



**FELIPE MIKIO ARASHIDA**

**CAPACIDADE GERAL E ESPECÍFICA DE  
COMBINAÇÃO EM COUVE-FLOR  
(*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) DE INVERNO**

**LAVRAS - MG**

**2014**

**FELIPE MIKIO ARASHIDA**

**CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO GERAL E ESPECÍFICA EM  
COUVE-FLOR (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) DE INVERNO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Wilson Roberto Maluf

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Arashida, Felipe Mikio.

Capacidade geral e específica de combinação em couve-flor  
(*Brassica oleracea var. botrytis*) de inverno / Felipe Mikio Arashida.  
– Lavras : UFLA, 2014.  
49 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.  
Orientador: Wilson Roberto Maluf.  
Bibliografia.

1. Análise dialélica. 2. Dialelo parcial. 3. Seleção de híbridos -  
Níveis independentes de eliminação. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

CDD – 635.353



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por iluminar meu caminho e me dar forças para que conseguisse chegar onde jamais havia sonhado em chegar.

Aos meus pais, Marly e Sérgio Arashida por me apoiarem e incentivarem, nas horas difíceis.

A minha amada esposa Jakeline por suportar e me apoiar nos momentos de ausência, agonia, angústia e certo desespero durante o curso.

Ao orientador, Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf, pela fonte de inspiração inesgotável e que, em muito, contribui para que a olericultura se torne cada vez mais importante.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética & Melhoramento de Plantas – Mestrado Profissional, pela oportunidade de realização do curso.

À Sakata Seed Sudamerica LTDA por disponibilizar área experimental, material genético e funcionários, para que o trabalho fosse realizado. Sem a iniciativa desta empresa, nem mesmo seria possível poder conciliar as atividades diárias e a elaboração e execução dos experimentos.

Aos amigos feitos durante o curso: Daniela (Bananinha), Jurandir (Jura), Juliano (Crick), Fabiano e André.

**Muitíssimo Obrigado!!!**

Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o Céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe.

Leonardo Da Vinci

## **RESUMO GERAL**

Este trabalho visou estimar as capacidades gerais e específicas de combinação de dois grupos de linhagens de couve-flor e das combinações híbridas entre elas. Um grupo parental compôs-se de três linhagens de inverno brasileiras, com macho-esterilidade citoplasmática, enquanto que o segundo grupo compôs-se de doze linhagens de inverno introduzidas, originárias de regiões temperadas. As características avaliadas foram: Ciclo, Resistência a Doenças, Massa Média de Cabeça, Cor de Cabeça, Talo Oco e Avaliação Geral. Os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes do que os não-aditivos na expressão das características avaliadas. Nenhum parental apresentou concomitantemente os efeitos de CGC mais favoráveis para todas as características avaliadas. Os híbridos experimentais mais promissores foram BR1 x TE6 (AF 5143), BR1 x TE8 (AF 5145), BR1 x TE12 (AF 5150), BR2 x TE11 (AF 5181), BR3 x TE6 (AF 5195) e BR3 x TE7 (AF 5196). Os resultados da escolha de híbridos feita através do critério de níveis independentes de eliminação refletiram em grande parte o que se poderia prever através das estimativas de CGC para as características ciclo e massa média da cabeça, reafirmando a importância dos efeitos aditivos na expressão destas características.

Palavras-chave: Análise Dialélica. Dialelo Parcial. Níveis Independentes de Eliminação.

## GENERAL ABSTRACT

This work aimed at estimating the general and specific abilities in hybrid combinations between two groups of cauliflower strains. One of the parental groups comprised three Brazilian winter-adapted strains with cytoplasmic male sterility, while the second group comprised 12 winter-adapted strains introduced from temperate regions. The evaluated traits were: plant cycle, resistance to diseases, average curd mass, curd color, hollow stalk and overall rating. The additive gene effects were more important than those of non-additive effects in the expression of the evaluated traits. No parental showed, simultaneously, the most favorable GCA effects for all evaluated traits. The most promising experimental hybrids were BR1 x TE6 (AF 5143), BR1 x TE8 (AF 5145), BR1 x TE12 (AF 5150), BR2 x TE11 (AF 5181), BR3 x TE6 (AF 5195) and BR3 x TE7 (AF 5196). The results of the hybrid choice made by the elimination independent levels criteria largely reflected what would be predicted by the GCA estimates for cycle characteristics and average curd mass, reaffirming the importance of additive effects in the expression of these traits.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Diallel Analysis. General Combining Ability. Specific Combining Ability.



## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1	<b>Importância Econômica</b> .....	11
2.2	<b>Adaptação</b> .....	12
2.3	<b>Melhoramento na cultura da couve-flor de inverno</b> .....	13
2.4	<b>Utilização de Híbridos</b> .....	14
2.4.1	<b>Produção de híbridos de couve-flor</b> .....	15
2.4.1.1	<b>Cruzamento manual na produção de híbridos de couve-flor</b> .....	15
2.4.1.2	<b>Autoincompatibilidade na produção de híbridos de couve-flor</b> ....	16
2.4.1.3	<b>Alternativas ao uso de linhagens autoincompatíveis homozigóticas ou às linhagens com macho-esterilidade citoplasmática</b> .....	17
2.4.1.4	<b>Macho-esterilidade de “Pearson”: <i>Brassica nigra</i></b> .....	17
2.4.1.5	<b>Macho-esterilidade de “Ogura”: <i>Raphanus</i></b> .....	18
2.4.1.6	<b>Macho-esterilidade de “Ogura” melhorada por Bannerot</b> .....	18
2.4.1.7	<b>Vantagens da macho-esterilidade citoplasmática</b> .....	18
2.5	<b>Capacidade de Combinação</b> .....	19
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22
	<b>APÊNDICE</b> .....	25
	<b>ANEXO</b> .....	26
	<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGO</b> .....	27
	<b>ARTIGO 1 Capacidade geral e específica de combinação em couve-flor (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Botrytis</i> L.) de inverno</b> .....	27

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

A couve-flor é uma dicotiledônea da família *Brassicaceae*, classificada no gênero *Brassica*, da espécie *B. oleracea* e da variedade botânica *botrytis*. Dixon e Dixon (2007) mencionam que talvez a grande diversidade genética e a flexibilidade das características de todos os membros da família *Brassicaceae* possa ter encorajado o homem neolítico na domesticação de diversas espécies, o que as levou a fazerem parte da alimentação dos povos da Grécia antiga, romanos, indianos e chineses.

O melhoramento de couve-flor no Brasil teve início na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, na década de 50, com a contribuição do professor Marcílio de Souza Dias. Em seu trabalho, Braga (2000) comenta que a primeira couve-flor de verão desenvolvida no Brasil pelo professor Marcílio de Souza Dias, chamada de Piracicaba Precoce N°1, originou de cruzamentos entre a cultivar Snowball, uma variedade de inverno, e uma couve-flor indiana denominada Early Market. A partir de então, vários trabalhos estudaram o comportamento de variedades e híbridos de couve-flor. Destes trabalhos, a maioria dos autores se dedicou a identificar alguma cultivar de verão que se adequasse bem às nossas condições edafoclimáticas (CAMARGO, 1956; SILVESTRE et al., 2008)

Hoje, há poucas cultivares brasileiras de couve-flor que têm se mostrado bem adaptadas às condições de inverno nacional, como exemplo os híbridos F1 Júlia e Juliana, ambos da empresa Sakata Seed Sudamerica. Há poucos estudos sob o comportamento de híbridos entre linhagens originárias de regiões temperadas e linhagens obtidas em regiões tropicais, visando a obter híbridos para as condições de inverno brasileiras. O objetivo deste trabalho foi estudar as

capacidades gerais e específicas de combinação em híbridos entre esses dois distintos grupos, com vistas a obter um híbrido com boa adaptação climática e com qualidades de mercado.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância Econômica**

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o mundo produziu cerca de 20.884.671 de toneladas de couve-flor e brócolos no ano de 2011. Os cinco países que mais contribuíram foram a China com 43.21%, seguida pela Índia (32.30%), Espanha (2.46%), México (2.05%) e Itália (2.02%). Ainda segundo a mesma instituição, a área utilizada para plantio de couve-flor e brócolos no mundo é de 1.209.519,68 hectares, sendo que os cinco países com maiores áreas plantadas são: China (36.91%), Índia (30.51%), Equador (8.06%), Espanha (2.58%) e México (2.40%). O Equador aparece em terceiro lugar da lista em área cultivada, porém grande parte da sua produção se destina ao mercado de exportação para países como Japão, Estados Unidos e países da Europa.

Ainda que o Brasil não esteja entre os maiores produtores segundo os dados da FAO, em se analisando os dados fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012), no ano de 2012, o país produziu o volume de 88.189 toneladas de couve-flor e, contribui com cerca de 0,4% da produção mundial. A área cultivada com couve-flor no Brasil, segundo dados da ABCSEM (2012) é de 12.223 hectares.

As divergências encontradas entre os dados de produtividade e área plantada, no caso brasileiro, podem ser devidas a plantios de verão, nos quais se perde produtividade e durante o qual há ofertas de produtos de baixa qualidade em virtude do menor peso das cabeças produzidas.

## 2.2 Adaptação

De acordo com a classificação de clima de Köppen-Geiger (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007) no Brasil predomina o clima tropical (Aw) enquanto que na região do Mediterrâneo, centro de origem da couve-flor, o clima predominante é o clima temperado (Csa). As maiores empresas que desenvolvem e produzem sementes de couve-flor estão localizadas em países da Europa, nos Estados Unidos e no Japão, o que dificulta a obtenção de cultivares ou híbridos adaptados às condições climáticas brasileiras.

Para que haja, na couve-flor, diferenciação da fase juvenil para a fase reprodutiva, resultando no conjunto de primórdios florais de interesse, é necessário um número crítico de folhas, que varia de genótipo para genótipo. (DICKSON; DICKSON, 2007). Além do número mínimo de folhas, a couve-flor precisa atingir a “idade fisiológica” para que esteja receptiva ao estímulo de horas de frio.

Maluf (1995) classificou os ciclos de couve-flor em relação ao número de folhas para diferenciação da cabeça e quanto à temperatura mínima para que haja a diferenciação (Apêndice A). As cultivares de ciclos mais tardios têm restrições em relação a temperaturas mais altas, enquanto que cultivares de ciclos mais precoces não requerem temperaturas baixas para que atinjam a idade fisiológica requerida para diferenciação.

O plantio em condições desfavoráveis ocasiona o aparecimento de defeitos na cabeça, que depreciam o valor comercial do produto. Os defeitos que podem aparecer em couve-flor são descritos por Fujima e Okuda (1996). O experimento usou a cultivar Snow Queen para exemplificar o cultivo em diferentes faixas de temperaturas e os defeitos associados. O enfolhamento na cabeça e a aparição de pelos acontecem quando as couves-flores são cultivadas com oscilações de temperaturas acima de 30°C. Quando estas são cultivadas sob

temperaturas abaixo de 15°C durante períodos constantes, estas apresentam alguns primórdios florais deformados, comumente chamados de "arroz". Entre as temperaturas de 20 a 25°C a cultivar apresenta desenvolvimento normal.

Estudando homeostase de cultivares de couves-flores de verão e de inverno entre híbridos de verão e de inverno, Braga (2000) descreve o comportamento das variedades estudadas nas quatro estações do ano em relação à qualidade de cabeça (Anexo A).

A grande maioria dos cultivares de couves-flores de inverno trazidas para o Brasil apresentam defeitos indesejáveis como: ciclos longos (devido a maior exigência de horas de frio), maior suscetibilidade à deficiência de boro e arroxamento da cabeça, em função da cultivar. Em virtude da alta compactidade dos primórdios florais nestas cultivares, estes exigem quantidades maiores desse nutriente, e na falta de Boro ocorre o chamado *talo oco*: os caules sofrem de podridão-mole devido à deficiência de boro, e, conseqüentemente, ocorre o ataque de *Erwinia*. O arroxamento ocorre quando as couves-flores são expostas a grandes oscilações térmicas e altos níveis de irradiação solar, e como resultado, a planta produz antocianinas, a qual deprecia o produto final.

### **2.3 Melhoramento na cultura da couve-flor de inverno**

Os esforços do programa de melhoramento de couve-flor para estação de inverno estão voltados à maior adaptação às amplitudes térmicas, à maior tolerância à deficiência de boro, à ausência de defeitos na cabeça (arroz, pelo e arroxamento), ao maior ganho de massa da cabeça, e, a cabeças de colorações claras ou brancas com boa textura e firmeza.

Para que ocorra maior adaptação às condições climáticas tropicais, as populações de couves-flores originárias de inverno introduzidas estão sendo cruzadas com populações de inverno brasileiras.

As linhagens de inverno brasileiras apresentam maior tolerância às oscilações climáticas e aos defeitos anteriormente citados, ou seja, mais bem adaptadas ao clima tropical. Porém, há ainda assim uma diminuição na qualidade de planta e de cabeça.

Já com linhagens de inverno introduzidas, oriundas de regiões temperadas, espera-se nos híbridos uma melhor qualidade de cabeça e planta, no tocante às características de cor (claras ou brancas), compacidade e massa das cabeças, arquitetura de planta e proteção de cabeça pelas folhas. No entanto, há uma diminuição da resistência às bacterioses e da tolerância às oscilações climáticas.

#### **2.4 Utilização de Híbridos**

Takeishi, Cecílio Filho e Oliveira (2009) trabalhando com híbridos de couve-flor comentam que as vantagens de se utilizar os híbridos são: obtenção de plantas mais vigorosas, ciclo cultural mais precoce, colheita concentrada, produtividade mais elevada e maior resistência às bacterioses.

Sharma et al. (2004) descrevem que a resistência a *Xanthomonas campestris*, dentre as linhas estudadas, teve controle genético dominante por um único gene. Desta maneira, a resistência à bacteriose somente estará presente nos híbridos, se pelo menos um dos parentais apresentar um nível de resistência aceitável, e não é inerente à condição híbrida *per se*.

### **2.4.1 Produção de híbridos de couve-flor**

A produção de híbridos de couve-flor nem sempre é fácil. Uma das primeiras dificuldades na produção desses híbridos é a coincidência de floração entre plantas doadoras e plantas receptoras de pólen. A coincidência de floração dos parentais é conseguida quando se têm em mãos dados prévios da floração de ambos parentais, aumentando assim, a taxa de sucesso na produção dos híbridos.

Para que houvesse viabilidade econômica, utilizou-se da autoincompatibilidade esporofítica natural encontrada na família das brássicas, e posteriormente, através de cruzamentos intergenéricos ou interespecíficos, foram criadas fontes de macho-esterilidade citoplasmática em *Brassica oleracea* que viabilizasse a produção atual de híbridos em escala comercial. Citoplasmas com macho-esterilidade atualmente disponíveis são provenientes de cruzamentos com *Raphanus* (citoplasma de *Ogura*) (BANNEROT; BOULILARD; CHUPEAU, 1974) ou com *Brassica nigra* (PEARSON, 1972).

#### **2.4.1.1 Cruzamento manual na produção de híbridos de couve-flor**

Sempre houve diversas dificuldades para produzir híbridos de couve-flor. Durante a década de 1950, quando os primeiros híbridos apareceram, os cruzamentos eram feitos manualmente, o que tornava o custo de produção de sementes bastante oneroso e limitado. Ainda assim, havia também a dificuldade de se coincidir a floração da planta receptora de pólen e a planta doadora de pólen. Para evitar cruzamentos não controlados indesejáveis, os cruzamentos para obtenção de sementes híbridas eram feitos ainda nos botões florais.



#### 2.4.1.2 Autoincompatibilidade na produção de híbridos de couve-flor

A obtenção e posterior uso de linhagens autoincompatíveis (homozigóticas para alelos de autoincompatibilidade) eliminou a necessidade de polinizações manuais. Os primeiros híbridos comercializados no Brasil através desta tecnologia foram os híbridos de verão Miyai, Jaraguá, Mogiano, Shiromaru-I, Shiromaru-II, todos eles híbridos provenientes de cruzamentos entre variedades tropicais precoces (de verão) e variedades não-tropicais mais tardias (de inverno) (MALUF et al., 1988).

Verdial et al. (2001) estudando a coincidência de floração em couve-flor para estudar a produtividade e qualidade de sementes híbridas, concluiu que a falta de coincidência da época de florescimentos afetou diretamente a produtividade em sementes, não tendo porém influência na sua qualidade fisiológica.

As empresas, no intuito de fazer híbridos de couve-flor, concentraram esforços na produção de linhas receptoras e linhas doadoras de pólen, com nível alto de autoincompatibilidade, e autocompatíveis entre si. Com isso, passaram a produzir híbridos através do emprego de abelhas como agentes polinizadores, intercalando uma linha de plantas receptoras e uma linha de plantas doadoras. Poder-se-ia, portanto colher o híbrido em ambas as linhagens parentais (desde que ambas sejam autoincompatíveis). Porém, a produção de sementes pré-básicas e básicas ficaram dificultadas devido ao alto nível de autoincompatibilidade das linhagens utilizadas para produção dos híbridos.

Um revés que havia no uso da autoincompatibilidade na produção era a desuniformidade no campo de híbridos, nos quais não era incomum obter altas percentagens de plantas contaminantes provenientes de endogamia ou autofecundações (*sibs*) entre plantas da linhagem materna. Isso acontece porque o mecanismo de autoincompatibilidade não impede totalmente a

autofecundação, e a taxa de ocorrência de *sibs* pode variar com o alelo de autoincompatibilidade presente, sua interação com condições ambientais e com o grau de não-coincidência de floração entre as linhagens parentais.

#### **2.4.1.3 Alternativas ao uso de linhagens autoincompatíveis homozigóticas ou às linhagens com macho-esterilidade citoplasmática**

Uma das alternativas para manter o parental receptor de pólen com autoincompatibilidade ou macho-esterilidade citoplasmática é através de cultura de tecidos, por meio de clonagem. Maluf et al. (1988) ao estudar essa alternativa concluíram que uma das alternativas viáveis à produção de sementes é por meio da cultura de tecidos, pois clonando os parentais com alta capacidade de combinação e que sejam autoincompatíveis (mesmo heterozigóticas para autoincompatibilidade) seria mais viável em comparação ao tempo que se leva para se ter linhagens endogâmicas homozigotas para autoincompatibilidade.

#### **2.4.1.4 Macho-esterilidade de “Pearson”: *Brassica nigra***

Segundo Dixon e Dixon (2007), a técnica que facilitou a produção de híbridos originou-se quando Pearson cruzou uma *Brassica nigra* com um brócolo, obtendo-se um genoma de *Brassica oleracea* num citoplasma da outra espécie – genótipo que se revelou macho-estéril e posteriormente foi introduzido em repolho. Infelizmente, este sistema foi complicado pela falta de nectários, sendo pouco atrativo para as abelhas, resultando em baixa produção de sementes.

#### **2.4.1.5 Macho-esterilidade de “Ogura”: *Raphanus***

No anseio de resolver o problema de macho-esterilidade, Ogura (1968) cruzou o rabanete (*Raphanus spp.*) com uma *Brassica oleracea*. As plantas geradas desse cruzamento apresentaram macho-esterilidade, porém apresentaram problemas de clorose de plantas e coloração das flores, sendo pálidas ou brancas.

#### **2.4.1.6 Macho-esterilidade de “Ogura” melhorada por Bannerot**

Bannerot, Boulilard e Chupeau (1974) para corrigir o problema de clorose de plantas e coloração das flores, recolocaram cloroplastos de *Brassica* no citoplasma em substituição aos de *Raphanus* por fusão de protoplastos. A partir deste evento, através da técnica de retrocruzamento, foi possível obter plantas receptoras macho-estéreis e produzir híbridos com mais facilidade e pureza genética, não havendo produção de *sibs* no campo de híbridos.

#### **2.4.1.7 Vantagens da macho-esterilidade citoplasmática**

Branca (2008) descreve ainda outras formas de se obter híbridos de couve-flor, através de macho-esterilidade genética; nesta, a dita linha macho-estéril produzirá em igual número plantas férteis e estéreis, e, se as plantas férteis tiverem algum marcador fenotípico ou molecular, podem ser desbastadas de modo a se manterem somente as plantas macho-estéreis. Caso não seja possível essa identificação, as plantas férteis devem ser retiradas do campo, tão logo for possível identificar sua fertilidade. Branca (2008) ainda assim considera que a macho-esterilidade citoplasmática, que dispensa *roguing* de plantas férteis, seja a forma mais comum e rentável de fazer híbridos de couve-flor, uma vez

que há pouco surgimento de contaminação, uniformidade da produção de sementes e produção de híbridos mais uniformes.

## **2.5 Capacidade de Combinação**

Allard (1971) comenta que o cruzamento entre quaisquer duas linhagens não selecionadas poderão gerar heterose, porém somente algumas entre muitas linhagens exibirão heterose e ao mesmo tempo se tornarão interessantes do ponto de vista econômico.

A capacidade de combinação entre linhagens ou genótipos, avaliados em cruzamentos topcross com um testador comum, reflete o seu valor genético relativo intrínseco. Conforme sugeriram Sprague & Tatum (1942), a capacidade combinatória pode ser definida como o desempenho de uma cultivar e/ou linhagem em combinação com outras cultivares e/ou linhagens. Assim, CGC refere-se ao comportamento médio de uma cultivar e/ou linhagem em uma sequência de combinações híbridas, enquanto a CEC representa os desvios para melhor ou pior de certas combinações híbridas em relação ao desempenho médio dos cruzamentos em que estão envolvidos.

Ainda segundo Griffing (1956), a capacidade combinatória é diferenciada de acordo com o modo de ação gênica envolvida, sendo que a CGC está associada a genes de efeitos principalmente aditivos, além de partes dominantes e epistáticas, porém, quando o efeito dos locos é apenas aditivo, a variância genética total é a soma das variâncias genotípicas separadas para cada loco. Por outro lado, a CEC depende basicamente dos alelos com efeitos não aditivos (dominância e/ou epistasia).

Para o uso em programas de melhoramento que visam à exploração de híbridos e seleção de genótipos superiores, são mais indicados os genitores com mais altas CGC. Porém, quando o objetivo é exploração de híbridos, a CEC

passa a ter um importante valor. Assim, é possível, por meio da análise dialélica, estimar a heterose existente nos híbridos que normalmente está associada à diferença de frequências alélicas entre os genitores, atribuída possivelmente a efeitos de dominância e/ou epistasia dos caracteres (HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, 2010).

Quando se realizam todos os cruzamentos possíveis entre um conjunto de  $n$  linhagens, o esquema é denominado de cruzamento dialélico (MIRANDA FILHO; GORGULHO, 2001), que é amplamente utilizado para estimar a capacidade geral de combinação das linhagens parentais, bem como a capacidade específica de combinação entre duas linhagens. O cruzamento dialélico comporta várias modificações, inclusive os dialelos parciais, como o dialelo parcial incompleto modificado de Griffing (1956), em que um grupo de linhagens (grupo I) é combinado com linhagens de outro grupo (grupo II), não se testando, no entanto, híbridos intra-grupos.

Maluf (1989) ao estudar as capacidades de combinação de duas populações de verão cruzadas com testadores de inverno, pôde identificar que havia uma população de inverno que era um bom testador por ter frequência alélica recessiva, e uma população clonada que apresentou melhor CGC em relação à população comercial. Ainda foi possível concluir que os cruzamentos-testes poderiam produzir híbridos com boa CEC a partir das populações femininas cruzadas com seus respectivos parentais masculinos.

No trabalho de Braga (2000), ao estudar a capacidade de combinação de linhagens de couve-flor de inverno entre o grupo I composto pelo cruzamento Jaraguá e Teresópolis Gigante e, o grupo II composto por três populações oriundas de regiões diferentes, avaliou as características ciclo, peso de planta, peso de cabeça, diâmetro e nota. Os quadrados médios apresentados no trabalho citado apresentaram para CGC no grupo I pouca variação dentro do grupo, exceto para a característica ciclo e nota. No grupo II a CGC foi bastante

variável, uma vez que as linhagens que compõem o grupo são bastante distintas entre si. Para a CEC, houve significância de todos os quadrados médios, o que indica efeitos gênicos não aditivos no controle das características estudadas.

Sharma et al. (2004) comentam que a capacidade de combinação é estudada para selecionar parentais para hibridação e achar boas combinações para produção de híbridos. Diversos trabalhos com couve-flor foram realizados objetivando estudar genitores que se mostrariam promissores para as características desejadas, como: precocidade, peso, coloração e compacidade de cabeças, número de folhas, altura e diâmetro de plantas.

## REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: E. Blucher, 1971. 381 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **Dados do Setor**. 2012. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/index.php>>. Acesso em: 17 set. 2013.
- BANNEROT, H.; BOULILARD, L.; CHUPEAU, Y. **Cytoplasmic male sterility transfer from *Raphanus* to *Brassica***. *Cruciferae Newsletter*, n. 1, p. 52–54, 1974.
- BRAGA, R. S. **Capacidade de combinação de linhagens de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L. de inverno**. 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2000.
- BRANCA, F. Vegetables I: Cauliflower and broccoli. **Handbook of plant breeding**. New York: Springer, 2008. v. 1, part 2, p. 151-186.
- CAMARGO, L. S. Novas linhagens de repolho e couve-flor para o estado de São Paulo. **Brangantia**, Campinas, v. 15, n. 22, p. 316-330, set. 1956.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro**. 2012. Disponível em: <<http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>>. Acesso em: 17 set. 2013.
- DIXON, G.; DICKSON, M. **Vegetable brassicas and related crucifers**. Wallingford: CABI, 2007. 339 p.
- FUJIMA, Y.; OKUDA, N. The physiology of flowering in Brassicas, especially about cauliflower and broccoli. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 407, p. 247–254, Nov. 1996.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 9, n. 4, p. 463-493, 1956.

- HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. NUEZ, F.; CARENA, M. J. (Ed.). **Handbook of plant breeding**. New York: Springer, 2010. 663 p.
- MALUF, W. R. et al. Alternatives to current tropical cauliflower hybrids obtained from self-incompatible inbred lines. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 4, p. 905-920, dez. 1988.
- MALUF, W. R. et al. Genetic variation for combining ability in tropical cauliflower populations. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 331-345, jun. 1989.
- MALUF, W. R. **Melhoramento de couve-flor e repolho**. Lavras: UFLA, 1995. 45 p. (Apostila).
- MIRANDA FILHO, J. B.; GORGULHO, E. P. Cruzamentos com testadores e dialelos. **Recursos genéticos & melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001. p. 649-672.
- OGURA, H. Studies on the new male sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards practical raising of hybrid seeds and subsequently transferred to *B. oleracea* var. botrytis and *B. napus*. **Memoirs of the Faculty of Agriculture**, Kagoshima, v. 6, p. 39-78, 1968.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/wds/rest/table/excel>>. Acesso em: 17 set. 2013.
- PEARSON, O. H. Cytoplasmically inherited male sterile characters and flavor components from the species *Brassica nigra* (L) Koch X *B. oleracea* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science and Biotechnology**, v. 97, n. 3, p. 397-402, 1972.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, n. 11, p. 1633-1644, Oct. 2007.
- SHARMA, S. R.; SINGH, P. K.; CHABLE, V.; TRIPATHI, S. K. A review of hybrid cauliflower development. Hybrid vegetable development. **Journal of New Seeds**, v. 6, n. 2/3, p. 151-193, 2004.



SILVESTRE, W. V. D. et al. Parâmetros microclimáticos avaliados em diferentes arquiteturas de ambiente protegido, com e sem nebulização em cultivo de couve-flor (*Brassica oleracea var. botrytis*), sob condições climáticas de Belém (PA). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 49, p. 115-126, jan./jun. 2008.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v. 34, n. 10, p. 923-932, Sept. 1942.

TAKEISHI, J.; CECÍLIO FILHO, A. B.; OLIVEIRA, P. R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor 'Verona'. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 1-10, jul. 2009.

VERDIAL, M. F. et al. Coincidence of flowering time and the productivity and quality of cauliflower hybrid seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 533-539, jul./set. 2001.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A** - Resposta diferencial para formação de cabeça em populações de couves-flores em diferentes épocas do ano, modificado de Braga 2000

Populações de Couves-flores	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Cultivar de Verão	Cabeças de má qualidade	Boas cabeças	Florescimento prematuro	Florescimento prematuro
Híbrido de Verão	Boas cabeças	Cabeça excelente	Cabeça pequena e florescimento	Cabeça pequena e florescimento
Cultivar de Inverno	Cabeças de má qualidade	Não forma cabeça	Cabeça de má qualidade	Cabeça excelente
Híbrido de Inverno	Cabeças de má qualidade	Não forma cabeça	Cabeça excelente	Cabeça excelente

**ANEXO****ANEXO A - Classificação das Cultivares Quanto À Exigência em Frio**

Tipo de Cultivar	Números de folhas para diferenciação da cabeça	Temperatura máxima (°C) para diferenciação de cabeça
Inverno/ Tardia	> 30	15
Inverno/ Intermediária	20-25	17
Inverno/ Precoce	17-22	20
Inverno/ Muito Precoce	12-15	23
Verão/ Superprecoce	< 12	> 23

**SEGUNDA PARTE - ARTIGO**

**ARTIGO 1    Capacidade geral e específica de combinação em couve-flor  
(*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) de inverno**

Artigo redigido conforme as normas da revista Horticultura Brasileira – HB

1 **Capacidade Geral e Específica de Combinação em Couve-Flor**  
2 **(*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) de Inverno**

3

4 **Wilson Roberto Maluf<sup>(1)</sup>, Felipe Mikio Arashida<sup>(2)</sup>, Regis de Castro**  
5 **Carvalho<sup>(1)</sup>**

6 <sup>(1)</sup> Universidade Federal de Lavras – UFLA – Caixa Postal 3037, CEP:  
7 37200-000, Lavras – MG – Brasil. e-mail: wrmaluf@ufla.br,  
8 regisccarvalho@hotmail.com

9 <sup>(2)</sup> Sakata Seed Sudamerica LTDA – Caixa Postal 427, CEP: 12906-840,  
10 Bragança Paulista – SP – Brasil. e-mail: felipe.arashida@sakata.com.br

11

12 Resumo - Este trabalho visou estimar as capacidades gerais (CGC) e  
13 específicas (CEC) de combinação de dois grupos de linhagens de couve-  
14 flor das combinações híbridas entre elas. Um grupo parental compôs-se  
15 de três linhagens de inverno brasileiras, com macho-esterilidade  
16 citoplasmática, enquanto que o segundo grupo compôs-se de doze  
17 linhagens de inverno, originárias de regiões temperadas. As  
18 características avaliadas foram: Ciclo, Resistência a Doenças, Massa  
19 Média de Cabeça, Cor de Cabeça, Talo Oco e Avaliação Geral. Os efeitos  
20 gênicos aditivos foram mais importantes do que os não-aditivos na  
21 expressão das características avaliadas. Nenhum parental apresentou  
22 concomitantemente os efeitos de CGC mais favoráveis para todas as  
23 características avaliadas. Os híbridos experimentais mais promissores  
24 foram BR1 x TE6 (AF 5143), BR1 x TE8 (AF 5145), BR1 x TE12 (AF 5150),

25 BR2 x TE11 (AF 5181), BR3 x TE6 (AF 5195) e BR3 x TE7 (AF 5196). Os  
26 resultados da escolha de híbridos feita através do critério de níveis  
27 independentes de eliminação refletiram em grande parte o que se  
28 poderia prever através das estimativas de CGC para as características  
29 ciclo e massa média da cabeça, reafirmando a importância dos efeitos  
30 aditivos na expressão destas características.

31

32 **Palavras-chaves: Análise Dialélica, Dialelo Parcial, Níveis**  
33 **Independentes de Eliminação.**

34

### 35 **General and Specific Combining Ability in Tropical Winter**

#### 36 **Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)**

37 Abstract - The objective of the presente work was to estimate general  
38 (GCA) and specific combining ability (SCA) in hybrids of two different  
39 groups of cauliflower breeding lines. One of the parental groups  
40 comprised three tropical winter breeding lines with cytoplasmic male  
41 sterility. The second parental group comprised twelve fertile winter-  
42 adapted breeding lines originated from temperate regions. The traits  
43 evaluated were plant cycle, resistance to diseases, mean curd mass, curd  
44 color, hollow stalk incidence, and general plant rating. Additive gene  
45 effects were more important than non-additive effects in the expression  
46 of these traits. No single parental line showed simultaneously the most  
47 favorable GCA values for all traits. The most promising hybrids were the  
48 combinations BR1 x TE6 (AF 5143), BR1 x TE8 (AF 5145), BR1 x TE12 (AF

49 5150), BR2 x TE11 (AF 5181), BR3 x TE6 (AF 5195) and BR3 x TE7 (AF  
50 5196). The results of the choice of hybrids made by independent culling  
51 largely levels reflects what would be predicted by estimating the CGC for  
52 cycle characteristics and mean mass of the curd, reaffirming the  
53 importance of additive effects in the expression of these traits.

54

55 **Keywords: Diallel Analysis, Partial Diallel, Independent Culling.**

56

57

## 58 **Introdução**

59

60 A couve-flor (*Brassica olearacea* var. *botrytis*) apresenta lugar de  
61 destaque entre as hortaliças consumidas no Brasil. De acordo com dados  
62 da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO),  
63 o mundo produziu cerca de 20.884.671 de toneladas de couve-flor e  
64 brócolos no ano de 2011. No Brasil, segundo dados da CONAB (2012) e  
65 ABCSEM (2012), a produção de couve-flor é de cerca 88.189 de  
66 toneladas em 12.223 hectares. A maior parte da produção ocorre no  
67 inverno, período em que as condições ambientais para a cultura são  
68 mais favoráveis e há maior número de opções de variedades comerciais.

69 Em um programa de melhoramento vegetal visando a híbridos, a  
70 couve-flor que se destina ao mercado de inverno em geral terá pelo  
71 menos uma das linhagens provindas de regiões de clima temperado. Ao  
72 se escolher este tipo de genitor, estar-se-á garantindo boas chances de

73 que o híbrido tenha boas qualidades agronômicas, ou seja, massa de  
74 primórdios florais comumente (chamada de cabeça) de cor clara ou  
75 branca, de textura pouco rugosa ou lisa, massa média em torno de um  
76 quilo e meio, maior compacidade e, também, maior conservação pós-  
77 colheita. Do contrário, quando ambas as linhagens parentais são  
78 temperadas brasileiras, os híbridos resultantes em geral produzem  
79 cabeças frouxas, amarelecidas, rugosas, leves e de baixa conservação  
80 pós-colheita. No entanto, o uso de um genitor temperado brasileiro e  
81 outro de origem temperada introduzida dará subsídio para que o híbrido  
82 seja potencialmente tanto mais resistente às bacterioses quanto mais  
83 adaptado às condições de oscilações climáticas, sendo mais tolerante ao  
84 aparecimento de defeitos como “pelo” ou “arroz” (diferenciação precoce  
85 dos primórdios florais em botões), arroxamento (aparecimentos de  
86 manchas de antocianinas) e talo oco (relacionado à exigência da planta  
87 ao elemento boro).

88 O potencial de linhagens para a obtenção de híbridos pode ser  
89 avaliado em cruzamentos dialélicos, que permitem avaliar as  
90 capacidades gerais de combinação (CGC) das linhagens e as capacidades  
91 específicas de combinação (CEC) entre elas. Do ponto de vista aplicado,  
92 os cruzamentos dialélicos fornecem estimativas da capacidade geral e  
93 específica de combinação de diferentes conjuntos de genitores.  
94 Conforme sugeriram Sprague & Tatum (1942), a capacidade  
95 combinatória pode ser definida como o desempenho de uma cultivar  
96 e/ou linhagem em combinação com outras cultivares e/ou linhagens.



97 Assim, CGC refere-se ao comportamento médio de uma cultivar e/ou  
98 linhagem em uma sequência de combinações híbridas, enquanto a CEC  
99 representa os desvios para melhor ou pior de certas combinações  
100 híbridas em relação ao desempenho médio dos cruzamentos em que  
101 estão envolvidos.

102 Ainda segundo Griffing (1956), a CGC está associada aos efeitos  
103 aditivos, enquanto que a CEC aos não aditivos. A predominância de CGC  
104 indicaria que o comportamento dos híbridos poderia, em grande parte,  
105 ser predito a partir do comportamento dos genitores.

106 Este trabalho visou a estimar as capacidades gerais de  
107 combinação de dois grupos de linhagens de couve-flor, bem como as  
108 capacidades específicas de combinação das combinações dos híbridos  
109 entre elas. Um dos grupos é composto de três linhagens de inverno  
110 temperado brasileiro, com macho-esterilidade citoplasmática, enquanto  
111 que o segundo grupo se compõe de doze linhagens de inverno  
112 introduzidas, origináveis de regiões temperadas.

113

## 114 **Material e Métodos**

115

116 Os parentais temperados brasileiros macho-estéreis foram  
117 nomeados como BR1, BR2 e BR3 (Grupo I). Os parentais doadores de  
118 pólen de clima temperados introduzidos foram nomeados como TE1 à  
119 TE12 (Grupo II), sendo que as linhagens TE1, TE2 e TE3 derivam de uma  
120 mesma população, a linhagem TE4 de uma segunda população e, as

121 linhagens TE5 à TE12 de uma terceira população. Todas as linhagens e  
122 híbridos estudados neste trabalho são de propriedade da empresa  
123 Sakata Seed Sudamerica Ltda.

124           Como testemunhas utilizaram-se, para efeito de comparação com  
125 os demais híbridos, 2 híbridos comerciais \_\_ Juliana (recente lançamento  
126 da Sakata), e Flamenco (da empresa Bejo).

127           As características descritivas dos parentais estão apresentadas no  
128 Quadro 1. Espera-se que um híbrido entre linhagens destes dois grupos  
129 possa apresentar características como alto vigor de planta, folhas médias  
130 ou grandes, média ou alta resistência à doenças e com alta proteção de  
131 cabeças; em relação a cabeça, devem apresentar coloração clara, massa  
132 média ou pesada, tamanho médio, alta tolerância às oscilações  
133 climáticas e baixa incidência de talo oco.

134           O experimento foi instalado na Estação Experimental de  
135 Bragança Paulista da empresa Sakata Seed Sudamerica LTDA, localizada  
136 no município de Bragança Paulista, no estado de São Paulo. Os 36  
137 híbridos e duas testemunhas comerciais foram semeados no Outono de  
138 2013 (dia 12 de Abril de 2013), para posterior colheita e avaliação no  
139 Inverno de 2013. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor de  
140 128 células em substrato Tropstrato<sup>®</sup>. Após 30 dias, as mudas foram  
141 transplantadas no campo no delineamento de blocos casualizados com 8  
142 plantas por parcela e 3 repetições. O espaçamento utilizado foi de 0,70  
143 m entre linhas e 0,50 m entre plantas, equivalente a 28.571 plantas ha<sup>-1</sup>.  
144 As adubações de plantio e de cobertura, e os tratos culturais e

145 fitossanitários seguiram recomendações de May, A. *et al.* (2007)  
146 específicas para a cultura da couve-flor.

147 Os híbridos foram avaliados conforme atingiam o ponto de  
148 colheita, que é determinado pelo tamanho máximo que a cabeça atinge,  
149 sem que haja deformações aparentes causadas pelo início do  
150 pendoamento.

151 O bloco de cruzamento em dialelo parcial de três parentais  
152 brasileiros macho-estéreis de inverno com 12 parentais doadores de  
153 pólen de inverno introduzidos foram feitos de forma manual no ano  
154 anterior, originando 36 híbridos, os quais foram avaliados para 6  
155 características: Ciclo, Resistência à Doenças, Massa Média de Cabeça,  
156 Cor, Talo Oco e Avaliação Geral.

- 157 a) Ciclo: número de dias da semeadura até o início da  
158 colheita;
- 159 b) Resistência a doenças: avaliada através de uma escala  
160 de notas de 1 (suscetível) a 5 (resistente);
- 161 c) Massa Média da Cabeça: expressa em gramas, e  
162 referente somente à massa de primórdios florais, sem  
163 folhas.
- 164 d) Cor da Cabeça: avaliada através de uma escala de 1  
165 (amarela, indesejável) a 5 (branca, desejável).
- 166 e) Talo Oco: avaliado através da atribuição de notas de 1  
167 (presente, indesejável) a 5 (ausente, desejável).

168 f) Avaliação Geral: avaliação geral das plantas, com  
169 notas entre 1 (muito ruim) a 5 (muito boa).

170 O delineamento utilizado foi blocos casualizados, com três  
171 repetições, havendo oito plantas por parcela, totalizando 912 plantas. As  
172 avaliações foram feitas diariamente até o término do experimento.

173 As análises de variâncias foram realizadas para as seis  
174 características descritas. As médias dos genótipos foram comparadas  
175 pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, por meio do aplicativo  
176 estatístico GENES (CRUZ, 2006).

177

178

179

180

## 181 **Resultados e Discussão**

182

183 Não houve efeitos significativos de capacidade geral e específica  
184 de combinação para as notas de “Avaliação Geral” indicando pouca  
185 variabilidade entre os híbridos para esta característica (Tabela 1). Para as  
186 demais características, houve variabilidade entre as CGC de pelo menos  
187 um dos dois grupos de genitores (Tabela 1). Para Ciclo, Resistência a  
188 Doenças, Massa média e Cor de Cabeça, houve efeitos significativos de  
189 CGC tanto entre genitores do grupo I (linhagens de inverno brasileiro)  
190 quanto entre genitores do grupo II (linhagens de inverno introduzidas),

191 enquanto para Talo Oco foram significativos apenas os efeitos de CGC no  
192 grupo I.

193 Os efeitos de CEC foram significativos apenas para Ciclo e para  
194 Massa Média de Cabeça, mas mesmos nestes casos sua importância, tal  
195 como indicada pela magnitude dos quadrados médios, foi menor que a  
196 dos efeitos de CGC (Tabela 1).

197 Os quadrados médios estimados (Tabela 1) indicam que os  
198 efeitos gênicos aditivos são, portanto, para todas as características nas  
199 quais onde houve diferenças significativas, mais importantes do que os  
200 não-aditivos, e que o comportamento dos híbridos pode ser inferido em  
201 grande parte a partir das características de suas linhagens parentais. De  
202 fato, os desvios relativos às CEC para Ciclo, com apenas duas exceções  
203 (para os híbridos BR3 x TE7 e BR1 x TE7), foram inferiores em magnitude  
204 a 2 dias. Para Massa Média de Cabeça, com exceção de 6 híbridos (BR1 x  
205 TE2, BR1 x TE6, BR2 x TE9, BR2 x TE11, BR3 x TE6, BR3 x TE7), os valores  
206 de CEC foram de magnitude inferior a 150 g/cabeça (Tabela 4).

207 Nenhum genitor apresentou concomitantemente os efeitos de  
208 CGC mais favoráveis para todas as características analisadas (Tabela 3),  
209 indicando que a recombinação entre as melhores linhagens, dentro de  
210 cada grupo, poderá produzir linhagens superiores no futuro.

211 Para a seleção dos híbridos mais promissores, utilizou-se o  
212 método dos níveis independentes de eliminação descrito por Ramalho  
213 (2012), tendo sido selecionados híbridos de ciclo inferior a 120 dias e  
214 com massa média de cabeça maior que 1500 g. Por este critério,

215 destacaram-se as seguintes combinações híbridas promissoras: BR1 x  
216 TE6 (AF 5143), BR1 x TE8 (AF 5145), BR1 x TE12 (AF 5150), BR2 x TE11  
217 (AF 5181), BR3 x TE6 (AF 5195) e BR3 x TE7 (AF 5196) (Tabela 3).

218 Destes seis híbridos, que aliaram menor ciclo a maior massa  
219 média de cabeça, todos apresentaram como genitores do grupo I  
220 linhagens com valores de GCC para precocidade próximos de zero (BR1)  
221 ou negativos (BR3), ou então com valores de CGC para massa média de  
222 cabeça bastante positivos (BR2) (Tabela 3). Todos também  
223 apresentaram, como genitores do grupo II, linhagens parentais com  
224 valores de CGC negativos ou próximos de zero (TE6, TE7, TE11) para ciclo  
225 e/ou com os valores mais positivos para massa média da cabeça (TE6,  
226 TE7, TE8, TE11, TE12) (Tabela 3). Desta forma, os resultados da escolha  
227 de híbridos feita através do critério de níveis independentes de  
228 eliminação refletiram em grande parte o que se poderia prever através  
229 das estimativas de CGC para as características ciclo e massa média da  
230 cabeça, reafirmando a importância dos efeitos aditivos na expressão  
231 destas características.

232

## 233 **Conclusões**

234

- 235 1. Os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes do que os  
236 não-aditivos na expressão das características avaliadas.
- 237 2. Nenhum parental apresentou concomitantemente os efeitos de  
238 CGC mais favoráveis para todas as características avaliadas,

239 indicando que a recombinação entre as melhores linhagens,  
240 dentro de cada grupo, poderá produzir linhagens superiores no  
241 futuro.

242 3. Foram considerados promissores os híbridos experimentais BR1 x  
243 TE6 (AF 5143), BR1 x TE8 (AF 5145), BR1 x TE12 (AF 5150), BR2 x  
244 TE11 (AF 5181), BR3 x TE6 (AF 5195) e BR3 x TE7 (AF 5196).

245 4. Os resultados da escolha de híbridos feita através do critério de  
246 níveis independentes de eliminação refletiram em grande parte o  
247 que se poderia prever através das estimativas de CGC para as  
248 características ciclo e massa média da cabeça, reafirmando a  
249 importância dos efeitos aditivos na expressão destas  
250 características.

251

### 252 **Agradecimentos**

253

254 À Sakata Seed Sudamerica LTDA pela disponibilização da área,  
255 insumos, mão-de-obra e materiais disponibilizados, e à Universidade  
256 Federal de Lavras (UFLA) pelo conhecimento e apoio na realização deste  
257 artigo.

258

259

260

261

262

263 **Referências Bibliográficas**

264

265 ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças.  
266 2013, 17 de Setembro. Disponível em:  
267 <http://www.abcsem.com.br/index.php>.

268

269 CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2013, 17 de Setembro.  
270 *Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro*.  
271 Disponível em <http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>

272

273 CRUZ, C.D. 2009. Genes: Genética Quantitativa e Estatística Experimental  
274 V.7.0. UFV. Viçosa (MG).

275

276 FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a  
277 Agricultura. 2013, 17 de Setembro de 2013.  
278 <http://faostat3.fao.org/wds/rest/table/excel>.

279

280 GRIFFING, B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in  
281 Relation to Diallel Crossing Systems. *Australian Journal of Biological*  
282 *Sciences*, Melbourne, v.9, p. 463-493.

283

284 HALLAUER, AR; CARENA, MJ; MIRANDA FILHO, JB. 2010. Quantitative  
285 Genetics in Maize Breeding. NUEZ, F.; CARENA, MJ (eds). *Handbook of*  
286 *Plant Breeding*, Springer. 663 p.



- 287 MAY, A; TIVELLI, S. W; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.;  
288 PINHEIRO, M. Q. 2007. A cultura da couve-flor (Série Tecnologia APTA,  
289 Boletim Técnico IAC, 200). Campinas (SP). Instituto Agronômico. 36 p.
- 290
- 291 RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J.B.; NUNES, J.A.R. 2012.  
292 Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas  
293 Autógamas. 1ª Ed. Lavras: Ed. UFLA. p. 310-311.
- 294
- 295 SPRAGUE, GF; TATUM, LA. 1942. General vs. specific combining ability in  
296 single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*,  
297 Madison, v. 34, n. 10, p. 923-932.

**QUADRO 1.** Descrição dos parentais dos híbridos testados em dialelo parcial. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013. *Table 1: Description of the parental hybrids tested in partial diallel. Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013.*

Parental	Características de Planta				Características de Cabeça			
	Vigor	Folha	Resistência à Doenças	Proteção de Cabeça	Cor	Massa	Tamanho	Tolerância às Oscilações Climáticas
<b>BR1</b>	Médio	Média	Alta	Média	Creme	Leve	Médio	Alta
<b>BR2</b>	Alto	Grande	Alta	Média	Amarela	Leve	Grande	Alta
<b>BR3</b>	Médio	Média	Alta	Média	Creme	Leve	Médio	Alta
<b>TE1 à TE3</b>	Baixo	Pequena	Baixa	Média	Creme	Pesada	Médio	Alta
<b>TE4</b>	Médio	Média	Média	Média	Clara	Pesada	Médio	Média
<b>TE5 à TE12</b>	Médio	Média	Baixa	Alta	Clara	Pesada	Médio	Baixa

**TABELA 1.** Análise de Variância das Variáveis da Capacidade de Combinação em dialelo parcial e de couve-flor. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013. *Table 2: Analysis of Variance of Combining Ability in partial diallel between lineages of cauliflower. Sakata Seed Sudamerica LTDA Bragança Paulista-SP, 2013.*

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		CICLO	RESISTÊNCIA À DOENÇAS	MASSA MÉDIA CABEÇA	COR DE CABEÇA	TALO OCO	
<b>TRATAMENTOS</b>	35	35.6602 *	0.3349 ns	141022.6388 *	0.4117 *	2.1109 ns	
<b>C.G.C. G-I</b>	2	339.2736 *	0.8272 *	265731.2789 *	1.8390 *	14.1975 *	
<b>C.G.C. G-II</b>	11	35.3907 *	0.5173 *	292975.3001 *	0.5583 *	1.8469 ns	
<b>C.E.C. IxII</b>	22	8.1937 *	0.1989 ns	53709.1591 *	0.2087 ns	1.1441 ns	
<b>RESÍDUO</b>	74	4.4189	0.2493	27666.2333	0.1381	3.6000	
	<b>CV</b>	1.7672	12.1974	11.0025	9.4244	11.9085	

ns e \*: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

ns and \*: not significant and significant at 5% probability by F test.

**TABELA 2.** Testemunhas e híbridos com as seguintes características avaliadas pelo teste de comparação de médias de Scott-Knott. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013. *Table 2. Testimonies and hybrids with the following characteristics evaluated by means comparison of Scott-Knott test. Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013.*

Híbridos	ID	Ciclo	Resistência a Doenças	Massa Média Cabeça	Cor De Cabeça	Talo Oco
-	Juliana	123b	4.57a	1683b	4.20a	5.00a
-	Flamenc o	120c	4.00a	1561b	4.02a	4.59a
BR1 x TE1	AF 5131	116d	4.18a	1422c	3.77b	5.00a
BR1 x TE2	AF 5126	117d	4.19a	1382c	3.46b	5.00a
BR1 x TE3	AF 5134	117d	3.88a	1095d	3.49b	5.00a
BR1 x TE4	AF 5140	120c	4.46a	1358c	4.03a	5.00a
BR1 x TE5	AF 5141	126a	3.39a	1511c	4.30a	4.73a
BR1 x TE6	AF 5143	118d	4.19a	1588b	4.03a	4.86a
BR1 x TE7	AF 5144	122b	4.20a	1653b	3.94a	4.86a
BR1 x TE8	AF 5145	119c	3.91a	1628b	3.89a	4.59a
BR1 x TE9	AF 5146	120c	3.58a	1374c	4.00a	4.77a
BR1 x TE10	AF 5147	122b	3.93a	1464c	4.53a	3.88b
BR1 x TE11	AF 5149	117d	3.99a	1486c	3.36b	5.00a

cont

“Tabela 2, continua”

Híbridos	ID	Ciclo	Resistência a Doenças	Massa Média Cabeça	Cor De Cabeça	Talo Oco
BR1 x TE12	AF 5150	120c	3.86a	1609b	3.63b	4.87a
BR2 x TE1	AF 5161	121c	3.78a	1409c	4.06a	4.65a
BR2 x TE2	AF 5162	118d	3.71a	1240d	3.86a	4.76a
BR2 x TE3	AF 5165	118d	3.80a	1177d	3.80b	5.00a
BR2 x TE4	AF 5172	119c	4.40a	1488c	3.99a	5.00a
BR2 x TE5	AF 5173	127a	3.27a	1489c	4.86a	1.66c
BR2 x TE6	AF 5175	121c	3.99a	1860a	4.50a	3.23b
BR2 x TE7	AF 5176	123b	4.06a	1701b	4.26a	3.46b
BR2 x TE8	AF 5177	124b	3.63a	1583b	4.29a	2.44c
BR2 x TE9	AF 5178	123b	4.33a	1845a	4.22a	3.84b
BR2 x TE10	AF 5179	121c	4.27a	1786a	3.93a	2.64c
BR2 x TE11	AF 5181	120c	4.57a	1883a	4.19a	4.87a
BR2 x TE12	AF 5182	122b	3.99a	1791a	4.13a	4.20a
BR3 X TE1	AF 5186	115d	4.80a	1282d	2.83b	5.00a
BR3 X TE2	AF 5187	115d	4.55a	1174d	3.43b	4.86a
BR3 X TE3	AF 5189	115d	3.86a	1210d	3.62b	5.00a
BR3 X TE4	AF 5193	117d	4.32a	1386c	3.86a	5.00a

con

“Tabela 2, conclusão”

Híbridos	ID	Ciclo	Resistência a Doenças	Massa Média Cabeça	Cor De Cabeça	Talo Oco
BR3 X TE5	AF 5194	119c	3.70a	1486c	3.95a	4.90a
BR3 X TE6	AF 5195	115d	4.13a	1903a	4.05a	5.00a
BR3 X TE7	AF 5196	112d	4.14a	1846a	3.86a	5.00a
BR3 X TE8	AF 5197	116d	4.26a	1482c	3.84a	5.00a
BR3 X TE9	AF 5198	115d	4.38a	1349c	3.66b	5.00a
BR3 X TE10	AF 5199	116d	4.22a	1413c	3.93a	5.00a
BR3 X TE11	AF 5200	115d	4.18a	1434c	4.10a	5.00a
BR3 X TE12	AF 5201	116d	4.39a	1414c	3.68b	5.00a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.  
*Means followed by the same letter in columns do not differ by Scott-Knot test at 5% probability.*

**TABELA 3.** Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação (gI e gII) para os Genitores I e II. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013. *Table 4. Estimates of the Effect of Combining Ability (GI and GII) for parents of Groups I and II. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista, SP, 2013.*

	Ciclo Médio (dias)	Resistência à Doenças	Massa Média (g/cabeça)	Cor de Cabeça	Talo Oco	A
<b>μ (média)</b>	118.8065	4.0687	1505.6333	3.9265	4.5303	
<b>CGC-Grupo I</b>						
BR1	0.6657	-0.0879	-41.4389	-0.0576	0.2674	
BR2	2.6824	-0.0871	98.7806	0.2492	-0.7174	
BR3	-3.3481	0.1750	-57.3417	-0.1916	0.4501	
<b>CGC-Grupo II</b>						
TE1	-1.4732	0.1846	-134.6778	-0.3736	0.3544	
TE2	-2.0954	0.0818	-240.2111	-0.3429	0.3456	
TE3	-2.2287	-0.2230	-344.7445	-0.2899	0.4697	
TE4	-0.1621	0.3203	-94.9667	0.0298	0.4697	
TE5	5.1047	-0.6157	-10.2444	0.4433	-0.7650	
TE6	-0.8732	0.0324	278.1444	0.2664	-0.1664	
TE7	0.1935	0.0642	227.8778	0.0954	-0.0875	
TE8	0.9158	-0.1319	58.4222	0.0824	-0.5206	
TE9	0.5713	0.0308	17.3666	0.0353	0.0048	
TE10	0.9491	0.0693	48.7000	0.2045	-0.6882	
TE11	-1.5399	0.1780	95.2556	-0.0397	0.4251	
TE12	0.6380	0.0093	99.0778	-0.1108	0.1584	

**TABELA 4.** Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação (sIxII) entre Pro Genitores de Grupos I e II. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013. *Table 5. Estimates of Specific Combining Ability (sIxII) among Parents of Groups I and II. Sakata Seed Sudamerica LTDA, Bragança Paulista-SP, 2013.*

CEC	ID	Ciclo Médio (dias)	Resistência à Doenças	Massa Média (g/cabeça)	Cor de Cabeça	Talo Oco
BR1 x TE1	AF 5131	-1.93	0.015	92.0	0.271	-0.152
BR1 x TE2	AF 5126	-0.38	0.131	157.7	-0.065	-0.143
BR1 x TE3	AF 5134	-0.51	0.126	-24.1	-0.089	-0.267
BR1 x TE4	AF 5140	0.22	0.154	-10.9	0.126	-0.267
BR1 x TE5	AF 5141	1.09	0.029	57.1	-0.015	0.699
BR1 x TE6	AF 5143	-0.33	0.180	-154.0	-0.104	0.234
BR1 x TE7	AF 5144	2.27	0.152	-39.1	-0.023	0.155
BR1 x TE8	AF 5145	-1.25	0.066	105.4	-0.060	0.317
BR1 x TE9	AF 5146	-0.18	-0.428	-107.2	0.094	-0.036
BR1 x TE10	AF 5147	1.85	-0.122	-48.6	0.456	-0.225
BR1 x TE11	AF 5149	-1.00	-0.167	-73.8	-0.466	-0.223
BR1 x TE12	AF 5150	0.16	-0.134	45.5	-0.126	-0.090
BR2 x TE1	AF 5161	1.32	-0.382	-60.4	0.262	0.487
BR2 x TE2	AF 5162	-1.13	-0.351	-123.9	0.032	0.605
BR2 x TE3	AF 5165	-1.33	0.038	-82.7	-0.089	0.717

cont



“Tabela 4, continua”

CEC	ID	Ciclo Médio (dias)	Resistência à Doenças	Massa Média (g/cabeça)	Cor de Cabeça	Talo Oco
BR2 x TE4	AF 5172	-1.99	0.093	-21.8	-0.217	0.717
BR2 x TE5	AF 5173	0.47	-0.099	-105.0	0.246	-1.383
BR2 x TE6	AF 5175	-0.08	-0.029	-22.9	0.053	-0.420
BR2 x TE7	AF 5176	1.18	0.013	-131.1	-0.009	-0.262
BR2 x TE8	AF 5177	1.66	-0.218	-80.2	0.035	-0.857
BR2 x TE9	AF 5178	1.27	0.319	223.6	0.014	0.022
BR2 x TE10	AF 5179	-1.30	0.214	132.9	-0.450	-0.483
BR2 x TE11	AF 5181	-0.22	0.407	183.7	0.056	0.628
BR2 x TE12	AF 5182	0.14	-0.006	87.8	0.067	0.229
BR3 x TE1	AF 5186	0.61	0.368	-31.6	-0.533	-0.335
BR3 x TE2	AF 5187	1.50	0.220	-33.7	0.033	-0.461
BR3 x TE3	AF 5189	1.84	-0.164	106.8	0.177	-0.450
BR3 x TE4	AF 5193	1.77	-0.247	32.7	0.091	-0.450
BR3 x TE5	AF 5194	-1.56	0.070	48.0	-0.231	0.684
BR3 x TE6	AF 5195	0.41	-0.151	176.9	0.051	0.186
BR3 x TE7	AF 5196	-3.45	-0.164	170.2	0.032	0.107
BR3 x TE8	AF 5197	-0.41	0.152	-25.2	0.026	0.540
BR3 x TE9	AF 5198	-1.10	0.109	-116.3	-0.108	0.015

cont

“Tabela 4, conclusão”

CEC	ID	Ciclo Médio (dias)	Resistência à Doenças	Massa Média (g/cabeça)	Cor de Cabeça	Talo Oco
BR3 x TE10	AF 5199	-0.54	-0.092	-84.3	-0.007	0.708
BR3 x TE11	AF 5200	1.21	-0.240	-109.9	0.410	-0.406
BR3 x TE12	AF 5201	-0.30	0.140	-133.4	0.058	-0.139

(VERSÃO PRELIMINAR DO ARTIGO)