1984). As folhas apresentam disposição alternada, formando duas fileiras ao longo do caule. As bainhas foliares, onde as folhas se inserem, projetam-se acima da superfície do solo e formam o pseudocaule. O caule verdadeiro localiza-se abaixo do solo, sendo um disco achatado, situado na extremidade inferior do bulbo. (JONES E MANN, 1963). O caule emite raízes fasciculadas, pouco ramificadas, com maior concentração nos primeiros 30 centímetros do solo, concentrado em torno de 15 cm de raio do bulbo, podendo atingir até 80 cm de profundidade (MAGALHÃES, 1988). Para Fontes (1998) as raízes fasciculadas,

são pouco ramificadas, concentrando-se nos 30 cm superiores do solo. De acordo com Brewster (1994) as raízes de cebola não apresentam pêlos radiculares e quando ocorre o amadurecimento do bulbo, as raízes morrem.

O escapo floral da cebola é composto por uma inflorescência esférica 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 e um estilete. O ovário é súpero, com três lóculos. Os nectários se localizam na base dos estames e o néctar é acumulado entre os estames internos e externos. Quando ocorre a deiscência, o pistilo apresenta em torno de 1 cm e se torna receptivo quando atinge aproximadamente cinco centímetros de comprimento. As anteras emitem quase todo o pólen durante 9-17 horas, 26-36 horas antes que o estigma torne-se receptivo, caracterizando a dicogamia protândrica. A polinização é entomófila (MALUF, 1999).

4.1.2 Distribuição Geográfica e Melhoramento Vegetal

A partir do centro de origem, a cebola foi levada para Grécia e os romanos a introduziram em toda a Europa, por volta dos séculos XII e XIII. Mais tarde, no século XIX os europeus a introduziu no leste da Ásia. (FRISTSCH & FRIESEN, 2002). Na América, acredita-se que as primeiras introduções foram realizadas por Cristovão Colombo, nas Ilhas do Caribe, com a cultivar denominada tipo Bermuda de origem italiana, seguindo para o Norte dos EUA no século XVII (SWAHN, 1997).

Em 1925, é introduzida no sul do Texas a cebola do tipo Babosa, originária da Região de Valência, Espanha, sendo amplamente cultivada três cultivares: Yellow Bermuda, White Bermuda e Cristal Wax. A partir do tipo Babosa, a New Mexico Agricultural Experiment Station realizou uma seleção visando melhor formato, menor pungência e maior produtividade, lançando a cultivar Early Grano, substituindo as cultivares do tipo Bermuda, apesar da Early Grano apresentar baixa resistência à raiz rosada (*Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Goren, Walker & Larson), doença de grande importância no período.

Em 1945, por meio de um trabalho cooperativo entre United States Department of Agriculture (USDA) e a Texas Agricultural Experiment Station foi lançada a cultivar Excel, com resistência a raiz rosada, a partir de simples seleções na cultivar Yellow Bermuda; em 1947, foi lançada a cultivar Texas Early Grano 502 PRR, igualmente

com resistência a raiz rosada, transferida da cultivar Bermuda por meio de cruzamentos e seleções sucessivas com Excel (BREWSTER, 1994; CURRAH, 2002; FRISTSCH & FRIESEN, 2002).

No Brasil, a cultura da cebola teve início no século XVIII, com a chegada de imigrantes açorianos que colonizaram a região do Rio Grande do Sul (municípios de Mostardas, Rio Grande e São José do Norte). Essas introduções europeias foram selecionadas naturalmente pelos agricultores da região e pelo Dr. Floriano Guimarães, a partir de 1940, gerando o grupo Baía Periforme, que engloba populações de uma cebola portuguesa denominada Garrafal; o grupo Pêra Norte, que possivelmente é derivado de uma cebola Egípcia e um terceiro grupo surgiu, o denominado Crioula, provindo do cruzamento entre Baía Periforme e Pêra Norte, na região do Vale do Itajaí em Santa Catarina (BUZAR, et al. 2007; COSTA, 1997).

Os trabalhos do Dr. Floriano Guimarães auxiliaram, embasaram e estimularam várias empresas públicas e privadas, universidades, a iniciar programas de melhoramento genético de cebola a partir das cultivares introduzidas e adaptadas ao país, podendo-se citar a Estação Experimental Rio Grande (IPAGRO), lançando cultivares como Baía Jubileu, Norte 14, Rio Grande e Petrolini; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPFT) em Pelotas, com a cultivar Aurora; Esalq/USP com a série Pira, Composto Baía, Baía do Cedo; Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) com a cultivar Monte Alegre e UNESP, campus de Botucatu, com a cultivar Botucatu-150.

No Nordeste brasileiro, a cebola foi introduzida no final da década de 1940, nas regiões de Cabrobó e Belém do São Francisco, com predominância de cultivo no Vale do São Francisco, expandindo-se para a Bahia. Em 1972, a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) implantou um programa de melhoramento genético de cebola, lançando em 1980 cultivares mais adaptadas as condições tropicais brasileiras, a série IPA. Em relação a cebola roxa, acredita-se que sua introdução no Brasil deu-se a partir da Região Nordeste, trazida por povos africanos em séculos passados (COSTA, et al. 1997).

4.1.3 Fatores ambientais em cebola

A cebola é uma planta bienal, no primeiro ano ocorre a fase vegetativa (semente a bulbo), e no segundo ano a fase reprodutiva (bulbo a semente); o

fotoperíodo é o principal fator ambiental que influencia na fase vegetativa, já a temperatura tem maior significância para o período reprodutivo (LISBÃO et al., 1993).

Gadner e Allard (1920) foram os primeiros a constatarem que a cebola é uma planta de dias longos, necessitando de um fotoperíodo maior que o mínimo exigido para ocorrer a bulbificação e essa exigência é variável de acordo a cultivar, em diferentes latitudes, havendo interação com a temperatura.

Comumente, a cebola é classificada em cultivares de dias curtos (10-12h de luz), intermediários (12-13h de luz), longos (13-14h de luz - tipo mais comum cultivado nos Estados Unidos) e cultivares de dias muito longos, fotoperíodo maior que 14h luz, que são comuns no norte da Europa (BOSCH SERRA & CURRAH, 2002). Quando as condições ambientais não satisfazem a exigência da cultivar, pode ocorrer a formação contínua de folhas e a não bulbificação, denominando-se a planta de “charuto” (quando o fotoperíodo é menor que o mínimo exigido) ou bulbificação prematura (fotoperíodo excessivo), podendo ocorrer a bulbificação em bandejas ou canteiros. Essa bulbificação prematura 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 auxiliar essa bulbificação prematura (JONES & MANN, 1963, LISBÃO, et al., 1993).

Outros fatores ambientais que influenciam a bulbificação são o nitrogênio, a irrigação, o espectro de luz e concentração do fitocromo (Pfr). Deficiência de nitrogênio acelera a bulbificação e altas doses retardam a mesma, há um excessivo crescimento vegetativo (aumento do tamanho e número de folhas) retardando também a maturação. Em relação à irrigação, o excesso de água prolonga o desenvolvimento das folhas e também atrasa a maturação do bulbo. O espectro luminoso também é relevante para ocorrer a bulbificação, plantas de cebola exigem um espectro entre 660-730nm, que é o vermelho distante e a concentração do fitocromo é essencial, baixas concentrações do Pfr acarretam no atraso do desenvolvimento do bulbo (BREWSTER, 1990).

Para indução ao florescimento, a temperatura é o fator condicionante (vernalização), sendo a faixa de 9-13°C a ideal, observando-se acentuada produção de giberelinas antes da formação da inflorescência (CURRAH & PROCTOR, 1990; JONAS & MANN, 1963; BREWSTER, 1977). A resposta das plantas a vernalização depende da cultivar, da temperatura durante a vernalização e a duração do período em que a plantas são vernalizadas. No Brasil, somente algumas regiões específicas dos estados de

Santa Catarina e Rio Grande do Sul têm condições para produção de sementes sem a vernalização artificial dos bulbos (HODGES & RITCHIE, 1991; MULLER & CASALI, 1982).

No período de indução floral, ocorre uma interação entre temperatura e o fotoperíodo. Branca e Ruggeri (1994) avaliaram sete cultivares pertencentes ao grupo de dias curtos, incluindo Texas Grano 502; os autores observaram uma ineficiência no alongamento do escapo floral e na produção de sementes quando os bulbos foram submetidos a um fotoperíodo de 10h de luz; uma maior produção de sementes e melhor desenvolvimento do escapo floral foram verificados quando as cultivares foram submetidas a um fotoperíodo de 12,9h de luz diárias. Khokhar et al. (2007) observaram que fotoperíodos maiores, aumentam o número de flores na umbela resultando em um maior rendimento de sementes.

A resposta ao florescimento depende de uma série de fatores, entre eles, a cultivar, do clima do local de produção, da temperatura para a indução floral, da época de plantio, tamanho dos bulbos-mãe (que está diretamente relacionado com o rendimento de sementes) e idade fisiológica da planta (número mínimo de folhas para a planta se tornar responsiva aos fatores condicionantes para emissão o escapo floral. (HYUN et al.; 2009; MELO & RIBEIRO, 1990). Hyun et al. (2009) realizando um cruzamento entre duas cultivares, uma precoce para o florescimento e outra tardia, observaram na geração F2 que os bulbos foram tardios para o florescimento, indicando que essa característica pode ser determinada por um locus gênico dominante.

4.2 Raiz Rosada - *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson

Além dos fatores ambientais que influenciam no desenvolvimento da cebola, a espécie está sujeita a uma série de doenças que podem causar grandes perdas e danos, sendo limitantes para o cultivo em determinadas áreas. Dentre essas doenças, destaca-se o fungo de solo *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson, agente causal da doença comumente chamada de raiz rosada (MASSOLA, et al. 2005).

4.2.1 Distribuição Geográfica

O agente causal da raiz rosada foi relatado pela primeira vez por Thaubenhaus & Johnson (1917) no estado do Texas nos Estados Unidos, que observaram sua ocorrência em áreas onde o cultivo de cebola ocorria por dois anos consecutivos ou mais.

Atualmente a raiz rosada é de ocorrência mundial, principalmente em condições de clima tropical/subtropical, sendo relatada em países dos cinco continentes, que incluem: Argentina (Chaves & Erickson, 1960), Canadá, Egito (GORENZ et al., 1949), Grécia (Lascaris, 1986), Hong-Kong, Ilhas Maurício, Nova Zelândia, Paquistão, Reino Unido, Serra Leoa, Sudão (YASIN, et al., 1982), Austrália (COOK & DUBÉ, 1989), Venezuela (APONTE, 1972).

No Brasil a raiz rosada está amplamente distribuída nas principais regiões produtoras de cebola do Sul e Sudeste, sendo descrito pela primeira vez nos municípios de Ubá, Rodeiro e Guidoal em Minas Gerais (CHAVES & ERICKSON, 1960). Posteriormente foi relatada nos estados do Rio Grande do Sul (LUZ, 1967) e São Paulo (NODA et al. 1981). Na região Nordeste, a incidência e importância da raiz rosada têm aumentado de forma significativa nos últimos cinco anos, devido às condições ambientais serem favoráveis para o desenvolvimento do fungo durante a maior parte de cultivo do ciclo e o uso sucessivo do solo com cultivares suscetíveis, aumentando a densidade do inoculo no solo (MELO, 1989; NUNES & KIMATI, 1997; PINTO et al.; 1995).

4.2.2 Etiologia

Quando a raiz rosada foi relatada pela primeira vez por Thaubenhaus & Johnson (1917) a etiologia do patógeno ainda não estava esclarecida. Em 1919, Thaubenhaus afirmou que a doença era ocasionada pelo patógeno *Fusarium malli*.

Hansen (1929) isolou o patógeno e demonstrou que a raiz rosada não era causada por *F. malli*, mas por um fungo denominado *Phoma terrestris*. A divergência foi atribuída, porque rotineiramente quando se isolavam raízes de cebola infectada pelo fungo encontrava-se grande quantidade de *Fusarium* spp. (AWUAH & LORBERR, 1989). Porém Hansen não descreveu a produção de picnídios em detalhes e Gorenz et al. (1948) enquadrou o agente causal da raiz rosada dentro do gênero *Pyrenochaeta*, com o nome de

Pyrenochaeta terrestris, pois os picnídios do gênero *Phoma* são lisos, enquanto os picnídios de *P. terrestris* apresentam setas.

Na literatura, ainda se encontra *Phoma terrestris* como sinonímia de *Pyrenochaeta terrestris*. Recentemente, Samner (2008) afirmou que *Phoma terrestris* também é agente causal da raiz rosada, sendo *Phoma* e *Pyrenochaeta* referidos como agentes causais da doença. Alguns autores sugerem uma diferença de patogenicidade entre isolados de *P. terrestris*, no entanto não são consideradas raças, principalmente porque não há hospedeiros diferenciais conhecidos (GORENZ et al., 1949; KULIK, et al., 1960), apesar de alguns isolados do fungo serem patogênicos a outras plantas como pimenta, tomate, soja, trigo, melancia, pepino e berinjela (MAFFIA et al., 2002).

A capacidade patogênica de *P. terrestris* está associada a vários fatores, como a patogenicidade intrínseca do isolado; GORENZ et al. (1948) demonstraram diferentes níveis de patogenicidade entre 11 isolados de *P. terrestris*, os classificando em altamente patogênico, moderadamente patogênico e de baixa patogenicidade. Maranhão et al., (2007) observaram diferentes níveis de patogenicidade entre quatro isolados quando inoculados na cultivar Texas Early Grano 502.

No presente trabalho, o agente causal da raiz rosada será tratado como *Pyrenochaeta terrestris*, que é um fungo de solo, mitospórico, produz picnídios ostiolados, providos de setas, globosos, a subglobosos, com conídios unicelulares, hialinos, oblongo-ovóides, que medem 1,8-2,4 por 3,7-5,8µm. Os picnídios formam-se sobre as raízes ou escamas basais de plântulas ou plantas adultas de cebola. O micélio do fungo é septado, ramificado e hialino. Clamidósporos podem ser produzidos em meios de cultura e raízes de cebola (MASSOLA et al., 2005), porém, é bem conhecida a dificuldade em se obter conídios em quantidade suficiente para ser usado como inoculo (CAMARGO, 1988).

Vários fatores influenciam o desenvolvimento da raiz rosada, entre eles a densidade do inoculo e estresse ambiental, principalmente no solo, como temperatura, nível de umidade, nutrientes e grau de compactação (MARANHÃO & MARANHÃO, 2009).

Netzer et al. (1985) demonstraram uma correlação positiva entre densidade do inoculo no substrato e incidência da raiz rosada, que variou de 17,4% a 52%. Para temperatura, o intervalo ótimo para desenvolvimento da doença e do fungo em meio de cultura está entre 24°C e 28°C. Alta umidade no solo por longos períodos, predispõe a planta ao ataque do patógeno. (MASSOLA, et al. 2005). Kehr et al. (1962) mostraram que

níveis maiores de patogenicidade ocorrem em temperaturas entre 25°C e 28°C no solo. Pflieger & Vaughan (1971) também demonstraram a importância da temperatura do solo, onde em campo a severidade da doença é maior em temperaturas mais altas e decresce com temperaturas baixas.

O fungo pode sobreviver no solo por vários anos, na forma de picnídios, clamidósporos, hospedeiros alternativos e restos culturais (GABOR, 1997). O solo é considerado a fonte de inoculo mais importante e a disseminação por sementes não é conhecida. (KYNSEY, 2002). Katan et al. (1980) relata que o fungo pode ser disseminado por meio de bulbinhos, reinfestando o solo, porém o fungo não coloniza os catafilos internos do bulbo, não sendo uma importante fonte de disseminação.

4.2.3 Sintomatologia

P. terrestris infecta somente o sistema radicular de plantas de cebola, porém os prejuízos se manifestam em toda planta. As raízes afetadas apresentam com cor rosada característica, que com o progresso da doença tornam-se vermelhas, púrpuras e pretas, ocorrendo murcha e desintegração das raízes (HANSEN, 1929). Plântulas infectadas podem morrer e as que sobrevivem dão origem a bulbos pequenos e enrugados, havendo redução de até 80% do peso. Plantas doentes perdem a vigor, paralisam o crescimento, devido ao refreamento na absorção de nutrientes e água e a produção de toxinas denominadas pyrenocinas A, B e C, as folhas murcham, pois os vasos do xilema são ocluídos por uma substância semelhante a goma, amarelecem e começam a morrer, sendo facilmente arrancadas do solo (MASSOLA et al. 2005, SPARACE & MUDD, 1985; STRUCKMEYER et al. 1962).

A colonização dá-se início com a germinação dos conídios sob as raízes, produzindo hifas ramificadas que penetram inter e intracelularmente através do córtex. A pigmentação rosa, se restringe a hifa, embora possa ocorrer alguma difusão para os espaços intercelulares (KREUTZER, 1941). Os sintomas se manifestam entre 7 a 21 dias após a infecção. O fungo produz corpos de frutificação denominados picnídios na epiderme e nas células corticais. Após a morte das raízes, novos picnídios são formados, produzindo novos conídios que irão reiniciar o ciclo da doença (BABADOOST, 1990).

4.2.4 Controle

O controle cultural por meio da rotação de culturas por pelo menos três anos com plantas não suscetíveis ao fungo pode ser eficaz, aliando-se a remoção dos restos culturais, colheita e transplante dos bulbos em épocas adequadas, em condições desfavoráveis ao patógeno, uso de esterco ou qualquer prática que aumente o conteúdo de matéria orgânica no solo (MASSOLA, et al., 2005; BABADOOST, 1990).

A solarização também é eficiente para o controle de patógenos de solo em cebola, foi demonstrada primeiramente em Israel, em regiões de clima quente e com elevada concentração do inoculo no solo. A solarização reduziu entre 73% e 100% a incidência e severidade de raiz rosada nos primeiros 6-7 meses de cultivo (KATAN et al 1980). Hartz et al. (1969) cobriram o solo húmido com polietileno transparente (40 μ m) por 62 dias e obtiveram uma considerável redução da incidência de raiz rosada; porém essa prática é inviável para grandes áreas devido a grande gama de hospedeiros de *P. terrestris*, que engloba em torno de 45 gêneros (COLEMA & ELLERBROCK, 1997)

Em relação ao controle químico, não há registros de defensivos para raiz rosada no Brasil. Em Países como os Estados Unidos, trabalhos com fumigantes como o Dazomet e brometo de metila tem demonstrado efetividade na redução do inoculo de *P. terrestris* (PAGES & NOTTEGHEM, 1996). O controle biológico tem sido utilizado por meio de alguns produtos químicos a base de *Trichoderma* spp. e algumas espécies de bactérias no Sul da Austrália, porém nenhum artigo científico foi publicado confirmando os resultados (LAWRIE, 2001).

Além dos controles já citados, acrescenta-se o controle por meio da resistência genética, utilizando cultivares resistentes como a Excel, Yellow Bermuda, Beltsville Bunching (GORENZ et al. 1949) Cojumatlan (JONES, 1964) Barreiro, Baia Periforme, Granex, entre outras (MASSOLA et al. 2005).

Struckmeyer (1962) avaliou a cultivar suscetível Texas Grano 502 e as cultivares resistentes Hybrid 28 e Excel. Nas cultivares suscetíveis, o fungo colonizou todos os tecidos das raízes e os vasos do xilema; já as cultivares resistentes, apresentaram certa resistência a penetração ao fungo por meio das paredes celulares e por meio de pegs, que são distensões da parede celular que envolve a hifa. Pfler & Vaughan (1977) constataram a presença de substâncias fenólicas fungistáticas, sendo considerado um mecanismo distinto de defesa da cebola a *P. terrestris*. Para Thornton (1996) uma extensiva

substituição de raízes é a principal característica de cultivares resistentes a raiz rosada. Outro fator que pode diminuir a incidência da doença é a precocidade da variedade, colhendo em condições desfavoráveis ao patógeno (LEVY & GORNIK, 1991).

O primeiro estudo da herança da resistência do patossistema *A. cepa* L. x *P. terrestris* foi realizado por Jones e Perry (1956) que obtiveram mudas isentas de doença de cultivares resistentes e suscetíveis, em populações F1 e F2 de cruzamentos entre cultivares resistentes e suscetíveis e uma população retrocruzada para o genitor suscetível e transplantaram para solo infestado com *P. terrestris* observando os sintomas. Verificou-se duas classes fenotípicas, plantas resistentes e suscetíveis, e o teste do qui-quadrado (X^2) indicou que a resistência a raiz rosada era governada por um par de alelos recessivos.

Nichols et al. (1965) conduzindo ensaios em ambiente protegido, sob condições controladas e avaliação na fase de plântula obtiveram os seguintes resultados: quando se considerou duas classes de reação, resistente e suscetível, obtiveram na população F2 a segregação 1 resistente : 3 suscetíveis e a relação 1:1 no retrocruzamento da população híbrida resistente x suscetível para o genitor resistente. Quando considerado três classes de reações, obtiveram evidências de uma condição digênica recessiva e num retrocruzamento a relação 2 resistentes : 1 intermediário: 1 suscetível, indicando que um dos genes confere mais resistência que outro. Os autores observaram que o híbrido F1 entre uma cultivar resistente e outra suscetível, geralmente é tão suscetível quanto o parental suscetível e sugerem ser isto devido a genes modificadores.

Uma fonte conhecida de resistência a raiz rosada é bunching onion (*A. fistulosum* L.), a incorporação dessa resistência pode ser viável para melhorar as cultivares de cebola, de acordo o relato de Peffley & Hou (2000).

4.3 Produção de híbridos em cebola e Heterose

A hibridação representa uma técnica muito importante para o melhoramento de plantas, pois possibilita a recombinação da variabilidade existente, permitindo a obtenção de materiais geneticamente superiores (RAMALHO, et al. 1993).

Um novo paradigma foi estabelecido no cultivo de cebola no mundo com a descoberta do sistema de macho-esterilidade na cultivar Italian Red, por Jones e Clarke (1943) que permitiu a produção dos primeiros híbridos de cebola.

A macho-esterilidade em cebola (CMS) é denominada genético-citoplasmática, ou seja, é dependente dos efeitos de um par alelos nuclear e um fator citoplasmático. O par de alelos nuclear *MsMs* quando presente na forma dominante resulta em uma planta fértil e, na sua forma homozigota recessiva *msms* resulta em uma planta estéril quando combinado com o fator citoplasmático S. O citoplasma com o fator S, presente na mitocôndria, permite os genótipos *msms* expressar a esterilidade, porém quando a planta mãe possui o citoplasma normal N, resulta em uma planta fértil (BREWSTER, 1994; JONES & CLARKE, 1943).

Uma segunda fonte de CMS, o citoplasma T, foi descoberta na cultivar francesa Jaune Paille des Vertus por Berninger (1965). Schweiguth (1973) demonstrou que a macho-esterilidade desse tipo de citoplasma é restaurada por um par de alelos dominantes denominados *AA* somados a outros dois pares *BBCC* de ação independente. Uma terceira fonte foi identificada na cultivar holandesa Rijnsburger, inicialmente denominada citoplasma C, porém de acordo Harvey (2000) seria o mesmo tipo de citoplasma identificado na cultivar francesa Jaune Paille des Vertus. Van Der Meer & Bennekom (1969) observaram que a macho-esterilidade da cultivar Rijnsburger é quebrada em altas temperaturas, sendo um tipo de citoplasma instável para a produção de híbridos em programas de melhoramento.

A identificação dos tipos de citoplasma associados à macho-esterilidade em cebola tem sido favorecida com a aplicação de marcadores de DNA utilizando-se a PCR (*Polymerase Chain Reaction*) (ENGELKE et al., 2003; SATO, 1998; HAVEY, 1995) o que tem contribuído para a identificação de genótipos com citoplasma tipo S, que é estável altas temperaturas, facilitando a produção de híbridos.

Por meio de identificações de genótipos mantenedores (*Nmsms*) os primeiros híbridos com novos pedigrees foram produzidos nos EUA cruzando-se linhagens do tipo Grano com linhagens resistentes ao fungo *P. terrestris* (CURRAH, 2002). Diversos híbridos tornaram-se populares, sendo os primeiros introduzidos no Brasil os híbridos do tipo Granex, Granex 33, Granex 429, Mercedes, Princesa e Superex (MELO & BOITEUX, 2002).

Com a produção dos primeiros híbridos de cebola pôde-se explorar a heterose na cultura. A heterose é definida por Falconer (1981) como a superioridade ou vigor geral em híbridos F1 provindos de cruzamentos entre indivíduos geneticamente divergentes. A magnitude da heterose é dependente do acúmulo de alelos dominantes favoráveis no

híbrido, se as duas populações que estão sendo cruzadas diferem umas das outras para alelos favoráveis a uma determinada característica, a magnitude da heterose será proporcionalmente maior, o que é evidenciado pela fórmula básica: $F1 = \sum dy^2$, em que d é a magnitude da dominância e y é a diferença para as frequências alélicas dos locos gênicos existentes nas populações.

Uma das primeiras hortaliças em que o efeito da heterose foi demonstrado foi a cebola. Jones e Davis (1944) demonstraram grande depressão endogâmica em cebola e recuperação do vigor após o cruzamento entre linhagens. Desde então, a heterose em cebola vem sendo explorada há décadas (MALLIKARJUN, 2006).

No Brasil, há uma grande limitação para a produção de híbridos de cebola devido ao restrito germoplasma. A procura de híbridos de cebola tem aumentado em função da superioridade agrônômica desses em relação às cultivares de polinização aberta. Embora muitas vezes o híbrido não resulte em um material altamente heterótico, por serem feitos de linhagens parcialmente endogâmicas, a utilização do híbrido torna-se de grande importância no que se diz respeito à uniformidade obtida em relação a formato, coloração e maturação dos bulbos, que são características economicamente desejáveis em cebola (SANTOS JÚNIOR, 1993; RESENDE et al., 2003; MAY, et al., 2007).

Contudo, a utilização de híbridos no mercado nacional ainda é recente, sendo escassas informações referentes às respostas agrônômicas dos híbridos e das linhagens a serem utilizadas em cruzamentos. Assim, informações sobre caracteres agrônômicos e resistência/tolerância a doenças, incluindo a raiz rosada, são importantes na determinação de melhores híbridos e linhagens a fim de se obter maior ganho heterótico em cruzamentos (MALUF, 2001).

4.4 Cruzamentos dialélicos

O conceito de cruzamentos dialélicos foi apresentado por HAYMAN (1954) e GRIFFING (1956b) e representa uma técnica muito importante para o melhoramento de plantas, uma vez que possibilita prever o comportamento de híbridos de uma série de linhagens e a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novos genótipos, no qual é escolhido um grupo de linhagens autofecundadas, as quais são cruzadas entre si, fornecendo um máximo de p^2 combinações. O termo dialélico parcial tem

sido utilizado para expressar um conjunto de $p(p - 1)/2$ híbridos, resultantes do acasalamento entre p genitores (linhagens, cultivares, clones etc.) (CRUZ et al., 2004).

A análise de cruzamentos dialélicos é um método comumente utilizado na investigação de caracteres quantitativos no melhoramento vegetal. Sua utilização tem origem a partir do desenvolvimento dos conceitos de capacidades geral e específica de combinação, estabelecidos por SPRAGUE & TATUM (1942). O primeiro esquema de análise de variância para tabelas dialélicas foi apresentado por YATES (1947). Diversos métodos têm sido propostos, destacando-se os trabalhos desenvolvidos por Jinks & Hayman (1953), Hayman (1954), Griffing (1956a, b) e Gardner & Eberhart (1966).

O método de análise de Griffing (1956b) é o mais amplamente utilizado, devido a sua generalidade, uma vez que os parentais podem ser clones, linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, considerando-se ainda as facilidades de análise e interpretação (VIANA, 2000). Conforme a metodologia proposta por Griffing (1956), os genótipos distribuídos em uma tabela dialélica permitem a classificação de quatro métodos experimentais, descritos a seguir:

Método 1: são incluídos os parentais, o grupo de híbridos F1 e seus recíprocos (todas as p^2 combinações);

Método 2: são incluídos os parentais e o grupo de híbridos F1; $p(p + 1)/2$ combinações;

Método 3: são incluídos o grupo de híbridos 1 e seus recíprocos; $p(p - 1)$ combinações;

Método 4: é incluído apenas o grupo de híbridos F1; $p(p-1)/2$ combinações.

Uma adaptação do método 2, foi sugerida por Geraldi & Miranda Filho (1988) utilizando-se o modelo I (fixo), onde os genitores são deliberadamente escolhidos, permitindo estimar os efeitos da capacidade de combinação e obter erros padrões apropriados para as diferenças entre efeitos. Os genitores e híbridos F1's são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo de linhagens. Nesse modelo adaptado, faz-se o desdobramento da soma de quadrado dos tratamentos em soma

de quadrados para capacidade geral de combinação (CGC) dos grupos um e dois e para capacidade específica de combinação (CEC).

A capacidade geral de combinação (CGC) diz respeito ao comportamento médio de genitores numa série de combinações híbridas e está associada aos efeitos aditivos de alelos e às ações epistáticas do tipo aditivas (CRUZ & VENCOVSKY, 1989) que são de utilidade para indicação de genitores para uso em programas de melhoramento. Quanto mais altas forem essas estimativas, positivas ou negativas, determinado parental será considerado muito superior ou inferior aos demais incluídos no dialelo, e, se próximas de zero, seu comportamento não difere da média geral dos cruzamentos (CRUZ et al., 2004). Porém, deve-se ressaltar que dois genitores de elevada CGC nem sempre formarão a melhor combinação do dialelo (CRUZ & VENCOVSKY, 1989).

De acordo com Sprague & Tatum (1942), o termo capacidade específica de combinação (CEC) é utilizado para designar os casos em que certas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação ao esperado quanto ao desempenho médio dos dois parentais. Falconer (1981), também define CEC como sendo o desvio do desempenho médio de uma combinação particular em relação à média dos parentais envolvidos no cruzamento. Assim, baixas estimativas, positivas ou negativas de CEC significam que o comportamento de determinado híbrido é função da capacidade geral de combinação (CGC) de seus parentais; assim como valores absolutos altos de CEC indicam que algumas combinações são relativamente melhores e outras piores, com base na CGC (SPRAGUE & TATUM, 1942; CRUZ et al., 2004). Todavia, os efeitos da CEC enfatizam a importância de interações não aditivas resultantes da complementação gênica entre os parentais, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose (BASTOS et al., 2003). A análise dos efeitos CEC indica a direção dos desvios de dominância, de modo que se o parâmetro for negativo os desvios de dominância serão predominantemente positivos e vice-versa (CRUZ & VENCOVSKY, 1989). Porém a ausência de significância, no entanto, sinaliza que os parentais não apresentam entre si um apreciável grau de complementação gênica em relação às frequências dos alelos nos locos que apresentam dominância (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Para Cruz e Vencovsky (1989) a melhor combinação híbrida deve ser a que apresentar maior estimativa de CEC e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos genitores apresente elevada CGC.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização Experimental

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental de Bragança Paulista (EEBP) pertencente a empresa Sakata Seed Sudamérica Ltda. localizada no município de Bragança Paulista-SP (latitude 23°S, longitude 47°W e altitude de 850m) no período de maio de 2011 a novembro de 2012 (Figura 1).



Figura 1. Vista do campo experimental aos 60 dias após o transplante. Bragança Paulista-SP, 2013.

5.2 Linhagens Parentais

Para obtenção dos híbridos F1 experimentais foram cruzadas quinze linhagens (Tabela 1), divididas em dois grupos, constituídos de linhagens parcialmente endogâmicas com duas gerações de autofecundação, originárias do programa de melhoramento genético de cebola da Sakata Seed Sudamérica Ltda.

O grupo I, enumerado de um (1) a cinco (5) foi constituído de linhagens parentais femininas, macho estéreis, originárias de uma População Tropical brasileira, selecionada para semeadura no verão. O grupo II, enumerado de seis (6) a quinze (15) constitui as linhagens parentais masculinas, que em sua maioria são originários de populações de cebola Crioula, obtidos por meio de autofecundações sucessivas e seleção massal dentro de cada linha.

Tabela 01. Linhagens parentais utilizadas no experimento com seus respectivos pedigrees e gerações. Bragança Paulista, SP - 2013.

Número	Pedigree	Geração
1	População Tropical	S2
2	População Tropical	S2
3	População Tropical	S2
4	População Tropical	S2
5	População Tropical	S2
6	Crioula	S2
7	Crioula	S2
8	Crioula	S2
9	Crioula	S2
10	Crioula	S2
11	Crioula	S2
12	TN	S2
13	Crioula	S2
14	TB	S2
15	TB	S2

5.3 Obtenção dos híbridos - Técnicas de cruzamento

Os cruzamentos foram realizados pareando-se uma linhagem macho fértil (grupo II) com cinco linhagens machos estéreis (grupo I) em gaiolas protegidas com tela, e dimensão de 1x1 metros, totalizando dez gaiolas para produção dos 50 híbridos. Para realização dos cruzamentos, pupas de mosca doméstica (*Musa domestica*) foram liberadas quando os botões florais presentes nas umbelas iniciaram a deiscência das anteras aos 58 dias após o transplante.

Após os cruzamentos, as sementes foram submetidas a um processo de secagem, limpeza e armazenagem até a época adequada de semeadura. Foram obtidos cinquenta híbridos, seguindo o modelo de cruzamento dialélico parcial entre dois grupos, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Tabela dialélica 5 x 10 com 15 genitores resultantes em 50 híbridos F1. Bragança Paulista, SP – 2013.

♀/♂	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1x6	1x7	1x8	1x9	1x10	1x11	1x12	1x13	1x14	1x15
2	2x6	2x7	2x8	2x9	2x10	2x11	2x12	2x13	2x14	2x15
3	3x6	3x7	3x8	3x9	3x10	3x11	3x12	3x13	3x14	3x15
4	4x6	4x7	4x8	4x9	4x10	4x11	4x12	4x13	4x14	4x15
5	5x6	5x7	5x8	5x9	5x10	5x11	5x12	5x13	5x14	5x15

5.4 Isolado, técnicas de inoculação e avaliação da resistência a *P. terrestris*

O isolado de *P. terrestris* foi obtido junto a Empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda. Na figura 2 observam-se os picnídios providos de setas, característica intrínseca do gênero *Pyrenochaeta*.

Os 50 híbridos produzidos em esquema de dialelo parcial, seus genitores (15 linhagens parentais) e mais três testemunhas foram semeados em bandejas de 288 células foi realizada no dia 15 de maio de 2012. Aos 25 dias após a semeadura, realizou-se o retransplante das 68 populações de cebola (50 híbridos, 15 linhagens parentais e três testemunhas) para bandejas de 128 células contendo substrato infestado com $7,5 \times 10^5$ esporos de *P. terrestris*/grama de substrato. As testemunhas utilizadas foram Roxa Barreiro, relatada como resistente a *P. terrestris* por Noda (1981), Piraouro e IPA-11.

Após o retransplante, as bandejas com as mudas foram regadas com uma suspensão de $2,0 \times 10^5$ esporos/mL. As plântulas foram cultivadas em ambiente protegido a temperatura ambiente. A avaliação dos sintomas foi realizada 107 dias após a inoculação, com base na intensidade de cor das raízes (Figura 3), por meio de notas que foram atribuídas de acordo a tabela 3.

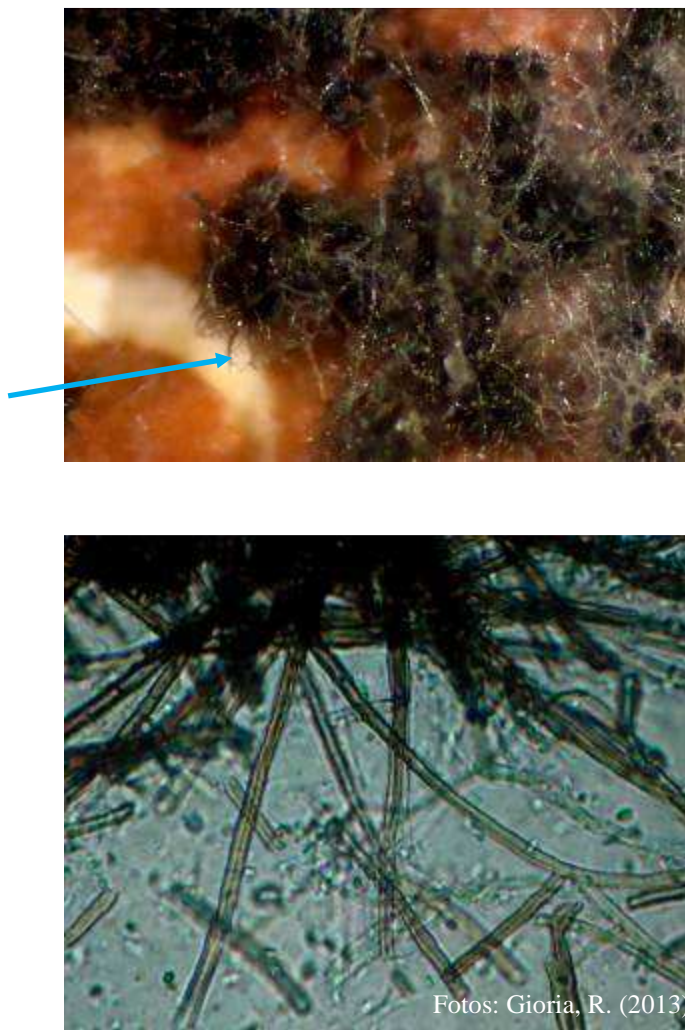


Figura 2. Picnídios de *P. terrestris* com suas respectivas setas, característica típica do gênero *Pyrenochaeta*. Bragança Paulista - SP, 2013.

Tabela 03. Escala de notas utilizadas para avaliação de *P. terrestris* em raízes de cebola. Bragança Paulista – SP, 2013.

Nota	% de infecção
1	> 75% de raízes com sintomas
2	> 50% e < 75% raízes com sintomas
3	> 25% e < 50% de raízes com sintomas
4	< 25% raízes com sintomas
5	0% de raízes com sintomas



Fotos: Santos, R.L. (2012)

Figura 3. Sintomas apresentados pelas raízes de acordo as notas da escala utilizada para avaliação. Bragança Paulista - SP, 2013.

5.5 Avaliações de características agronômicas

Após a avaliação dos sintomas de raiz rosada, as plântulas foram transplantadas a campo aberto, para canteiros com dimensões 1,20 x 50 m em espaçamento de 11 cm entre linhas e 6 cm entre plantas, constituindo 4 linhas por canteiro com 80 plântulas por repetição, totalizando três repetições por genótipo em delineamento de blocos ao acaso.

A adubação de base foi de 300 Kg/ha de Yorin Master[®] e Superfosfato Simples. A adubação de cobertura constituiu de 100 Kg/ha de Uréia e Sulfato de Amônio, 80Kg/ha de Sulfato de Potássio seguidas de 4 aplicações foliares de Micromix[®] + Boro. Os demais tratamentos culturais foram os rotineiros para a cultura.

A avaliação para resistência a raiz rosada foi realizada em 31 de agosto de 2012. Após a avaliação, as plântulas foram transplantadas e a colheita dos bulbos foi realizada em 20 de novembro de 2012.

As seguintes características agronômicas foram avaliadas:

a) Vigor Foliar: foi realizada uma avaliação visual para o vigor da planta, 60 dias após o transplante a campo, atribuindo notas de acordo a tabela 04:

Tabela 04. Escala de notas atribuídas ao vigor foliar. Bragança Paulista, SP - 2013.

Nota	Vigor Foliar
1	Planta sem Vigor foliar
2	Baixo Vigor foliar
3	Moderado Vigor Foliar
4	Bom Vigor Foliar
5	Excelente Vigor Foliar

b) Arquitetura de Planta: foi realizada uma avaliação visual para arquitetura de planta, 60 após o transplante a campo (Tabela 05):

Tabela 05. Escala de notas atribuídas a arquitetura de planta. Bragança Paulista – SP, 2013.

Nota	Arquitetura de Planta
1	Muito Prostrada
2	Prostrada
3	Intermediário
4	Ereta
5	Muito Ereta

c) Numero total de folhas: 60 dias após o transplante a campo foi realizada a contagem do número total de folhas de 20 vinte plantas por parcela, estimando-se a média de cada repetição.

d) Altura das folhas (cm): obtida aos 60 dias após o transplante a campo, pela medição entre o nível do solo e a extremidade da maior folha completamente desenvolvida, sendo 20 vinte plantas por parcela, estimando-se a média de cada repetição.

e) Número total de bulbos: realizada a contagem do número total de bulbos de todas as parcelas para cada tratamento.

g) Peso total de bulbos (Kg): a produtividade foi aferida em quilos com as parcelas colhidas para cada tratamento.

5.6 Análises genético-estatísticas

5.6.1 Análise de Variância

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso e a análise de variância (ANAVA) foi realizada de acordo a tabela 6, considerando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Sendo:

Y_{ij} = observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco

μ = média geral da população

t_i = efeito do i-ésimo genótipo (tratamento)

b_j = efeito do j-ésimo bloco (repetição)

e_{ij} = efeito do erro experimental

Tabela 06. Esquema ANAVA, apresentando os quadrados médios para cada um dos parâmetros avaliados. Bragança Paulista, SP – 2013.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Blocos	b-1	QM_B	
Tratamentos	t-1	QM_T	QM_T / QM_R
Resíduo	(t-1)(b-1)	QM_R	

sendo:

t = número de tratamentos (genótipos)

b = número de repetições

5.6.2 Análise dialélica

O modelo genético- estatístico adotado para a análise da capacidade de combinação, feita com base na média das repetições, seguiu o esquema (Tabela 7) e modelo de GERALDI & MIRANDA FILHO (1988) adaptado do método dois e modelo I de GRIFFING (1956), onde os genitores são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo de linhagens.

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2} (d_1 + d_2) + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = média do cruzamento envolvendo o i-ésimo genitor do grupo I e o j-ésimo genitor do grupo II;

μ = média geral do dialelo;

d_1, d_2 = contrastes envolvendo médias dos grupos I e II e a média geral;

\hat{g}_i = efeito da capacidade geral de combinação do i-ésimo genitor do grupo I;

\hat{g}_j = efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo genitor do grupo II;

\hat{s}_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação;

ε_{ij} = erro experimental médio;

As estimativas dos efeitos são dadas por:

$$\hat{\mu} = \frac{Y_T}{pq + p + q}$$

$$\hat{d}_1 = \frac{p + 2}{p(p + q + 4)} [Y_{(1)} - Y_{(2)} - (p - q) \mu]$$

$$\hat{d}_2 = \frac{q+2}{q(p+q+4)} [Y_{(1)} - Y_{(2)} - (p-q)\mu]$$

$$\hat{g}_i = \frac{1}{q+4} [Y_{i.} + 2Y_{i0} - 1/p (Y_H + 2Y_{(1)})]$$

$$\hat{g}_j = \frac{1}{p+4} [Y_{.j} + 2Y_{0j} - 1/q (Y_H + 2Y_{(2)})]$$

$$\hat{S}_{ij} = Y_{ij} - [m + \hat{g}_i + \hat{g}_j + 1/2(d_1 + d_2)]$$

Tabela 7. Esquema de ANAVA para capacidades geral e específica de combinação. Bragança Paulista, SP – 2013.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	pq + p + q - 1	SQ _{Tr}	QM _{Tr}	
Grupos (G1 vs G2)	1	SQ _G	QM _G	QM _G / QM _R
CGC – Grupo I	p-1	SQ _{CGCI}	QM _{CGCI}	QM _{CGCI} / QM _R
CGC – Grupo II	q-1	SQ _{CGCII}	QM _{CGCII}	QM _{CGCII} / QM _R
CEC	pq	SQ _{CEC}	QM _{CEC}	QM _{CEC} / QM _R
Resíduo	m		QM _R	

Sendo:

p: número de genitores do grupo I

q: número de genitores do grupo II

m: número de graus de liberdade associados ao resíduo

5.6.3 Heterose

Foi calculada a heterose dos 50 híbridos em relação à média dos genitores (H_{mp}) e os valores expressos em porcentagem ($H_{\%}$) através das seguintes fórmulas:

$$H_{mp} = [F1 - (P1 + P2)/2]$$

$$H_{\%} = H_{mp} / [(P1 + P2)/2] 100$$

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 2.

5.6.4 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a ANAVA, em seguida as médias dos híbridos experimentais foram comparadas com as das testemunhas pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. Os dados de contagem numérica e notas, para efeito de análises estatísticas foram transformados em $\sqrt{x + 0.5}$, de acordo procedimento preconizado por Steel e Torrie (1960). Visando estabelecer possíveis correlações (Pearson) entre os caracteres avaliados, foram determinados os coeficientes r , testados pelo teste t ($p < 0,05$). Segundo a fórmula:

$$r_{(x,y)} = \frac{\text{Cov}_{(x,y)}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Onde:

$r_{(x,y)}$ = correlação entre os caracteres X e Y;

$\text{Cov}_{(x,y)}$ = covariância entre os caracteres X e Y;

σ_x e σ_y = desvios padrão dos caracteres X e Y respectivamente

Para todas as análises genético-estatísticas foi utilizado o programa estatístico Genes (Cruz, 2006).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Médias dos caracteres e correlações em híbridos de cebola

A análise de variância com os componentes quadráticos, médias e respectivos coeficientes de variação para o teste de Dunnet está apresentada na tabela 8. Os quadrados médios dos tratamentos para todos os parâmetros avaliados foram significativos ao teste F a 5% de probabilidade, indicando que houve ao menos uma diferença entre o contraste de médias para cada característica avaliada.

Quanto a precisão experimental, pode-se considerar de média (20,54% para o peso total dos bulbos) a baixa (3,37% para resistência a *P. terrestris* - RPT). Essa oscilação deve-se as variações das condições ambientais não controláveis. De acordo Silva (2002) quando os quadrados médios são significativos e os coeficientes de variação são baixos, há indicação que houve variação genética entre os tratamentos.

Durante o período experimental, a temperatura manteve-se abaixo do ideal (Gráfico 1) para o crescimento de *P. terrestris*, que exige uma temperatura ótima para

desenvolvimento entre 24 e 28°C (MASSOLA et al., 2005) que por consequência atrasou em média 20 dias a avaliação e as plantas iniciaram a bulbificação nas bandejas.

Na tabela 9 encontram-se as comparações entre as médias dos híbridos, linhagens parcialmente endogâmicas e as testemunhas, Roxa Barreiro, Piraouro e IPA-11 para todos os parâmetros avaliados.

Gráfico 1. Temperaturas médias mensais da Estação Experimental de Bragança Paulista durante o período experimental de Maio a Novembro de 2012. Bragança Paulista, SP – 2013.

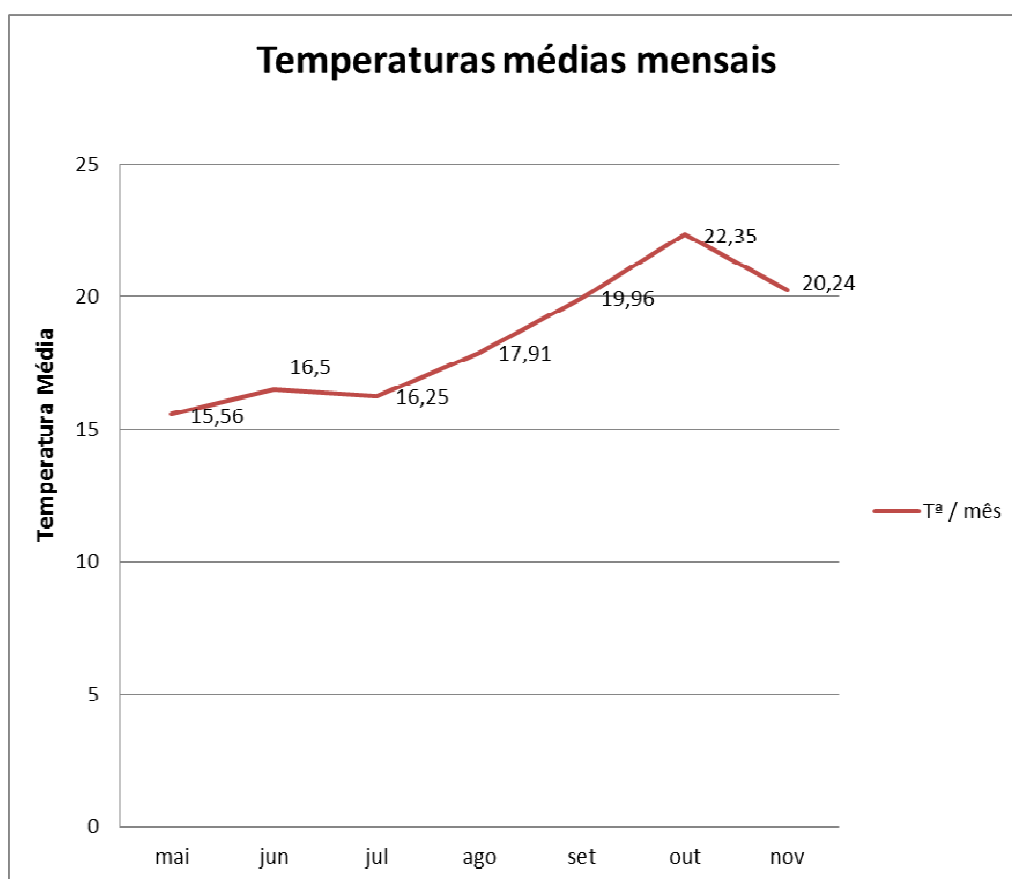


Tabela 08. Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância com base na média das parcelas incluindo as testemunhas para: resistência a *P. terrestris* (RPT), vigor foliar (vigor), arquitetura foliar (arquitetura), número de folhas (N° folhas), altura de folha (altura – cm), número total de bulbos (NTB) e peso total de bulbos (PTB - Kg). Bragança Paulista, SP - 2013.

FV	GL	Características						
		RPT (notas)	Vigor (notas)	Arquitetura (notas)	N° Folhas	Altura de Planta (cm)	NTB	PTB (Kg)
Blocos	2	0,005626	0,040673	0,025437	0,010273	135,859755	0,102032	1,777134
Tratamentos	67	0,235617*	0,158145*	0,044327*	0,068991*	94.039315 *	2.406934*	1,216029*
Resíduo	134	0,1407	0,25638	0,013123	0,17906	12,56682	0,190998	0,157683
Média		3,50	2,22	2,25	3,03	46,80	7,86	1,93
CV (%)		3,37	7,20	5,07	4,41	7,57	5,55	20,54

*Significativos a 5% de probabilidade

Para *P. terrestris* constatou-se um nível de resistência (RPT) superior às testemunhas em sete híbridos (2x7, 3x7, 3x15, 4x7, 4x8, 5x9, 5x13) destacando-se os três primeiros, por apresentarem nota superior a quatro (4), indicando que menos de 25% das raízes apresentaram sintomas da doença. A linhagem 12 também se destacou por apresentar média de 3,90 conferindo boa resistência ao patógeno em questão. Entre os demais híbridos avaliados, houve pequenas diferenças entre os contrastes de médias, não divergindo entre as testemunhas, com exceção da combinação híbrida 3x11, que apresentou mais que 50% de raízes infectadas.

A testemunha Roxa Barreiro é considerada uma das melhores fontes de resistência de acordo Noda (1981) que realizou ensaios para avaliar o nível de resistência de cultivares comerciais de cebola. Por meio do teste de Dunnet no presente trabalho, pode-se inferir que existem combinações híbridas que apresentaram superioridade em relação a essa testemunha para o nível de resistência a raiz rosada e uma linhagem, a número 12, representante do grupo II. Verificou-se superioridade dos híbridos anteriormente citados igualmente para as cultivares Pira Ouro e IPA-11, que são originárias do cruzamento entre Roxa Barreiro x Baia Periforme Precoce Piracicaba e Roxa Barreiro x Baia Periforme, respectivamente, a primeira selecionada na Região de Piracicaba e a segunda no Nordeste brasileiro, fundamentando a razoável resistência constatada no presente trabalho.

Em relação ao vigor, apenas um híbrido (1x7) e uma linhagem (7) foram superiores as testemunhas, porém houve uma correlação positiva entre resistência *P. terrestris* e vigor da planta (Tabela 10), indicando que, quanto maior o nível de resistência, maior o vigor, o que é evidenciado pela sintomatologia na parte aérea da planta, pois quando o fungo coloniza as raízes ocorre uma menor absorção de água e nutrientes, ocasionando murcha e perda do vigor (THORNTOM & MOHAN, 1996).

Para arquitetura foliar, a melhor média foi atribuída a linhagem 11, representante do grupo II e a segunda melhor média, foi atribuída ao híbrido (1x7), não se constatou correlação entre resistência a raiz rosada e arquitetura foliar, porém correlação positiva foi verificada entre vigor e arquitetura, em que as plantas mais vigorosas apresentaram-se mais eretas.

Tabela 09. Comparação entre médias relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT), vigor foliar (vigor), arquitetura foliar (arquitetura), número de folhas (Nº folhas), altura de folha (altura – cm), número total de bulbos (NTB) e peso total de bulbos (PTB). Bragança Paulista, SP - 2013

	RPT	Vigor	Arquitetura	Nº Folhas	Altura (cm)	NTB	PTB
População	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
<i>1x6</i>	3,46 ab	2,50 abc	2,37 abc	6,99 abc	52,53 abc	65,94 abc	2,68 abc
<i>1x7</i>	3,56 ab	2,74	2,46 abc	7,19 abc	60,53	67,21 abc	3,01 abc
<i>1x8</i>	3,51 ab	2,50 abc	2,41 abc	6,65 abc	50,40 abc	62,47 abc	3,05 abc
<i>1x9</i>	3,62 a	2,23 abc	2,23 abc	5,33 abc	49,80 abc	63,75abc	2,36 abc
<i>1x10</i>	3,51 ab	2,13 abc	2,32 abc	5,72 ab	49,07 abc	63,73 abc	2,42 abc
<i>1x11</i>	3,04 bc	2,13 abc	2,18 abc	6,53 ab	44,87 abc	39,77 c	1,30 ab
<i>1x12</i>	3,55 ab	2,41 abc	2,27 abc	6,69 abc	55,67 abc	58,06 abc	2,38 abc
<i>1x13</i>	3,34 abc	2,50 abc	2,37 abc	6,76 abc	53,20 abc	57,87 abc	2,61 abc
<i>1x14</i>	3,65 a	2,50 abc	2,32 abc	5,44 abc	44,10 abc	46,85 abc	1,90 abc
<i>1x15</i>	3,18 abc	2,13 abc	2,41 abc	6,93 ab	44,20 abc	60,25 abc	1,61 abc
<i>2x6</i>	3,59 ab	2,23 abc	2,37 abc	6,13 abc	44,40 abc	61,21 abc	2,26 abc
<i>2x7</i>	3,77	2,32 abc	2,23 abc	6,92 abc	49,40 abc	53,11 abc	1,95 abc
<i>2x8</i>	3,38 abc	2,32 abc	2,27 abc	6,12 abc	50,53 abc	62,79 abc	2,32 abc
<i>2x9</i>	3,19 abc	2,23 abc	2,32 abc	6,52 abc	42,33 bc	58,96 abc	2,14 abc
<i>2x10</i>	3,64 a	2,23 abc	2,28 abc	5,70 abc	46,00 abc	57,39 abc	1,98 abc
<i>2x11</i>	3,49 ab	1,99 abc	2,28 abc	7,06 ab	38,67	54,87 abc	1,05
<i>2x12</i>	3,66 a	2,23 abc	2,17 abc	6,39 abc	48,67 abc	64,87 abc	2,38 abc
<i>2x13</i>	3,40 abc	2,13 abc	2,28 abc	5,83 abc	45,67 abc	55,92 abc	1,91 abc
<i>2x14</i>	3,73 a	1,64	2,23 abc	5,46 abc	43,97 abc	49,03 abc	0,81
<i>2x15</i>	2,85 c	2,13 abc	2,28 abc	5,25 ab	41,07 c	36,95	0,75
<i>3x6</i>	3,23 abc	1,78 c	2,18 abc	6,77 ab	41,87 c	55,60 abc	1,12
<i>3x7</i>	4,15	2,32 abc	2,13 abc	6,97 abc	53,67 abc	54,24 abc	1,93 abc
<i>3x8</i>	3,18 abc	2,50 abc	2,37 abc	6,58 abc	49,00 abc	64,37 abc	2,77 abc
<i>3x9</i>	3,63 a	2,32 abc	2,37 abc	5,91 abc	48,27 abc	59,03 abc	2,43 abc
<i>3x10</i>	2,97 c	1,91 abc	2,13 abc	5,79 abc	45,00 abc	59,98 abc	1,88 abc
<i>3x11</i>	2,75	2,02 abc	1,97 ab	6,06 abc	39,67 c	44,15 abc	0,93
<i>3x12</i>	3,43 ab	2,13 abc	1,96 ab	4,72 abc	46,00 abc	52,16 abc	1,27 ab
<i>3x13</i>	3,58 ab	2,50 abc	2,46 abc	6,16 ab	48,00 abc	35,74	1,77 abc
<i>3x14</i>	3,49 ab	1,91 abc	2,28 abc	6,16 abc	44,90 abc	29,93	0,96
<i>3x15</i>	4,03	1,91 abc	2,13 abc	6,95 abc	36,83	8,47	0,45
<i>4x6</i>	3,41 ab	2,23 abc	2,41 abc	7,39 abc	51,47 abc	60,27 abc	2,79 abc
<i>4x7</i>	3,80	2,50 abc	2,27 abc	6,98 abc	60,20	52,84 abc	2,47 abc
<i>4x8</i>	3,74	2,32 abc	2,27 abc	6,92 abc	49,87 abc	62,16 abc	2,42 abc
<i>4x9</i>	3,55 ab	2,41 abc	2,18 abc	6,39 abc	48,00 abc	53,63 abc	1,87 abc

População	RPT	Vigor	Arquitetura	Nº Folhas	Altura (cm)	NTB	PTB
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
<i>4x10</i>	3,47 ab	2,23 abc	2,23 abc	7,57 abc	53,40 abc	67,70 abc	2,37 abc
<i>4x11</i>	2,86 c	2,22 abc	2,08 abc	6,46 abc	46,93 abc	47,41 abc	1,50 abc
<i>4x12</i>	3,43 ab	2,32 abc	2,41 abc	6,19 abc	48,13 abc	72,40 ab	2,73 abc
<i>4x13</i>	3,52 ab	2,41 abc	2,28 abc	7,19 abc	47,67 abc	62,47 abc	2,31 abc
<i>4x14</i>	3,47 ab	2,50 abc	2,28 abc	5,86 abc	46,60 abc	54,02 abc	2,05 abc
<i>4x15</i>	3,45 ab	2,32 abc	2,32 abc	6,63 abc	49,53 abc	61,83 abc	2,33 abc
<i>5x6</i>	3,48 ab	2,23 abc	2,32 abc	6,73 abc	44,03 abc	86,12	2,74 abc
<i>5x7</i>	3,73 a	2,23 abc	2,32 abc	6,50 abc	53,93 abc	58,68 abc	2,21 abc
<i>5x8</i>	3,57 ab	2,32 abc	2,28 abc	6,45 abc	45,13 abc	63,75 abc	2,35 abc
<i>5x9</i>	3,75	2,32 abc	2,23 abc	5,79 abc	48,13 abc	62,81 abc	2,19 abc
<i>5x10</i>	3,66 a	2,23 abc	2,23 abc	6,40 abc	48,93 abc	59,32 abc	1,74 abc
<i>5x11</i>	3,63 a	2,02 abc	2,13 abc	6,80 abc	47,43 abc	53,11 abc	2,22 abc
<i>5x12</i>	3,61 a	2,41 abc	2,32 abc	7,06 abc	54,87 abc	65,25 abc	2,43 abc
<i>5x13</i>	4,43	2,40 abc	2,08 abc	5,66 abc	51,20 abc	25,96	1,74 abc
<i>5x14</i>	3,69 a	2,23 abc	2,23 abc	5,70 ab	43,13 abc	36,01	1,25 ab
<i>5x15</i>	3,35 abc	1,99 abc	2,28 abc	5,91 ab	38,67	65,01 abc	3,22 c
<i>1</i>	3,51 ab	1,78 c	2,28 abc	5,83 abc	35,13	56,18 abc	1,54 abc
<i>2</i>	3,62 a	2,02 abc	2,28 abc	5,99 abc	42,20 c	53,14 abc	1,64 abc
<i>3</i>	3,54 ab	2,32 abc	2,32 abc	5,46 abc	39,73 c	62,50 abc	1,54 abc
<i>4</i>	3,56 ab	2,23 abc	2,28 abc	5,99 ab	41,67 c	60,61 abc	1,63 abc
<i>5</i>	3,59 a	2,13 abc	2,22 abc	6,19 abc	39,93 c	59,91 abc	1,52 abc
<i>6</i>	3,72 a	2,11 abc	2,27 abc	6,45 abc	40,53 c	52,95 abc	1,42 abc
<i>7</i>	3,69 a	2,74	2,23 abc	9,24 c	59,67 a	62,80 abc	2,72 abc
<i>8</i>	3,44 ab	1,88 abc	2,18 abc	7,26 abc	41,53 c	52,08 abc	1,37 ab
<i>9</i>	3,64 a	2,23 abc	2,23 abc	7,46 abc	44,13 abc	52,70 abc	1,71 abc
<i>10</i>	3,44 ab	1,64	1,96 ab	5,06 ab	36,13	47,81 abc	0,85
<i>11</i>	3,08 bc	1,91 abc	2,69	4,98 ab	38,33	37,94 c	0,66
<i>12</i>	3,90	2,32 abc	2,03 ab	7,99 c	50,73 abc	51,64 abc	1,64 abc
<i>13</i>	3,45 ab	2,41 abc	2,23 abc	7,46 abc	50,00 abc	51,56 abc	1,97 abc
<i>14</i>	3,72 a	2,50 abc	2,32 abc	7,05 abc	48,00 abc	60,27 abc	2,35 abc
<i>15</i>	3,56 ab	1,91 abc	2,13 abc	5,88 abc	39,80 c	38,27 c	0,85
Roxa							
Barreiro	3,46 a	2,23 a	2,23 a	6,05 a	51,40 a	59,04 a	2,14 a
Piraouro	3,30 b	2,23 b	2,13 b	6,19 b	50,80 b	58,00 b	2,18 b
IPA-11	3,12 c	2,13 c	2,32 c	7,44 c	47,67 c	51,68 c	2,34 c

*As populações seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Dunnett á 5%

**Médias originais

Tabela 10. Estimativas de Correlação de Pearson para caracteres associados a: resistência a *P. terrestris*, vigor foliar (vigor), arquitetura foliar (arquitetura), número de folhas (N° folhas), altura de folha (altura – cm), peso total de bulbos (PTB) e número total de bulbos (NTB). Bragança Paulista, SP – 2013.

	Vigor	Arquitetura	N° Folhas	Altura	Peso	NTB
RPT	0,238*	-0,0969	0,2751*	0,2684*	-0,143	0,1097
Vigor		0,3192**	0,5672**	0,7372**	0,3113**	0,6674**
Arquitetura			-0,0738	0,1429	0,2547*	0,3733**
N° Folhas				0,5765**	0,4905**	0,2279
Altura					0,6624**	0,3392**
Peso Total						0,6982**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

Para o número de folhas, maiores médias foram observadas nas linhagens 7 e 12 que não diferiram da cultivar IPA 11. As menores médias foram observadas nos híbridos 3x6, 3x13 e linhagens 10 e 11 que não diferiram entre si e entre as testemunhas Roxa Barreiro e Piraouro.

Uma correlação positiva entre resistência a *P. terrestris* e número de folhas foi observada, pois com a impossibilidade de desenvolvimento do sistema radicular, um menor número de folhas seria produzido. Correlação positiva foi observada também para altura de planta, em que os híbridos em destaque foram 1x7, 4x7 e a linhagem 7 foi superior as demais linhagens, híbridos, e as testemunhas Piraouro e IPA-11, sendo similar a Roxa Barreiro. Sirtoli (2010) verificou que com o atraso no transplante de mudas de cebola houve uma redução da altura das plantas, fato que ocorreu no presente ensaio.

Para o número total de bulbos, a combinação híbrida que apresentou maior média foi a 5x6 que foi superior a todos os tratamentos. As combinações com os menores números de bulbos foram a 2x15, 5x14, 3x13, 3x14, 5x13 e 3x15. Não houve uma correlação significativa entre a resistência a *P. terrestris* e número total de bulbos. Isso é explicável, porque durante o ensaio, nos dias 22 e 23 de outubro de 2012, houve grande precipitação no local, com registro de granizo, o que danificou algumas plantas e, muitas delas não retomaram o crescimento vegetativo. O que explica também a correlação positiva entre o vigor das plantas sobreviventes com o número e peso total de bulbos.

A combinação híbrida que apresentou maior peso foi a 5x15, que foi superior ao padrão de resistência Roxa Barreiro. Valores inferiores às testemunhas foram observados nos híbridos 3x6, 2x11, 3x14, 3x11, 2x14, 2x15, 3x15 e nas linhagens 10, 11 e 15. Considerando as temperaturas baixas durante o ensaio, à medida que se atrasa o transplante das mudas para o campo, o estímulo à bulbificação ocorre precocemente, com a planta ainda não tendo completado o seu período vegetativo. Essa interação resulta em bulbos com menor tamanho médio, e conseqüentemente em menor produtividade (FURLAN, 2004) o que foi constatado no presente trabalho justificando a não correlação entre resistência a *P. terrestris* e peso total dos bulbos.

6.2 Análise dialélica

A análise de variância do cruzamento dialélico com os respectivos quadrados médios e significâncias para todas as características avaliadas nos cinquenta híbridos e seus genitores correspondentes aos grupos I (1 a 5) e II (6 a 15) estão sumarizadas na tabela 11. Nota-se que houve significância ao nível de 5% de probabilidade para os quadrados médios dos tratamentos para a maior parte das variáveis avaliadas, com exceção para vigor de planta e arquitetura foliar.

Com o desdobramento da análise verifica-se que houve significância dos quadrados médios referentes a capacidade geral de combinação (CGC) para ambos os grupos I e II para número de folhas, altura de planta, número total de bulbos e peso total. Entre grupos, verifica-se que os quadrados médios do grupo I foram superiores ao grupo II, com exceção do número de folhas, evidenciando que o grupo I possui uma maior contribuição de efeitos aditivos para as variáveis avaliadas e que esse grupo pode ser explorado em programas de melhoramento intrapopulacional para obtenção de novos híbridos de acordo Cruz et al. (2004). Em relação a *P. terrestris* houve significância dentro de ambos os grupos, indicando a existência de linhagens que contribuíram aditivamente para a resistência ao patógeno.

Tabela 11 - Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) para os grupos I e II e residual para: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de plantas (altura - cm); número total de bulbos e peso total de bulbos (kg). Bragança Paulista, SP – 2013.

FV	GL	Características						
		RPT (notas)	Vigor (notas)	Arquitetura (notas)	N° Folhas (contagem)	Altura de Planta (cm)	N° Total de bulbos (contagem)	Peso Total de Bulbos (Kg)
Tratamentos	64	0,2374*	0,1651	0,0453	0,0701*	96,6131*	2,5105*	1,2601*
Grupos	1	0,0105	0,0009	0,0327	0,3747*	58,5357*	3,1865*	0,7641*
CGC Grupo I	4	0,3318*	0,2376	0,043	0,0797*	193,8916*	5,3583*	3,1068*
CGC Grupo 2	9	0,2987*	0,2466	0,1016	0,1273*	75,5561*	2,8522*	1,2747*
CEC IxII	50	0,2233*	0,1479	0,0356	0,0529*	93,3826*	2,2077*	1,1197*
Resíduo	128	0,1407	0,2637	0,1292	0,018	13,0617	0,1824	0,1524

*Significativo pelo teste F (P<0,05)

Em relação a capacidade específica de combinação (CEC), constatou-se significâncias dos quadrados médios para todas as características, com exceção para o vigor de planta e da arquitetura foliar, evidenciando que, além dos efeitos aditivos, efeitos do tipo não aditivos ou epistáticos também estão envolvidos nos parâmetros de resistência a *P. terrestris*, altura de planta, número total de e peso total bulbos.

6.2.1 Efeitos da Capacidade Geral de Combinação

Os efeitos das estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) para os grupos I e II estão apresentados nas tabelas 12 e 13 respectivamente.

Para resistência a *P. terrestris* houve uma variação de -0,1474 a 0,643 (amplitude de 0,7904) para o grupo I e de -0,1946 a 0,1506 (amplitude de 0,3452) para o grupo II, indicando que o grupo I apresenta linhagens mais divergentes entre si, destacando-se a linhagem 4 (0,643) com maior contribuição aditiva para resistência a raiz rosada.

Segundo Viana (2000) quanto maior for o efeito de CGC de determinado parental, maiores serão as frequências dos genes que aumentam a expressão do caráter e maiores serão as diferenças entre as frequências gênicas desse parental e as frequências médias de todos os parentais do dialelo. Considera-se ainda que o efeito da CGC é um indicador de superioridade do parental e sua divergência relativa entre os demais parentais. Partindo desse princípio, pode-se considerar que as linhagens 4e 15 foram as linhagens que apresentaram maiores contribuições gênicas aditivas para resistência a raiz rosada, indo de encontro aos resultados constatados no teste de Dunnet (Tabela 9), em que ao menos umas dessas linhagens foram parentais dos híbridos com maiores médias para RPT.

Para o número de folhas, houve uma variação de -0,0432 a 0,0472 (amplitude de 0,0904) para o grupo I e -0,09467 a 0,1237 (amplitude de 0,21837) para o grupo II, sendo valores pouco significativos para este parâmetro.

Em relação a altura de planta, a linhagem do grupo I com menor valor foi a 5 (-3,1219) e a maior a 4, com 1,8448 (amplitude de 4,3462) e para o grupo II, linhagem 10 (-2,2178) e a com maior magnitude (2,7304) a linhagem 7 (amplitude de 4,9482). Ambos os grupos podem ser explorados para desenvolver novas populações com maiores alturas de folha, destacando-se as linhagens 4 e 7, que contribuíram de forma significativa para esse

caráter também no teste de médias, nas melhores combinações híbridas (1x7 e 4x7) para esse parâmetro.

Para ao número total de bulbos (NTB) a linhagem 5 apresentou menor magnitude (-0,059) e a linhagem 1 a maior (0,2949) com amplitude de 0,358. Para o grupo II, maiores valores foram encontrados nas linhagens 7 e 9 (0,3462 e 0,3488 respectivamente) e a menor magnitude a linhagem 13 (-0,6856) com amplitude de 1,034. Esses parentais com maiores estimativas de CGC são potencialmente favoráveis quanto as suas contribuições em programas de melhoramento. O híbrido com maior NTB no teste de médias foi o 5x6, indicando uma possível capacidade específica de combinação para esse caráter somente no híbrido citado.

Tabela 12. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g_i) do grupo I relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de planas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013

	Características						
	RPT (notas)	Vigor (notas)	Arquitetura (notas)	N° Folhas	Altura (cm)	NTB (contagem)	Peso de bulbos (Kg)
1	0,0739	-0,0021	0,0315	0,0448	1,8376	0,2949	0,201
2	0,0154	0,0613	0,0218	0,0472	0,6638	0,2719	0,2686
3	-0,1474	-0,0613	-0,0512	-0,0365	-1,2243	0,035	-0,0210
4	0,6430	0,0884	-0,0026	-0,0123	1,8448	-0,0118	0,1000
5	-0,0062	-0,0823	0,0006	-0,0432	-3,1219	-0,059	-0,3595
EPg_i	0,0164	0,0709	0,0496	0,0185	0,4988	0,0589	0,0539

Tabela 13. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (gj) do grupo II relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de plantas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013.

Características							
	RPT (notas)	Vigor (notas)	Arquitetura (notas)	N° Folhas	Altura (cm)	NTB (contagem)	Peso de bulbos (Kg)
6	0,0525	0,0764	0,0532	0,0076	0,5007	0,2124	0,2261
7	0,0814	0,0621	0,0014	0,1237	2,7304	0,3462	0,2165
8	-0,1621	-0,1749	-0,0555	0,0171	-2,0548	-0,0849	-0,2780
9	0,0175	0,0558	0,0318	0,0712	1,0452	0,3488	0,2817
10	0,0277	-0,096	-0,0518	-0,093	-2,2178	0,1956	-0,1139
11	-0,1946	-0,0022	0,139	-0,0947	0,1044	-0,01255	-0,1135
12	-0,0153	-0,0147	-0,0374	0,0003	-1,0807	-0,0901	-0,2416
13	0,045	0,0367	-0,0287	-0,0178	-0,02104	-0,6856	-0,1987
14	0,0027	0,1433	0,0002	0,0522	2,223	0,1843	0,2157
15	0,1506	-0,0865	-0,0521	-0,0325	-1,04	-0,3012	0,0057
EP_{g_i}	0,0217	0,0938	0,0656	0,0245	0,6598	0,078	0,0713

No grupo I constatou-se uma maior contribuição aditiva das linhagens 1 (0,201) e 2 (0,2686) e a menor na linhagem 5 (-0,3595) e amplitude de 0,6281 para peso total de bulbos. Para o grupo II as linhagens 6, 7, 9 e 14 apresentaram magnitudes de 0,2261, 0,2165, 0,2817, 0,2157 respectivamente, com amplitude de 0,5597 indicando que estas podem contribuir aditivamente, de forma significativa, em um cruzamento visando obter híbridos de maior peso.

De acordo o teste de médias, a melhor combinação híbrida foi a 5x15, indo a desencontro com as linhagens de maiores magnitudes de g_i , assinalando uma possível capacidade específica de combinação para essa combinação em relação a peso total.

Ambos os grupos apresentaram elevadas amplitudes para o peso total de bulbos, indicando que a seleção entre e dentro dessas linhagens parcialmente endogâmicas pode proporcionar um ganho mais efetivo para esse caráter, pois segundo Cruz e Vencovsky (1989) genitores com maiores estimativas de g_i possuem maiores frequências de alelos

favoráveis para determinado caráter, indicando a importância de efeitos predominantemente aditivos que resultam em ganhos efetivos no processo de seleção.

6.2.2 Efeitos da Capacidade Específica de Combinação

As estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para todos os parâmetros avaliados estão sumarizadas na tabela 14. Para resistência a *P. terrestris* três combinações híbridas se destacaram, a 4x15, 1x13 e a 5x13, com magnitudes de S_{ij} (0,6989), (0,5182) e (0,4783) respectivamente, o que enfatiza a importância de interações não aditivas resultantes da complementação gênica entre os parentais, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose (BASTOS et al. 2003). O híbrido 4x15 além de apresentar elevadas magnitudes para S_{ij} foi obtido de parentais com elevadas estimativas de capacidade geral de combinação, sendo ambos os genitores os que mais se destacaram dentro de seus respectivos grupos para o caráter em questão. Para Cruz e Vencovsky (1989) a melhor combinação híbrida deve ser a que apresentar maior estimativa de CEC e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos genitores apresente elevada CGC.

As linhagens genitoras das combinações 1x13 e 5x13 não apresentaram elevadas magnitudes para capacidade geral de combinação, porém os híbridos demonstraram bom nível resistência a raiz rosada, provavelmente por essas linhagens serem geneticamente divergentes, proporcionando boa capacidade específica de combinação para o caráter. Vale ressaltar, que a combinação 5x13 foi a que apresentou maior nível de resistência de acordo o teste de Dunnet juntamente com as combinações 3x7, 3x15, 4x7, 2x7, 5x9, 4x8, designando ação de efeitos aditivos para esse caráter.

Tabela 14. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (Sij) dos híbridos relativa a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (Nº folhas); altura de plantas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013.

	Características						
	RPT (notas)	Vigor (notas)	Arquitetura (notas)	Nº Folhas	Altura (cm)	NTB (contagem)	Peso de bulbos (Kg)
<i>1 x 6</i>	-0,1819	0,203	0,0244	0,1183	3,6213	0,2339	0,3202
<i>1 x 7</i>	-0,0846	-0,0508	0,0761	-0,0604	-6,7416	-0,1961	-0,0902
<i>1 x 8</i>	-0,1955	-0,2698	-0,0562	-0,259	-4,4897	-0,1327	-0,7291
<i>1 x 9</i>	-0,1989	-0,0445	0,0888	-0,0026	2,0103	-0,2591	0,3746
<i>1 x 10</i>	-0,1375	0,1073	0,0831	0,0993	-2,1601	1,4106	0,7202
<i>1 x 11</i>	0,1608	0,5175	0,0246	0,1696	12,0176	0,6496	0,9898
<i>1 x 12</i>	0,1985	0,1153	-0,024	-0,0937	2,0695	-0,2964	0,058
<i>1 x 13</i>	0,5182	0,064	-0,1335	0,0521	5,4658	0,3768	-0,0017
<i>1 x 14</i>	0,2159	0,136	-0,0193	0,0983	9,5658	-0,5894	0,1272
<i>1 x 15</i>	-0,0107	0,0978	0,0834	0,058	6,5621	0,2873	0,0772
<i>2 x 6</i>	-0,0708	0,1397	0,0771	0,1036	2,6618	0,0403	0,6292
<i>2 x 7</i>	-0,2363	-0,0248	-0,0109	-0,0638	0,5655	-0,0731	-0,0912
<i>2 x 8</i>	-0,1862	0,3909	0,1395	0,0863	3,8173	0,4568	0,8467
<i>2 x 9</i>	0,1942	-0,0185	-0,0412	0,0003	1,5841	-0,1159	-0,0597
<i>2 x 10</i>	0,014	0,1333	0,0464	0,0712	0,1137	0,1378	0,2659
<i>2 x 11</i>	0,2863	-0,0498	-0,1907	0,1029	2,4581	0,4589	0,2755
<i>2 x 12</i>	-0,323	-0,0373	0,0784	-0,0981	-3,8234	0,1175	0,1837
<i>2 x 13</i>	0,0567	0,0007	0,1126	0,013	1,2396	0,7178	0,4307
<i>2 x 14</i>	0,0178	-0,0166	-0,1022	0,0069	-1,4605	-0,5119	-0,547
<i>2 x 15</i>	0,0645	0,1238	0,0004	0,0006	1,9359	0,5756	-0,0104
<i>3 x 6</i>	0,092	-0,1076	0,0608	-0,187	3,2165	0,3569	0,4745
<i>3 x 7</i>	0,1931	0,0126	0,0661	-0,0578	-2,0798	-0,1847	0,0474
<i>3 x 8</i>	-0,2367	-0,0684	-0,0239	-0,0383	1,7054	0,4154	0,4419
<i>3 x 9</i>	0,0804	0,0189	-0,0105	-0,031	7,0054	0,4653	0,3656
<i>3 x 10</i>	0,2668	0,1707	0,0691	0,0122	5,8017	0,0924	0,1378
<i>3 x 11</i>	-0,1375	-0,0291	-0,168	0,0003	-0,5872	-0,9824	-0,3026
<i>3 x 12</i>	0,1365	-0,1546	0,105	-0,1001	-5,602	0,0833	-0,431
<i>3 x 13</i>	-0,6671	-0,1739	-0,2124	-0,063	-5,4724	-0,0835	-0,5874
<i>3 x 14</i>	-0,5094	-0,0853	-0,1352	0,2123	-0,6391	-0,7125	-0,4318
<i>3 x 15</i>	0,1139	-0,0508	-0,0273	0,0743	3,1239	0,1747	0,4949
<i>4 x 6</i>	-0,083	0,0232	-0,0382	0,0357	6,7475	0,0399	0,1245
<i>4 x 7</i>	0,0014	-0,1413	-0,0885	0,0212	-2,4821	0,3407	0,1374

Características							
	RPT (notas)	Vigor (notas)	Arquitetura (notas)	Nº Folhas	Altura (cm)	NTB (contagem)	Peso de bulbos (Kg)
4 x 8	0,0083	-0,0103	-0,2468	-0,0326	-0,3636	-0,06	-0,4781
4 x 9	-0,1647	-0,0457	0,1196	-0,0409	-1,3303	0,7926	0,4156
4 x 10	0,0018	0,1955	0,1172	0,1886	8,6661	0,5147	0,5178
4 x 11	-0,0492	0,191	-0,0273	0,1706	4,6771	0,1726	0,6974
4 x 12	-0,1685	-0,1705	0,0564	0,0156	-1,671	0,2006	0,1223
4 x 13	-0,0488	0,1522	0,2263	-0,3213	-0,2081	-0,7033	-0,0574
4 x 14	-0,0578	-0,0438	0,0188	-0,075	-2,9747	0,3522	0,0682
4 x 15	0,6989	0,1753	-0,1262	0,1783	3,8216	-1,9708	-0,2918
5 x 6	0,0842	0,2833	0,009	0,1123	0,1475	-0,1566	0,104
5 x 7	0,1353	-0,5645	-0,032	-0,1901	-2,2154	-0,1328	-0,9764
5 x 8	0,1388	-0,0515	0,0713	0,019	3,5031	-1,2333	-0,3319
5 x 9	-0,0575	0,3038	-0,016	0,1301	2,1031	0,2118	0,1984
5 x 10	0,1556	0,1876	0,0213	-0,0084	1,8994	-0,9836	-0,2093
5 x 11	-0,1354	-0,0122	0,0125	-0,0527	0,6438	1,0987	0,1536
5 x 12	-0,6414	0,0003	0,0532	-0,145	-1,3043	-0,6195	-0,5782
5 x 13	0,4783	-0,263	-0,1026	0,0194	-6,4081	-3,1931	-0,9179
5 x 14	-0,054	0,0376	0,0586	-0,1124	3,8586	0,8899	0,5477
5 x 15	-0,3139	-0,0659	0,0679	-0,0607	-0,3745	1,5753	1,6477
EP(Sij)	0,0563	0,2696	0,1887	0,0705	18,976	0,2243	0,205

Para o número de folhas, a maior S_{ij} foi para o híbrido 0 3x14 (0,2123), porém apresentou baixo nível de resistência a raiz rosada. Em relação a altura de planta nota-se uma grande variação entre os tratamentos, sendo as combinações híbridas que mais se destacaram foram 1x11 (12,076), 1x14 (9,5658), 3x9 (7,0054) e 4x10 (8,6661). Todas essas combinações apresentaram magnitudes positivas para resistência a raiz rosada indicando que os efeitos não aditivos também são importantes para esse caráter. A combinação 5x13 apresentou razoável magnitude de S_{ij} para resistência a doença e baixas estimativas para altura da planta (-6,4081), porém, uma planta mais compacta cultivada em condições adequadas é desejável, pois facilita o manejo da lavoura.

As maiores estimativas para o número total de bulbos foram encontradas nas combinações 5x15 (1,5753) e 1x10 (1,4106), que apresentaram magnitudes negativas para resistência a *P. terrestris*. Para o peso, as maiores magnitude foram encontradas no híbrido 5x15 (1,6477), seguido por 1x11 (0,9898), apesar de não ter verificado uma

correlação positiva entre resistência a *P. terrestris* e número total e peso total bulbos, nota-se que ao menos um dos parentais apresentou efeitos de CGC positivos, evidenciando ação gênica aditiva.

6.3 Heterose

Os valores das estimativas para heterose em relação à média dos genitores em porcentagem são apresentados na tabela 15. Para resistência a *P. terrestris* houve uma variação de -23,303 a 24,497%, essa maior porcentagem foi verificada na combinação híbrida 4x15, indo de encontro aos resultados observados nas capacidades geral e específica de combinação. De acordo Costa (2006) os valores das estimativas de capacidade específica de combinação são diretamente proporcionais a heterose, uma vez que a média dos híbridos pode ser determinada a partir da somatória da média geral aos efeitos de CGC e CEC. As combinações híbridas 1x13 e 5x13, apresentaram uma heterose positiva de 19,348% e 14,475%, respectivamente, confirmando que os efeitos não aditivos também estão envolvidos na resistência a raiz rosada. Valores negativos de heterose foram verificados nas combinações 5x12 (-23,843), 3x13 (-21,446) e 3x14 (-21,303) indicando baixa resistência a *P. terrestris* para essas combinações específicas.

Tabela 15. Estimativas da porcentagem de heterose em relação a média dos genitores (H_{mp}) relativas a: resistência a *P. terrestris* (RPT); vigor foliar (vigor); arquitetura foliar (arquitetura); número de folhas (N° folhas); altura de plantas (altura - cm); número total de bulbos e peso total (kg). Bragança Paulista, SP – 2013.

	RPT (Notas)	Vigor (Notas)	Arquitetura (Notas)	N° folhas (Contagem)	Altura (cm)	NTB (Contagem)	Peso Total (Kg)
	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)
1x6	-4,18	28,69	4,16	6,99	38,85	9,30	80,66
1x7	-0,32	-1,06	5,13	-3,19	-6,32	1,38	6,02
1x8	-6,98	-2,89	-2,16	-8,82	9,21	1,27	-22,70
1x9	-4,60	11,37	7,13	1,83	29,85	4,90	71,31
1x10	0,24	30,75	9,64	8,26	23,57	26,93	128,70
1x11	7,99	48,29	-1,03	11,02	64,79	18,70	172,92
1x12	1,89	13,31	3,72	-4,92	15,06	-0,68	22,56
1x13	19,34	10,88	-5,49	0,71	26,07	0,34	10,07
1x14	5,25	16,93	-1,18	5,77	44,82	-4,43	27,27
1x15	5,61	20,97	5,43	5,65	43,95	11,15	85,21
2x6	-4,27	21,08	6,04	6,88	21,83	7,96	99,56
2x7	-7,65	-2,38	0,85	-2,96	-0,78	3,90	6,73
2x8	-9,90	28,13	6,17	2,81	17,03	9,92	84,23
2x9	3,07	9,18	0,93	2,28	15,52	7,83	44,47
2x10	1,22	26,91	7,45	7,68	15,23	11,60	88,75
2x11	8,10	13,47	-10,09	9,07	23,67	17,43	105,21
2x12	-15,10	2,82	8,03	-4,72	-8,89	5,68	30,75
2x13	2,68	4,78	4,99	-0,20	4,70	5,78	34,87
2x14	-3,40	6,66	-5,20	3,14	6,43	-2,53	-6,27
2x15	4,36	18,01	1,23	4,07	17,39	16,40	76,40
3x6	-3,17	-4,03	1,09	-6,19	22,25	4,84	63,51
3x7	0,78	-11,73	0,00	-5,85	-7,44	-4,03	-6,74
3x8	-14,93	-8,92	-5,41	-4,51	10,74	2,27	29,73
3x9	-3,43	-1,96	-1,94	-1,98	27,34	7,98	45,64
3x10	5,01	12,75	3,94	2,05	28,99	3,69	45,88
3x11	-8,26	0,39	-12,93	1,88	14,94	-9,64	18,48
3x12	-6,18	-14,35	4,74	-7,96	-14,51	-1,72	-34,03
3x13	-21,45	-14,62	-13,54	-5,90	-11,59	-11,16	-46,72
3x14	-21,30	-8,10	-10,71	6,56	6,99	-11,38	-22,57
3x15	2,39	-4,60	-4,34	3,15	19,27	3,20	86,03
4x6	-2,43	11,05	-0,08	3,97	35,44	1,10	55,72
4x7	1,06	-10,14	-3,67	-0,98	-3,94	2,38	9,577
4x8	-2,14	3,35	-12,24	-1,77	10,57	-3,48	-15,11
4x9	-4,63	4,00	6,99	0,27	12,19	12,29	62,95
4x10	3,19	24,58	9,64	11,25	41,04	9,27	95,71
4x11	0,50	20,59	-4,49	10,89	33,00	5,91	127,8
4x12	-8,93	-6,61	5,87	-1,76	-1,15	-0,10	16,82
4x13	1,99	7,69	8,95	-11,89	4,72	-18,84	-1,48
4x14	-3,29	1,88	-1,00	-0,23	6,32	1,56	16,24
4x15	24,49	15,77	-5,61	9,58	25,69	-25,25	40,40
5x6	-0,22	18,05	3,48	2,85	9,61	-8,28	28,96
5x7	2,33	-32,62	0,29	-10,71	-11,71	-9,96	-61,79

	RPT (Notas)	Vigor (Notas)	Arquitetura (Notas)	Nº folhas (Contagem)	Altura (cm)	NTB (Contagem)	Peso Total (Kg)
	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)	H(%)
5x8	-0,89	-4,49	3,55	-3,52	10,22	-25,15	-33,56
5x9	-4,05	14,73	2,47	2,32	10,86	-1,87	26,67
5x10	5,07	18,59	6,76	0,35	13,40	-16,94	4,91
5x11	-4,69	5,24	-1,58	-0,94	12,94	10,90	47,26
5x12	-23,84	-4,39	7,36	-10,20	-9,41	-17,37	-52,53
5x13	14,47	-15,61	-4,22	-4,09	-18,08	-57,15	-74,02
5x14	-5,56	0,35	2,18	-4,93	12,66	1,35	20,58
5x15	-6,38	-1,58	4,74	-2,36	-3,01	14,74	171,63
EP	0,08	0,01	0,25	0,09	2,55	0,30	0,27

Para o vigor foliar, houve uma variação nas porcentagens de heterose de (-32,62%) na combinação híbrida 5x7 e (48,293%) na 1x11. Em relação a arquitetura foliar, menores porcentagens de heterose foram verificadas nas combinações 3x13 (-13,549%) e 3x11 (-12,938%), ambos os caracteres corroboram os resultados obtidos na capacidade específica de combinação. O ideal é que as plantas tenham o maior número possível de folhas eretas para interceptar melhor a incidência da luz e proporcionar melhor sanidade das plantas (KURTZ et al., 2012).

A heterose para o número de folhas variou de -11,897% na combinação 4x13 a 11,258% no híbrido 4x10, evidenciando que não há uma grande diversidade genética entre as linhagens parcialmente endogâmicas utilizadas nos cruzamentos. Um menor número de folhas pode ser favorável para regiões em que há problemas com *Trips tabaci*, pois ocorre um menor ângulo entre as folhas centrais, reduzindo a área de proteção para o inseto, acarretando a não preferência pelas plantas e com isso diminuindo a infestação (LOGES, et al. 2004), porém esse menor número de folhas deve ser acompanhado de uma alta resistência e elevada produtividade. Plantas com menores números de folhas obtém-se um menor rendimento o que pode ser explicado pela menor área fotossintética e principalmente devido ao fato do bulbo ser formado pelo acúmulo de reservas na base da bainha de cada folha correspondente. Assim quanto maior a quantidade de folhas maior será o número de bainhas que sofrem engrossamento pelo acúmulo de reservas, aumentando o tamanho do bulbo (KURTZ et al., 2012). Para altura de plantas verificou-se uma variação entre -18,008% na combinação 5x13 a 64,791% no híbrido 1x11, demonstrando grande divergência genética para esse parâmetro.

Para o número total de bulbos a melhor combinação heterótica foi observada no híbrido 5x15 (14,74%) e a menor -57,157% na combinação 5x13. Maiores estimativas heteróticas foram observadas para peso total também no híbrido 5x15 (171,634%) e a menor -74,023% no 5x13. Abubakar & Ado (2008) avaliaram a heterose para produtividade de bulbos de cebola e observaram heterose negativa, que variou entre -72,97% a 17,26%. Grande variação para heterose também foi observada por Evoor et al (2007) para produtividade, onde a heterose variou de -30,41% a 45,31%. Faria et al. (2012) relataram alta heterose para produtividade no cruzamento entre linhagens do tipo baia no estado do Paraná, com uma heterose média de 52%.

Em termos gerais, observaram-se efeitos predominantemente aditivos para resistência a raiz rosada, havendo combinações específicas com alto potencial heterótico como a 4x15. Apesar de não ter sido verificado uma correlação positiva entre resistência a raiz rosada e peso total de bulbos, pode-se verificar que os híbridos com os maiores níveis de resistência (5x13, 3x7, 3x15, 4x7, 2x7, 5x9, 4x8), apresentaram um peso total de bulbos que não diferiu da principal testemunha, a Roxa Barreiro, como foi demonstrado anteriormente na tabela 10.

A linhagem 12 apresentou maior média para resistência a raiz rosada, porém apresentou valores negativos de capacidade geral de combinação para todas as características avaliadas, exceto para número de folhas. Isso se explica pelo fato da linhagem em questão ser proveniente de uma população contrastante quando comparada com as demais, sendo provavelmente diferentes genes que atuam na resistência ao patógeno.

Duas combinações híbridas obtiveram destaque por reunir similar resistência a raiz rosada e maior peso quando comparada a Roxa Barreiro, principal testemunha. Essas combinações foram a 1x7 e 1x8, que apresentaram capacidade específica de combinação e heterose negativa para as duas características citadas, porém com bons valores de médias destacando-se a elevada capacidade geral de combinação para a linhagem 1, 7 e 8 assinalando a ação dos efeitos aditivos e a possibilidade de obtenção de híbridos com bom nível de resistência a raiz rosada e elevada produtividade por meio de seleções intrapopulacionais.

7. CONCLUSÕES

Nas condições e de acordo o modelo genético-estatístico que foi adotado pode-se concluir:

- Efeitos aditivos e não aditivos contribuíram para resistência a *P. terrestris*.
- É possível produzir um ou mais híbridos com bom nível resistência a raiz rosada e boas características agronômicas, a partir de linhagens com elevadas capacidades gerais de combinação por meio de seleções intrapopulacionais.

8.0 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**, Wageningen v.164, p.63-74, 2008.

APONTE, O.B.; D. SALAZAR. Prueba de variedades resistentes a raiz roja. 1972. p. (Mimeografado).

AWUAH, R.T.; LORBEER, J.W. A procedure for isolating *Pyrenochaeta terrestris* from onion roots. **Annals of Applied Biology**, v. 114, p. 205-208, 1989.

BABADOOST, M. Onion Pink Root. **Report on plant disease**. University of Illinois, Urbana-Champaign, n. 932, 1990. Disponível em: <<http://extension.usu.edu/htm/publications/file=14697>> Acesso em: 11 abr. 2013

BASTOS, I.T. et al. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.199-206, 2003.

BREWSTER, J.L. **Onions and other vegetables alliums**. Wallingford: CAB International, 1994, 236p.

BREWSTER, J.L. The physiology of the onion. **Horticultural Abstracts**, v. 47, n. 2, p. 103-112, 1977.

BREWSTER, J.L. Growth, dry matter partition and radiation interception in an overwintered bulb onion crop. **Annual Botany**, v. 49, p. 609-617, 1982.

BERNINGER. E. Contribution à l'étude de la sterilité mâle de l'oignon (*Allium cepa* L.). **Annual Amélior Plantes, Paris**, v. 15, p. 183-199, 1965.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Michigan: Plenum Press, 1994. 445p.

BOSCH SERRA, A.-D.; CURRAH, L. AGRONOMY OF ONIONS. In: Rabinowitch, H.D.; CURRAH L. (Eds). **Allium Crop Science: Recent Advances**. Wallingford: CAB International, 2002. p. 187-232.

BRANCA, F.; RUGGERI, A. Reproductive response of onion seed plants to photothermal conditions. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.362, p.25-33, 1994.

BUZAR, A. et al. Estimativa da diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agronômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 32-37, 2007.

BREWSTER, J.L. Physiology of crop growth and bulbing. In: RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L. (Eds.). **Onions and allied crops**. Florida: CRC, 1990. p.199-214.

CAMARGO, M. **Esporulação de *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker e Larçon, sua patogenicidade à cebola (*Allium cepa* L.) associada à de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (Hanazawa) Snyder e Hansen e efeito da solarização do solo aos dois patógenos**. 1988. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitopatologia, Esalq/Usp, Piracicaba, 1988.

CHAVES, G. M.; H. T. ERICKSON. *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, J. C. Walker y Larson, um novo fungo da cebola (*Allium cepa* L.) em Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa. XI v. 63, v. 112–114, 1960.

COSTA, C.P. da. Germoplasma de cebola brasileiro e seu uso no melhoramento. In: IX SEMINÁRIO NACIONAL DE CEBOLA. **Resumos**, Pelotas: Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. 1997, p.2.

COSTA, M.N. **Análise dialélica das capacidades gerais e específicas de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas e divergência genética em manoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2006. 132f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba – Areias, 2006.

COOK, R.P.; DUBÉ, A.J. 'Host-Pathogen index of plant diseases in South Australia' (South Australia Department of Agriculture). Adelaide, South Australia, Australia, 1989.

COLEMAN, P.M.; ELLERBROCK, L.A. Reaction of Selected Onion Cultigens to Pink Root under Field Conditions in New York. **Plant Disease**, v. 82, n. 2, p. 138-142, 1997.

CRUZ, Cosme Damião. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Ufv, 2006. 382 p.

CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 425-438, 1989.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. Cap. VII, p. 223-375.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Biometria. Editora: UFV, Viçosa, 382p, 2006.

CURRAH, L. Onions in the tropics: cultivars and country reports. In: Rabinowitch, H.D.; Currah L. (Eds). **Allium Crop Science: Recent Advances**. Wallingford: CAB International, 2002. p. 379-407.

CURRAH, L.; PROCTOR, F.J. Onions in the tropical regions. **Bulletin Natural Resources Institute**, ODA, n.35, 1990.

DEMASON, D.A. Morphology and anatomy of *Allium*. In: RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L. (Eds.). **Onions and allied crops**. Florida: CRC, 1990. p.199-214.

ENGELKE, T.; TEREFE, D.; TATLIOGLU, T. A PCR-based marker system monitoring CMS-(S), CMS- (T) and (N)-cytoplasm in the onion (*Allium cepa* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 107, p. 162–167, 2003.

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.

FALCONER, D.S. 1981. **Introdução à Genética Quantitativa**. Tradução de Silva, M.A.; Silva, J.C. Viçosa-MG: UFV, Impr. Univ., 279p.

FARIA, M.V.; MORALES, R.G.F.; RESENDE, J.T.V.; ZANIN, D.S.; MENEZES, C.B.; KOBORI, R.F. Desempenho agrônomo e heterose de genótipos de cebola.

Horticultura Brasileira, Vitória da Conquista, v.30, n.2, p.220-225, 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FONTES, P.C.R. **Cultura da cebola**. UFV. Viçosa, (Cadernos Didáticos, 26). 1998. 40p.

FRITSCH, R.M.; FRIESEN N. Evolution, Domestication, and Taxonomy. In: RABINOWITCH, H.D.; CURRAH L. (Eds). **Allium Crop Science: Recent Advances**. Wallingford: CAB International, 2002. p. 5-30.

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 – MarechalCândido Rondon.

GARBOR, B.K. Onion diseases, a practical guide for seedsman, growers and agricultural advisors. (Seminis Vegetable Seeds: Wooland, California), 1997. Disponível em: <<http://www.seminis.com/sitecollectiondocuments/onion-disease-guide.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2013.

GARDNER, W.W.; ALLARD, H.A. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal of Agricultural Research**, v.18, p. 553-606, 1920.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, North Carolina, v.22, p.439-452, 1966.

GERALDI, I. O.; MIRANDA FILHO, J. B. de. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 419-430, 1988.

GOLDMAN, I.L; HAVEY, M.J; SCHROECK, G. History of public onion breeding programs and pedigree of public onion germplasm releases in the United States. **Plant Breeding Reviews**, Berlin, v. 20, p. 67-103, 2000.

GORENZ, A. M., WALKER, J. C., y LARSON, R. H. Morphology and taxonomy of the onion pink–root fungus. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 38, p. 831–840, 1948.

GORENZ, A A.; J.C. WALKER. Factor affecting pathogenicity of pink root fungus or onions. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 78 p. 1-18, 1949.

GRIFFING, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, Oxford, v.10, p.31-50, 1956a.

GRIFFING, B. A concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956b.

HANSEN, H.N. Etiology of the Pink-Root disease of onions. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 19, p 691-704, 1929.

HAVEY, M.J. Identification of cytoplasm using the polymerase chain reaction to aid in the extraction of maintainer lines from open pollinated populations of onion. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 90, p. 263-268, 1995.

HARTZ, T.K. et al. Control of pink root disease in onion using solarization and fumigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. v. 114, p. 587-590, 1989.

HAVEY, M.J. Diversity among male-sterility-inducing and male-fertile cytoplasm of onion. **Theoretical and Applied Genetics**: Berlin, v. 101 p. 778-782, 2000.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, Bethesda, v.39, p.789-809, 1954.

HODGES, T.; RITCHIE, J.T. The Ceres-Wheat phenology model. In: HODGES, T. **Predicting crop phenology**, Boston: CRC Press, 1991 p. 133-141.

JINKS, J.L.; HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. **Maize Genetic Cooperative Newsletters**, v.27, p.48-54, 1953.

JONES, R.N. Cytogenetics. In: RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L. (Eds.). **Onions and allied crops**. Florida: CRC, 1990. p.199-214.

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

JONES, H.A. **Onion Varieties Descriptive Cataloges**. El Centro. Dessert Seed Inc, 48p. 1964.

JONES, H.A.; PERRY, B.A. Inheritance of resistance to pink root in the onion. **Journal of Heredity**, Baltimore, v. 47, p. 33–34, 1956.

JONES, H.A., A.E. CLARKE, F.J. Stevenson. Studies in the genetics of the onion (*Allium cepa* L.). **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 44, p. 479–484, 1944.

JONES, H. A.; DAVIS, G. N. Inbreeding and heterosis and their relation to the development of new varieties of onions. **United States Department of Agricultural Technology: Bulletin**. p. 874. 1944.

JONES, H.A.; CLARKE, A. Inheritance of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science: Alexandria**, v. 43, p. 189-194, 1943.

KALKMAN, E.R. Analysis of the C-banded karyotype of *Allium cepa* L. Standard system of nomenclature and polymorphism. **Genetica**, Netherlands, v.65, p.141-148, 1984.

KATAN, J. et al. Solar heating of the soil for the control of pink root and another soilborne diseases in onions. **Phytoparasitica**, Jerusalem, v. 8, p. 39-50, 1980.

KEHR, A.E.; O'BRIEN, M.J.; DAVIS, E.W. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cepae* and its interaction with *Pyrenochaeta terrestris* on onion. **Euphytica**, Wageningen, v.11, p.197-208, 1962.

KINSEY, G.C. *Phoma terrestris*. **IMI Description of fungi and bacteria**, n. 151 p. 1509. Disponível:<http://www.cabi.org/dfb/?loadmodule=review&page=4048&reviewid=10618&site=159>>. Acesso em: 03 abr 2013.

KHOKHAR, K.M.; HADLEY, P.; PEARSON, S. Effect of cold temperature durations of onion sets in store on the incidence of bolting, bulbing and seed yield. **Scientia Horticulturae**, Canadá, v. 112, p.16-22, 2007

KREUTZER, W.A. Host-parasite relationships in pink root of *Allium cepa* L. II. The action of *Phoma terrestris* on *Allium cepa* and other hosts. **Phytopathology**, Lancaster, v. 31, p.907-915, 1941.

KULIK, M.M.; TIMS, E.C. Differences in pathogenicity and picnidial production among isolates of *Pyrenochaeta terrestris* from a single pink root infested field in Louisiana. **Plant Disease Report**, v. 44, n.1, p. 54-58, 1960.

KURTZ, C. et al . Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa , v. 36, n. 3, 2012.

NICHOLS, C.G. et al. The expression and inheritance of resistance to pink root in onion seedlings. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 5, p. 752–756, 1965.

LASCARIS, D. *Pyrenochaeta terrestris* on onion, first record in Greece. **Annl. Inst. Phytopathology**, Benaki, v. 15 p. 85–86, 1986.

LAWRIE, A. Pink Root – Management with a biological program. **Onions Australia**, v. 18, p. 14, 2001.

LEVY, D.; GORNIK, A. Tolerance of onion (*Allium cepa* L.) to the pink root disease caused by *Pyrenochaeta terrestris*. **Phytoparasitica**, Jerusalem, v. 9, p. 51-57, 1981.

LISBÃO, et al. **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico de Campinas-IAC**, Campinas, p.222-253, 1993.

LUZ, N. L. Raízes rosadas uma nova moléstia da cebola para o Rio Grande do Sul. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 9, p. 159–165, 1967/68.

LOGES, Vivian et al . Resistência de cultivares e híbridos de cebola a tripses. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004 .

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S.G.; PEDROSA, R.I A. Doenças da Cebola. **Informe Agropecuário: Cultura da Cebola**, Belo Horizonte, v. 25, n. 23, p.75-87, 2002.

MAGALHÃES, J.R. Nutrição e adubação da cebola In. SEMINÁRIO NACIONAL DE CEBOLA, 3, 1988. coord. CHURATA-MASCA, M.G.C e CANALEZ, J.I. FUNDEP – Fundação de Estudos e Pesquisa. Jaboticabal/Sorocaba. **Anais...** Jaboticabal/Sorocaba: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1988. p. 93-118.

MALLIKARJUN, N. **Heterosis and Combining Ability Studies in Onion (*Allium cepa* L.)**. 2006. 78 f. Tese (Mestrado) - Dharwad University Of Agricultural Sciences, Dharwad, 2006.

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

MARANHÃO, E. H. de A.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; JIMÉNEZ-D, R. M.. Patogenicidade de isolados de *Pyrenochaeta terrestris*, agente causal da “raiz rosada” em cebola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47º, 2007, Porto Seguro. **Horticultura Brasileira**. Brasília: ABH, 2007. v. 25, p. 1 - 4. CD-ROM.

MARANHÃO, E.H.A.; MARANHÃO, E.A.A. Factores que determinan el desarrollo de la “Raíz Rosada” de la cebolla causada por *Pyrenochaeta terrestris*. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v.5 e 6, p.264-298, 2009. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/factores-determinan-desarrollo-%E2%80%99Craiz-rosada%E2%80%99D-cebolla-causada-pyrenochaeta-terrestris/id/52022624.html>. Acesso em: 10 abr. 2013

MASSOLA JR., N.S.; JESUS JR, W.C.; KIMATI, H. Doenças do Alho e da Cebola. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 53-63.

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**: Brasília, v.25, p.53-59, 2007.

MELO, P.C.; RIBEIRO, A. Produção de sementes de cebola: cultivares de polinização aberta e híbridos. In: Castellane, P.D.; Icolosi, W.M.; Hasegawa, M. (Eds.). **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal, FCAV/FUNEP, 1990. p.15-59.

MELO, A. M. T. **Reação de cebola e tomateiro à inoculação de fungos micorrizicos vesículo- arbusculares e de *Pyrenochaeta terrestris* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici***. Piracicaba, 1989. 124 p. Tese de Mestrado- Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiros” – USP. 1989. 124 p.

MELO, P.C.T.; BOITEUX, L.S. 2001. Análise retrospectiva do melhoramento genético de cebola (*Allium cepa* L.) no Brasil e potencial aplicação de novas estratégias biotecnológicas. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 1., 2000, Goiânia, CD-ROM.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: Paterniani, E.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap. 7, p. 277-340.

MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**: Campinas, v.7, p. 667-688, 1984.

MOLENAAR, N. D.. **Genetics, thrips (*Thrips tabaci* L.) resistance and epicuticular wax characteristics of nonglossy and glossy onions (*Allium cepa* L.)**. 1984. 45 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Wisconsin, Madison, 1984.

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

NETZER, D., RABINOWITCH, H. D. y WINTAL, C. H. Greenhouse technique to evaluate onion resistance to pink root. **Euphytica**, Wageningen, v. 34, p. 385–391, 1985.

NODA, H. **Reação da cebola (*Allium cepa* L.) a *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen), Gorenz, Walker e Larson**. Piracicaba. Tese Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP. 1981. 161 pp.

NUNES, M. E. T.; KIMATI, H. Doenças do Alho e da Cebola (*Allium sativum* L. e *Allium cepa* L.). In: KIMATI, H. , AMORIM, L. , BERGAMIN, FILHO, A. , CAMARGO, L. E. A., REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 3 ed. Agronômica Ceres, 1997. 779 p.

PFLEGER, F.L.; VAUGHAN. Na improved bioassay for *Pyrenochaeta terrestris* in soil. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, p. 1299-1300, 1971.

PEFFLEY, E.B.; HOU, A. Bulb-type onion introgressants possessing *Allium fistulosum* L. genes recovered from interspecific hybrid backcrosses between *A. cepa* L. and *A. fistulosum* L. **Theoretical and Applied Genetics**, Verlag, v. 100, p. 528-534, 2000.

PINTO, C. M. F., PAULA Jr. , T. J. , y ZAMBOLIM, L. Doenças causadas por fungos em cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17 n. 183, p 28–46, 1995.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia:

Editora da UFG, 1993. Cap. 5, p. 93-135.

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.

SAMNER, D.R. Pink Root. In: SCHWARTZ, H.F. & MOHAN, S.K. (Eds.) **'Compendium of onion and garlic diseases and pests'**, APS:Press: St. Paul, 2008, p.18-20.

SATO Y. PCR amplification of CMS specific mitochondrial nucleotide sequences to identify cytoplasmic genotypes of onion (*Allium cepa* L.). **Theoretical and Applied Genetics**: Berlin, v. 96, p. 367-370, 1998.

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

SCHWEIGUTH, B. Étude d'un nouveau type de stérilité mâle chez l'oignon, *Allium cepa* L. **Annales de l'Amélioration des Plantes**: Paris, v 23, 221-233, 1973.

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**, Cascavel, v.9, n.1, p. 5-14, 2010.

SPRAGUE G.F.; TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 34, n. 10, p. 923-932, 1942.
STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw -Hill, 1960. 481p.

STRUCKMEYER, B.E. et al. Histology of roots of susceptible and resistance varieties of onion in relation to the pink root fungus. **Phytopathology**, Worcester, v. 52, p. 1163-1168, 1962.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. W. **Principles and procedures of statistics**. Mc Graw Hill New York: Book, 1960. 481 p.

SWAHN, J.O. **The lore of spices – their history, nature and uses around the world**. New York : Barnes & Noble, 1997. 208p.

TAUBENHAUS, J.J.; JONHSON, A. D. Pink Root, a new disease of in Texas
Phytopathology, Saint Paul, v. 7 p. 59. 1917. (Abstract).

THORTON, M.K., MOHAN, R.K. Response of sweetie Spanish onion cultivars and
numbered hybrids to basal root and pink root. **Plant Disease**, v.80, p. 660-663, 1996.

VAN DER MEER, Q.P. VAN BENNEKON, J.L. Effect of temperature on the occurrence
of male sterility in onion (*Allium cepa* L.). **Euphytica**: Wageningen, v.18, p. 389-394,
1969.

VENCOVSKY, R; BARRIGA, P. **Genética aplicada ao fitomelhoramento**. Ribeirão
Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VIANA, J. M. S. The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model:
combining
ability analysis. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 4, p. 877-881, 2000.

YATES, F. Analysis of data from all reciprocal crosses between a set of parental lines.
Heredity, Edinburgh, v.1, n.3, p.287-301, 1947.