

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

**HERANÇA DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E
AGRONÔMICAS DO CRUZAMENTO INTRAESPECÍFICO ENTRE
COUVE-FLOR E COUVE-BRÓCOLO**

MARIANA ZATARIM
Engenheira Agrônoma

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Horticultura.

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2005

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

**HERANÇA DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E
AGRONÔMICAS DO CRUZAMENTO INTRAESPECÍFICO ENTRE
COUVE-FLOR E COUVE-BRÓCOLO**

MARIANA ZATARIM

ORIENTADOR: PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Horticultura.

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2005

RESPOSTA DE UM FILÓSOFO GREGO

A mais antiga de todas as coisas ?
Deus, porque Ele sempre existiu ...

A maior e mais bela de todas as coisas ?
O universo, porque é obra de Deus ...

A mais constante de todas as coisas ?
A esperança, porque permanece mesmo depois de perder tudo ...

A melhor de todas as coisas ?
A liberdade, porque sem ela nada de bom existe...

A mais rápida de todas as coisas?
O pensamento, porque num segundo se vai ao outro lado do mundo ...

A mais forte de todas as coisas ?
A necessidade, porque nos faz enfrentar os perigos da vida ...

A mais fácil de todas as coisas ?
Dar conselho ...

A mais difícil de todas as coisas ?
Conhecer a si mesmo ...

Tales de Mileto

À Deus, pela minha vida, pela brilhante idéia deste trabalho, por esta obra ...

Aos meus pais: Ana Packer e Horácio Zatarim (*in memorian*) pelo amor e educação, dos quais herdei o Amor pelas plantas e a Paixão pelas hortaliças ... e a memória dos meus irmãos Benedito e Maria, os quais não conheci.

Dedico

Ao João Nakasa “Prêto”, meu companheiro e marido, pelo amor, carinho, incentivo, força, ajuda e acima de tudo pela compreensão da minha ausência durante este período, principalmente em alguns dos momentos difíceis da vida ...

Ofereço

Aos meus irmãos: Toninha, Zilda, Darcy, Moacir, Jair José, José Bento e Maria do Carmo, pelo amor, carinho e ajuda, especialmente, a espiritual, por entenderem a razão da minha ausência neste período.

Toda gratidão

Às minhas cunhadas, Cida (*in memorian*) e Loide e aos meus sobrinhos,

Minha lembrança

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha fé...

Ao Prof. Dr. Norberto da Silva, por ter-me aceitado como orientada, pela realização deste trabalho, pelo aprendizado, por todas as sugestões e amizade.

Ao João Nakasa “Prêto”, meu companheiro e marido, pelo amor, carinho, incentivo, força, ajuda e compreensão da minha ausência durante este período.

Minha especial gratidão a Toninha, minha irmã querida, que se desdobrou para me ajudar, incansavelmente, nas diversas etapas do trabalho de campo, em dias frios, nas horas de sol escaldante e nas noites adentro, com peculiar esmero a minha alimentação.

À Guitucha, à Nana e Nina, por todo o carinho e alegria compartilhada.

À Maria Gorete Medeiros Santos, pela imprescindível energia espiritual, desprendimento em me ajudar, sem me conhecer.

Ao curso de Pós-graduação em Agronomia/Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu/SP por esta oportunidade.

Aos professores pelo aprendizado, convivência e amizade.

A todos os funcionários do Departamento de Produção Vegetal, que de uma ou outra forma colaboraram para a realização deste trabalho, em especial: Cirinho, Lana, Valéria, Vera, Maurílio, Rubens, pela atenção, préstimos, carinho e amizade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel, FCA/UNESP: Adélio, Ademar, Cido, Colla, Darci, Gallo, Irmãos Batista, Irmãos Bernardo, Lorenço, Lorençon, Mário, Nilton, Otávio, Quálio, Qualho, Vicente, Zanella, pela dedicação, presteza e amizade durante toda a etapa experimental do trabalho, em especial ao Luiz (Pilombeta) pela total e peculiar dedicação, especificamente numa das fases dos cruzamentos, por ocasião da minha ausência por problemas de saúde familiar.

Aos funcionários da biblioteca: Célia, Denise, Ermeti, Evandro, Hellen, Joel, Luizinho, Cida, M^a. do Carmo, M^a. Inês, Neuza, Nilson e Solange, pela atenção, carinho e presteza no atendimento.

À Pós-Graduação: M^a Helena, Marlene e Jaqueline, pelo atendimento.

À amiga Polyana A. D. Ehlert, por conquistar um espaço peculiar dentro do meu coração, obrigada por tudo, principalmente por você ser assim, “ESPECIAL”.

À Débora Rosa Rafaelli, amiga de todos os momentos. Obrigada por sua companhia, em nossas caminhadas e tudo mais, por sua valiosa e desprendida colaboração. Conhecer e conviver com você e o Daniel foi especial e muito importante para mim. Meu reconhecimento pela especial dedicação e carinho, de ambos, dispensados também à Kika, Kiko e Neko.

Ao amigo José Antonio Bono Maior, meu reconhecimento e gratidão.

Às amigas M^a Aparecida S. Naletto e Suelene B. Xavier, pela carinhosa e especial atenção durante a realização deste curso.

À amiga Vânia Ap. Marques Favato, pela atenção, préstimos, força espiritual e amizade sincera.

À Norma Duailibi, amiga de e para todos os momentos.

Ao Luiz Carlos Milhomem de Abreu, coincidências à parte, reencontramo-nos mais uma vez batalhando pelo mesmo ideal. Obrigado pela força, convívio e amizade sincera.

Ao Ari e Renata, Luciana e Fernando, Francisco André O. Tanaka, Vitória, Cristiane, pela convivência e amizade sincera.

À Haydée, pela lembrança e a saudade dos bons momentos vividos.

À Andréia Gobbo, Cleuza, Charlot, Denise, Guilherme, Janice, Jorge Hasegawa, Magnólia, M^a. dos Anjos, Marizélia, Neci e Paulinho, pela convivência e amizade carinhosa.

Aos colegas: Amanda, Andréia, Felipe, Juliana, Lílian, Marcinha, Rerisson, Roberto, Roseane, Sandra, Santino e Ulises, pela oportunidade de conhecê-los.

À família Santos: Sra. Rosa, Alexandrina, Jairo e Maria Neide, meus vizinhos da rua Genaro Gianini, pela amizade, carinho e cooperação, principalmente durante minhas viagens.

Ao Departamento de Recursos Naturais/Ciências Ambientais, pelo fornecimento dos dados climáticos, em especial ao Antonio Ribeiro da Cunha, pela atenção e presteza no atendimento.

À Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, “EMPAER”, hoje Instituto de Desenvolvimento Agrário, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul, IDATERRA, por ter concedido esta realização.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, por ter aprovado meu currículo para este curso e pela concessão de bolsa até março de 2003.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela bolsa concedida a partir de abril de 2003.

E a todos, que por uma falha de memória, não foram aqui citados, mas que de uma ou outra forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus agradecimentos.

À memória do Prof. Marcílio de Souza Dias,
marco de referência do melhoramento genético de hortaliças no Brasil.

Nossa homenagem...



Zatarim, M. 2005.

“Não há sábio que não tenha nada a aprender, nem humilde que não tenha nada a ensinar”.

(Provérbio popular)

SUMÁRIO

	Página
LISTA	DE
TABELAS.....x	
LISTA	DE
FIGURAS..... xi	
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	7
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5.1 Localização experimental	14
5.2 Populações utilizadas.....	14
5.3 Obtenção de diferentes gerações e técnicas de cruzamentos.....	15
5.4 Obtenção de plântulas.....	15
5.5 Avaliação de diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor e couve-brócolo	16
5.6 Análise biométrica das características avaliadas	18
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7 CONCLUSÕES	45
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise de variância e esperança dos quadrados médios de populações.....	19
Tabela 2. Quadrados médios e respectivas significâncias obtidos da análise de variância para as características avaliadas em diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, outono-inverno de 2002.....	25
Tabela 3. Quadrados médios e respectivas significâncias obtidos da análise de variância para as características avaliadas em diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, verão-outono de 2003-2004.....	26
Tabela 4. Médias das características avaliadas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.....	27
Tabela 5. Médias das características avaliadas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, verão-outono-2003-2004.....	27
Tabela 6. Porcentagem e distribuição de inflorescências em função da qualidade em diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor x couve-brócolo. São Manuel, inverno-outono de 2002.	36
Tabela 7. Porcentagem e distribuição de inflorescências em função da qualidade em diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor x couve-brócolo. São Manuel, verão-outono-2003/2004.....	37
Tabela 8. Estimativas dos componentes da variância obtidos a partir de gerações F_1 , F_2 , $RC_{PP.1}$ e $RC_{L.1}$ do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.	42
Tabela 9. Estimativas dos componentes da variância obtidos a partir de gerações F_1 , F_2 , $RC_{PP.1}$ e $RC_{L.1}$ do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.	42

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental à campo. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.....	22
Figura 2. Temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental à campo. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.....	23
Figura 3. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica início de formação da inflorescência. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.	287
Figura 4. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica início de formação da inflorescência. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.....	28
Figura 5. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica ciclo de planta. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.....	29
Figura 6. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica ciclo de planta. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.....	29
Figura 7. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica peso da inflorescência. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.....	33
Figura 8. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica peso da inflorescência. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.....	33
Figura 9. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica diâmetro da inflorescência. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.	34

Figura 10. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica diâmetro da inflorescência. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004	33
Figura 11. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica altura de planta. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.....	35
Figura 12. Inflorescências resultantes da geração F ₁ . Experimento outono-inverno, 2002.....	37
Figura 13. Planta da geração F ₁ . Inflorescência do tipo intermediária. Experimento verão-outono-2003/2004.....	38
Figura 14. Inflorescências defeituosas. Experimento verão-outono-2003/2004... ..	38
Figura 15. Inflorescências resultantes da geração F ₂ . Experimento outono inverno, 2002.....	39
Figura 16. Inflorescências resultantes das diversas gerações. Experimento verão-outono-2003/2004.....	40

1 RESUMO

Com objetivo de estudar a herança de características morfológicas e agronômicas em populações progenitoras e diferentes gerações obtidas do cruzamento entre couve-flor e couve-brócolo, foram cruzadas a linhagem de couve-flor de verão Piracicaba Precoce com o híbrido de couve-brócolo de cabeça única, denominado Legacy, obtendo-se as gerações F_1 e F_2 , e os retrocruzamentos para ambas as populações progenitoras.

Realizaram-se dois experimentos, denominados de outono-inverno e verão-outono, respectivamente, em 2002 e 2004, na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu/UNESP, localizada no município de São Manuel/SP.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os seis tratamentos, constituídos da couve-flor linhagem L-8995-5, da couve-brócolo híbrida Legacy, das gerações F_1 e F_2 , e retrocruzamentos para ambos os progenitores, foram plantados em parcelas de 20 plantas. A geração F_2 foi representada por quatro parcelas, as gerações de retrocruzamentos por duas parcelas e os progenitores por uma parcela, as quais foram distribuídas ao acaso dentro de cada bloco. O plantio no campo foi realizado em linhas duplas espaçadas de 0,8 m x 1,0 m e 0,7 m entre plantas dentro da fileira.

As avaliações foram feitas antes e durante a colheita das inflorescências, individualmente para todas as plantas da parcela, com exceção do número de folhas. As características avaliadas foram: início de formação da inflorescência (número de

dias da sementeira até o aparecimento visual da inflorescência), ciclo (número de dias da sementeira à colheita da inflorescência no ponto comercial), altura de planta (medida do nível do solo até o ápice da inflorescência, somente para o experimento de verão-outono), peso da inflorescência, diâmetro da inflorescência (obtido pela média aritmética entre o maior e o menor diâmetro), qualidade da inflorescência (avaliada por meio de uma escala subjetiva de notas variando de 1 a 5) e número médio de folhas por planta (obtido pela contagem do número de folhas de 5 plantas ao acaso por parcela, no final da colheita de cada experimento). Os dados foram processados e submetidos à análise biométrica.

Concluiu-se:

- couve-flor e couve-brócolo são duas variedades botânicas de *Brassica oleracea* geneticamente muito semelhantes entre si. Assim, a transferência de características específicas, entre as duas variedades, pode ser facilmente efetuada.

- a transferência de características é mais fácil em couve-flor do que em couve-brócolo.

- retrocruzamento seguido de seleção é o método mais adequado para alcançar o objetivo proposto.

- é possível obter-se um novo tipo de hortaliça “brocoflor.”

INHERITANCE OF MORPHOLOGICAL AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN THE INTRASPECIFIC CROSS BETWEEN CAULIFLOWER AND BROCCOLI

Botucatu, 2005. 61f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARIANA ZATARIM

Adviser: PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

2 SUMMARY

With objective of studying the inheritance of morphologic and agronomic characteristics in populations progenitors and different generations obtained of crossing among cauliflower and broccoli, the lineage of summer cauliflower Precocious Piracicaba with the hybrid of broccoli unique head, denominated Legacy were crossed being obtained the generations F1 and F2, and the recrossing for both progenitors populations .

Two experiments were accomplished denominated of fall-winter and summer-fall, respectively, in 2002 and 2004, in the São Manuel Experimental Farm, belonging to the Agronomic Science College, Campus of Botucatu/UNESP, located in the municipal district of São Manuel/SP.

The randomized blocks design was used with four replications. The six treatments, constituted of the cauliflower lineage L-8995-5, the hybrid broccoli hybrid Legacy, the generations F1 and F2, and retrocrossings for both progenitors, were planted in portions of 20 plants. The generation F2 was represented by four portions, the retrocrossings generations for two portions and the progenitors for a portion, which were distributed in random inside of each block. The planting in the field was accomplished in spaced double lines of 0,8 m x 1,0 m and 0,7 m among plants inside of the array.

The evaluations were accomplished before and during the harvest of the flowers, individually for all the plants of the portion, except for the number of leaves. The characteristics evaluated were: beginning of formation of the group of flowers (number of

days from the planting to the visual emergence of the group of flowers), cycle (number of days from the planting to the harvest of the group of flowers at commercial point), plant height (measurement of the level of the soil to the apex of the flowers, only for the summer-fall experiment), weigh, diameter of the flowers, d (obtained by the arithmetic average between the largest and the smallest diameter), quality of the flowers (appraised through a subjective scale of notes varying from 1 to 5) and medium number of leaves for plant (obtained by the counting of the number of leaves of 5 plants in random for portion, in the end of the harvest of each experiment). Data were processed and submitted to biometrics analysis.

Concluded:

- cauliflower and broccolis are two botanical varieties of *Brassica oleracea* genetically very similar one another. Thus, the transfer of specific characteristics, among the two varieties can be easily made.

- the transfer of characteristics is more easier in cauliflower than broccolis.

- retrocrossings followed to selection is the method more adequate to search purpose objective.

- is possible to obtain a new tip of vegetable “brocco-flowers.”

Keywords: vegetable breeding, genetics, crucifers.

3 INTRODUÇÃO

Brassica oleracea é uma das espécies mais importante das hortaliças cultivadas no ocidente, cuja domesticação é basicamente européia. É constituída de sete variedades botânicas: *B. oleracea* var. *acephala* - couve-de-folha; *B. oleracea* var. *italica* - couve-brócolo; *B. oleracea* var. *botrytis* - couve-flor; *B. oleracea* var. *gemmifera* - couve-de-bruxelas; *B. oleracea* var. *gongylodes* - couve-rábano; *B. oleracea* var. *capitata* - repolho e *B. oleracea* var. *alboglabra* - gailon. O centro de origem é a região do Mediterrâneo de onde se espalhou por toda Europa, dispersando-se para outras partes do mundo (CAMARGO, 1944; NIEUWHOF, 1969; CAMARGO & FORNASIER, 1971; HARLAN, 1975). Nos séculos XVII e XX a couve-flor e a couve-brócolo, respectivamente, encontravam-se cultivadas, espalhando-se posteriormente por todos os países, fazendo da espécie um grupo de hortaliças dos mais importantes (NIEUWHOF, 1969).

Todas as variedades botânicas possuem o mesmo número de cromossomos ($2n=18$) facilitando os cruzamentos intervarietais (BRIEGER & GURGEL, 1942). Entretanto, são escassos os trabalhos de cruzamentos, entre elas, com objetivos definidos para o melhoramento. Em grande parte são especulações e relatos de descrições das plantas resultantes desses cruzamentos.

CURRENCE (1934) e BAGGETT & WAHLERT (1975) foram os únicos autores que apontam vantagens práticas para obtenção de cruzamentos intervarietais de *B. oleracea*, tais como melhoria na qualidade alimentícia, ampliação das adaptações de determinadas variedades e obtenções de novos tipos de hortaliças pelas combinações de características morfológicas.

HONMA E HEECKT (1971) a partir do cruzamento entre couve-flor Pua-Kea e couve-brócolo Spartan Early, seguida de oito gerações de seleção, obtiveram um “novo tipo de couve-flor” denominado Green Ball, cuja principal característica era a formação de inflorescência semelhante à couve-flor, porém, esverdeada, e as folhas dessas plantas eram similares às de couve-brócolo. Eles afirmam que esse novo tipo de inflorescência apresenta maior conteúdo de massa seca, permite maior qualidade do produto após congelamento.

Outro programa de sucesso foi desenvolvido pelo Prof. Marcílio de Souza Dias (citado por Silva, 1989) por meio da incorporação de um gene dominante de couve-flor tropical Piracicaba Precoce em couve-brócolo ramoso, originando a cultivar “Ramoso Piracicaba de Verão”. Essa cultivar pode ser plantada nas diversas condições climáticas brasileiras e permitiu a utilização de híbridos tropicais nessa espécie, como pela primeira vez no mundo, obteve-se uma cultivar de couve-brócolo ramoso adaptado ao cultivo de verão.

O objetivo deste trabalho é o de estudar a herança de características morfológicas e agronômicas em populações oriundas do cruzamento entre couve-flor e couve-brócolo, visando à orientação de futuros programas de melhoramento da espécie.

4 REVISÃO DE LITERATURA

O gênero *Brassica* apresenta mais de cem espécies selvagens e cultivadas (HONMA & HEECKT, 1960). Entre estas, seis espécies constituem-se nas principais utilizadas como alimento. As relações entre elas foram estabelecidas por Morinaga (1934) e Nagaharu (1935) citados por Honma & Heeckt (1960). Segundo esses autores três espécies diplóides *B. nigra* ($n = x = 8$) *B. oleracea* ($n = x = 9$) e *B. campestris* ($n = x = 10$) constituem-se nas espécies básicas, que por cruzamento e poliploidização, originaram mais três espécies anfidiplóides *B. carinata* ($n = 17$) *B. juncea* ($n = 18$) e *B. napus* ($n = 19$). Entre essas seis espécies, duas são mais importantes como hortaliças cultivadas, *B. campestris* e *B. oleracea*. *Brassica campestris* é polimórfica, com sete variedades botânicas que se originaram em região de altitude do Mediterrâneo, migraram para o norte da Europa e posteriormente para a China onde evoluíram em diferentes populações locais. O representante mais comum dessa espécie é *Brassica campestris* var. *pekinensis*, denominada de couve-chinesa, que constitui-se em uma das hortaliças mais importantes na Ásia.

O centro de origem de *Brassica oleracea* é a região do Mediterrâneo e a forma selvagem ocorre na Costa Atlântica da Europa Ocidental. Da região mediterrânea espalhou-se por toda Europa onde foi cultivada desde os tempos antigos, dispersando-se para outras partes do mundo (CAMARGO, 1944); NIEUWHOF, (1969); CAMARGO & FORNASIER, (1971); HARLAN, (1975). Supõe-se que todas as brássicas cultivadas tenham

tido a mesma origem, ou seja, a partir de um ancestral comum, *Brassica oleracea* L. var. *sylvestris* L., uma couve de folhas largas, lobuladas, onduladas, espessas e cobertas por uma leve camada cerosa, semelhante à couve comum, ainda encontrada nas regiões litorâneas da Europa e norte da África. (GILES, 1941); [(Magruder, 1937); (Horne, 1954); (Vilmorin, 1956), citados por Swarup e Chatterjee, 1972)]; (NIEUWHOF, 1969); (ALLARD, 1971); (CAMARGO & FORNASIER, 1971); (BAGGETT & WAHLERT, 1975).

A couve-de-folha, a couve-rábano e o repolho foram as primeiras hortaliças, dentro da espécie, a serem introduzidas em cultivos, sendo as demais variedades de utilização posterior. Nos séculos XVII, XIX e XX, a couve-flor, a couve-de-bruxelas e a couve-brócolo encontravam-se, respectivamente, cultivadas espalhando-se posteriormente por todos os países, fazendo da espécie um grupo de hortaliças dos mais importantes (NIEUWHOF, 1969).

Do ponto de vista nutricional as brássicas sempre tiveram papel relevante na alimentação humana por serem ricas em vitaminas, sais minerais e fibras (CAMARGO, 1944; DIAS & GURGEL, 1952; NIEUWHOF, 1969). Atualmente, de maneira geral, os vegetais verdes ganham ainda mais importância como alimento básico e necessário à saúde humana. Entre as hortaliças dessa espécie, a couve-brócolo e a couve-flor são atualmente mais valorizadas por possuírem um grupo de substâncias, os glucosinolatos, em alta proporção. Estes compostos são cientificamente reconhecidos por conter propriedades anticancerígenas. Além disso, possuem grandes quantidades de substâncias nutricionais antioxidantes como as vitaminas C e E, beta caroteno, minerais (Ca e Mg), aminoácidos e importantes quantidades de flavonóides (CARLSON, *et al.*, 1987; HILL *et al.*, 1987; MONTEIRO & LUNN, 1998; RODRIGUES & ROSA, 2000; GOMES *et al.*, 2000).

Brassica oleracea constitui-se em uma espécie alógama devido, entre outras razões, a presença de um eficiente sistema de auto-incompatibilidade do tipo esporofítico e dentro da espécie, todas as variedades se cruzam livremente se cultivadas lado a lado necessitando de isolamento, dos campos, na produção de sementes de diferentes variedades (WATTS, 1968). Os híbridos resultantes de cruzamentos manuais ou artificiais são completamente férteis, e não há ocorrência de plantas estéreis nas gerações subsequentes,

demonstrando ausência de barreiras reprodutivas entre elas. Por esse motivo cruzamentos entre variedades de *B. oleracea*, morfológicamente tão dissimilares, têm sido tentados por vários autores desde o início do século passado (WATTS, 1970b).

Sutton (1908, citado por Baggett & Kean, 1989b) cruzou couve-rábano com couve-de-folha, e nas gerações F₁ e F₂ classificou as plantas quanto ao engrossamento característico do caule de couve-rábano. Na geração F₁ obteve 3/4 de plantas com engrossamento e 1/4 sem engrossamento. Na geração F₂, 1/4 das plantas foram semelhantes a couve-rábano, enquanto nas demais a distribuição foi contínua para essa característica.

Pease (1916) citado por Baggett & Kean (1989b) cruzou couve-rábano com repolho, couve-de-folha e couve-de-bruxelas. Observou que a geração F₁ foi intermediária entre os progenitores para engrossamento do caule, enquanto que na geração F₂ constatou uma distribuição contínua para a característica. Por meio do estudo de retrocruzamento e progênies F₃ concluiu que o engrossamento do caule é devido a dois pares de alelos com modificadores.

CURRENCE (1934) efetuou cruzamento entre couve-de-bruxelas e diferentes cultivares de repolho com o objetivo de selecionar novas combinações das características dos progenitores nas gerações segregantes, tais como: melhorar a qualidade para consumo do repolho, ampliar a adaptação a fatores ambientais de couve-de-bruxelas, além de obter plantas intermediárias entre os dois tipos com capacidade de produzir repolho e couve-de-bruxelas simultaneamente. Concluiu que as gerações segregantes foram constituídas de tipos intermediários e que retrocruzamentos para couve-de-bruxelas seriam necessários para recuperar populações comerciais.

YAGER (1943) obteve um cruzamento dialélico parcial entre seis variedades de *B. oleracea* (couve-de-folha, couve-brócolo, couve-de-bruxelas, couve-flor, couve-rábano e repolho) e descreveu as características das 15 gerações F₁ obtidas. Na maioria dos casos as plantas apresentaram características intermediárias entre as populações progenitoras utilizadas. De modo geral, cruzamentos com couve-rábano produziram plantas semelhantes a este progenitor com engrossamento apenas parcial do caule. Cruzamentos de couve-de-bruxelas com as demais variedades produziram pequenos repolhos na axilas das

folhas, porém menos desenvolvidos ou poucos compactos. Cruzamentos com repolho sempre produziram plantas com ausência de inflorescências e no cruzamento entre couve-brócolo e couve-flor as inflorescências foram semelhantes a couve-brócolo porém, verdes claras e pouco desenvolvidas.

WATTS (1970a) baseado na existência de maior heterose no cruzamento intervarietal de *B. oleracea* do que nos cruzamentos intravarietais, cruzou variedades da espécie, duas a duas, incluindo além dessas, uma couve selvagem. Como o objetivo principal era produção de massa verde para alimentação de ovelhas, o diâmetro do caule e a massa fresca das plantas foram as características avaliadas. O autor concluiu que vários cruzamentos apresentaram potencial para utilização na alimentação animal, destacando-se as combinações em que a couve selvagem foi um dos progenitores, como por exemplo couve-flor x couve selvagem. Com exceção do híbrido entre couve-de-bruxelas e repolho, que poderia ser utilizado com dupla finalidade, nenhum dos demais demonstrou potencial para utilização como planta olerácea.

Weisaeth (1974) citado por Gray (1982) cruzou couve-flor com repolho e para recuperar a característica de formação de cabeça, sem brotações laterais, foram necessárias 12 gerações de retrocruzamentos para couve-flor.

Com objetivo de transferir a resistência à hérnia das crucíferas *Plasmodiophora brassicae* de repolho para couve-brócolo, BAGGETT & WAHLERT (1975) obtiveram as gerações F₁ e F₂ de quinze cruzamentos entre linhagens de repolho e couve-brócolo ramoso. Utilizando estas populações, eles estudaram o hábito de florescimento sob condições naturais de Oregon U.S.A. Todas as plantas F₁ apresentaram hábito anual de florescimento e de maneira geral com características semelhantes à couve-brócolo. Do total de 2724 plantas F₂ estudadas, 43% desenvolveram inflorescências no primeiro ano. Os autores concluíram que hábito anual versus bienal de florescimento é uma característica quantitativa. Nenhuma planta tipo repolho, com cabeça compacta foi recuperada na geração F₂ e plantas de couve-brócolo puderam ser obtidas após duas gerações de retrocruzamentos.

PELOFSKE & BAGGETT (1979) relataram a herança do comprimento dos internódios, a forma de planta e hábito anual de florescimento, no

cruzamento entre couve-de-folha x couve-brócolo. Na geração F_1 as plantas foram vigorosas, tardias e anuais. Todas as plantas da progênie F_1 retrocruzadas para o progenitor couve-brócolo, e 92% das 3260 plantas do F_2 foram anuais, enquanto 40% das plantas do F_1 retrocruzadas para repolho foram bienais. Os autores concluíram que hábito anual é dominante e controlado por mais que um gene. O número de dias para o aparecimento da inflorescência, nas plantas anuais, variou devido a genes com ação aditiva. A herança do comprimento dos internódios foi também quantitativa e principalmente aditiva, mas com alguma dominância para internódios curtos.

BAGGET & KEAN (1989a) descreveram a segregação das progênes F_2 resultante do cruzamento de plantas com hábito anual de florescimento x hábito bienal, precoces e tardias de couve-brócolo cruzada com linhagens de repolho, couve-rábano, gailon, couve-de-bruxelas e couve-de-folha. As progênes F_1 foram completamente anuais para hábito de florescimento com grande influência de fatores ambientais. Hábito anual foi dominante sobre bienal sendo controlado por diversos genes maiores com forte efeito modificador de hábito sobre ambos progenitores, anual e bienal. O tempo para o aparecimento da inflorescência nas plantas anuais das progênes da geração F_2 demonstrou ser controlado por fatores genéticos quantitativos, principalmente aditivos. A época de inflorescência para o F_1 mostrou grande efeito ambiental e especialmente em couve-de-bruxelas e gailon, os genes de dominância contribuíram fortemente com fatores de maturidade tardia. As progênes F_2 do cruzamento envolvendo couve-brócolo tardio apresentaram duas a cinco vezes mais plantas bienais, como as progênes F_2 do cruzamento de couve-brócolo precoce.

BAGGETT & KEAN (1989b) relataram que progênes F_1 e F_2 do cruzamento com linhagens de couve-brócolo precoce e couve-rábano, demonstraram que a característica dias para a maturidade de botões florais é provavelmente devida a herança quantitativa principalmente aditiva, demonstrando que o progenitor de couve-rábano contribuiu fortemente com fatores genéticos quantitativos para a característica de maturidade tardia de plantas, e que o F_2 apresentou alguma expressão de dominância sobre o tipo couve-brócolo.

TIRA (1996) com objetivo de melhorar as características de couve-brócolo, explorou a combinação de cruzamentos, entre couve-brócolo e gailon. Os resultados obtidos permitiram concluir que, a cor das pétalas, tipo inflorescência e formato do limbo foliar, o controle é monogênico, sendo a cor branca das pétalas, folhas liras e inflorescência compacta dominantes sobre pétalas amarelas, folhas inteiras e inflorescências frouxas. Por outro lado, características tais como dias para florescimento, dias para colheita, peso de cabeças, folhas e comprimento da haste apresentaram controle poligênico, com ação gênica de dominância.

Como pode ser observado pela revisão da literatura durante quase cem anos, são relativamente escassos os trabalhos relatando resultados de cruzamentos intervarietais de *Brassica oleracea*. Em geral, a maioria deles diz respeito às observações e descrições das plantas resultantes dos cruzamentos efetuados, sem objetivos definidos para fins de melhoramento.

CURRENCE (1934) e BAGGETT & WAHLERT (1975) foram os únicos autores que apontaram vantagens práticas para obtenção de cruzamentos intervarietais de *B. oleracea* tais como melhoria na qualidade alimentícia, ampliação das adaptações de determinadas variedades, como, por exemplo, couve-de-bruxelas, transferência de resistência a *Plasmodiophora brassicae*, e obtenções de novos tipos de hortaliças pela combinação de características morfológicas particulares.

São ainda mais escassos os relatos de cruzamentos entre couve-flor e couve-brócolo, assunto do presente trabalho, principalmente na herança de característica e comportamento de populações segregantes. Entretanto, Crisp (1975) citado por Gray (1982) relata que a geração F₂ resultante do cruzamento entre *B. oleracea* var. *italica* e *B. oleracea* var. *botrytis*, mostrou grande segregação para a maioria das características estudadas, incluindo uma pequena proporção de tipos de couves-flores coloridas. Segundo o autor esse fato demonstra não só grande similaridade genética entre as duas variedades botânicas, mas que diferentes colorações de “italica e botrytis” originaram-se a partir do mesmo conjunto gênico compartilhado originalmente pelas duas variedades. Interessante observar que apesar de um

único relato sucinto entre o cruzamento de couve-flor e couve-brócolo é nesta combinação intervarietal que resultados de melhoramento genético foram obtidos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização experimental

Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu/UNESP, localizada no município de São Manuel/SP, situada nas coordenadas geográficas de 22° 46' S e 48° 34' W, numa altitude média de 740 metros. De acordo com Espíndola et al. (1974) o clima é mesotérmico, ou subtropical úmido, com estiagens no período de inverno e temperatura média igual a 21 °C. O solo é classificado como Latossolo vermelho amarelo, fase arenosa. A precipitação média anual é de 1534 mm.

5.2 Populações utilizadas

Para estudo da herança de características nas populações segregantes entre couve-flor e couve-brócolo foi utilizada a linhagem L-8995-5 autocompatível, obtida da couve-flor Piracicaba Precoce número 1, após dez gerações de autofecundação (S_{10}), portadora do gene “V” (Dias, s. n. t.) para florescimento sob condições de verão tropical. A couve-brócolo foi representada pelo híbrido Legacy pertencente ao grupo de cabeça única, de

origem americana, com adaptação ao cultivo de outono-inverno no Estado de São Paulo e comercializada pela Seminis Vegetable Seeds.

As diferentes gerações do cruzamento entre a couve-flor e a couve-brócolo foram representadas pelo F_1 , F_2 e retrocruzamentos para ambas as populações progenitoras.

5.3 Obtenção de diferentes gerações e técnicas de cruzamentos

A geração F_1 do cruzamento entre a linhagem L-8995-5 de couve-flor e o híbrido de couve-brócolo Legacy foi obtida a partir de semeadura de 20/3/2001. Utilizou-se 40 plantas de cada progenitor para fins dos cruzamentos os quais foram realizados durante os meses de julho e agosto de 2001 e as sementes colhidas 70 dias após.

Para obtenção das gerações F_2 e retrocruzamentos, para ambos os progenitores, as sementes da geração F_1 e dos progenitores foram semeadas em 19/10/01. Os retrocruzamentos e autofecundações foram realizados nos meses de janeiro/fevereiro de 2002, utilizando-se 40 plantas para cada uma das populações. As sementes foram colhidas 80 dias após.

Para execução dos cruzamentos entre as diferentes populações, em ambas as etapas, as inflorescências do progenitor masculino foram protegidas no estágio de botão floral. Por ocasião da antese o pólen dessas flores foi utilizado para polinizar estigmas de botões florais do progenitor feminino, previamente emasculados. Após os cruzamentos, as inflorescências devidamente identificadas foram protegidas com sacos de papel manteiga, para evitar contaminações, que foram retirados após o desenvolvimento das síliquas.

5.4 Obtenção de plântulas

A obtenção de plântulas durante o trabalho experimental foi feita em bandejas de poliestireno expandido (isopor) com 128 células, utilizando-se como substrato uma mistura de Plantmax[®], terriço e casca de arroz carbonizada em proporções iguais, na qual misturou-se 3 kg da formulação 4-14-8 e 1 kg de Yoorin BZ por m³. Após a semeadura as sementes foram cobertas com casca de arroz carbonizada e em seguida regadas. As bandejas foram mantidas sob túnel plástico alto e uma semana após a semeadura foi feito o desbaste das plântulas, seguido de pulverização com solução de molibdato de sódio (1g/L) e bórax (2g/L) para prevenir deficiências desses elementos. O transplante das mudas para o campo variou de 28 a 36 dias, para os diferentes experimentos.

5.5 Avaliação de diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor e couve-brócolo

Foram realizados dois experimentos para avaliação das características nas diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor e couve-brócolo. A semeadura do primeiro experimento, denominado de outono-inverno, foi realizada em 29/5/02 e o transplante em 25/6/02. A colheita foi iniciada em 8/8/02 e finalizada em 25/9/2002. O segundo experimento, denominado de verão-outono, a semeadura foi realizada em 16/12/03. Em 06/01/04 as mudas foram transplantadas em vasos plásticos, com capacidade para 500 gramas de solo, com a finalidade de propiciar maior desenvolvimento vegetativo às plantas, por ser uma época bastante chuvosa, prevenindo a perda do experimento. O transplante para o campo ocorreu em 20/01/04, e a colheita de 25/02 a 21/4/2004.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 4 repetições. Os seis tratamentos, constituídos da couve-flor linhagem L-8995-5, da couve-brócolo Legacy, das gerações F₁ e F₂ e retrocruzamentos, para ambos os progenitores, foram plantados em parcelas de 20 plantas. Objetivando amostrar adequadamente a variabilidade

genética existente nas gerações segregantes, a geração F_2 foi representada por 4 parcelas de 20 plantas dentro de cada bloco, e as gerações de retrocruzamentos por 2 parcelas. Essas parcelas foram distribuídas ao acaso dentro dos respectivos blocos.

O preparo do solo foi feito dentro dos procedimentos convencionais e de rotina utilizados na Fazenda Experimental e constou de gradagem pesada e sulcamento. Não foi necessário fazer calagem. O plantio no campo foi realizado em linhas duplas espaçadas de 0,8 m x 1,0 m e 0,7 m entre plantas dentro da fileira. Utilizou-se irrigação por aspersão.

A adubação de plantio usada foi 100 g/m linear, de sulco, da formulação 4-14-8. Em cobertura utilizou-se 10 g/planta de nitrocálcio 15 dias após o transplante, e aos 45 dias 20 g/planta da mistura de nitrocálcio mais cloreto de potássio na proporção de 2:1. As plantas foram pulverizadas com bórax (2g/L) a cada 15 dias para prevenir deficiência de boro. As plantas invasoras foram controladas sempre manualmente e os insetos considerados pragas, como pulgões e lagartas, foram controlados quando necessário, com pulverizações de inseticidas específicos.

As colheitas foram realizadas uma ou duas vezes por semana, à medida que as inflorescências atingiam o ponto comercial, quando foram cortadas no pedúnculo, acima da inserção do primeiro nó. No experimento de outono-inverno realizaram-se 13 colheitas em 49 dias, e no experimento de verão-outono foram realizadas 15 colheitas, em 57 dias.

Antes e durante a colheita das inflorescências foram avaliadas:

- a) Início da formação da inflorescência: número de dias da semente até o aparecimento visual da inflorescência, em cada uma das plantas da parcela;
- b) Ciclo: número de dias da semente à colheita da inflorescência no ponto comercial, anotados individualmente para todas as plantas da parcela.
- c) número médio de folhas por planta: obtido pela contagem do número de folhas de 5 plantas ao acaso por parcela no final da colheita de cada experimento. O número de folhas foi obtido contando-se folhas existentes e as cicatrizes foliares, representado assim o número real.

- d) altura de planta: medida do nível do solo até o ápice da inflorescência, expressa em cm, somente para o experimento de verão-outono.
- e) peso da inflorescência: avaliada individualmente para todas as plantas da parcela;
- f) diâmetro da inflorescência: obtido pela média aritmética entre o maior e o menor diâmetro, expresso em cm.
- g) qualidade da inflorescência: avaliada por meio de uma escala subjetiva de notas variando de 1 a 5, onde 1 representou a inflorescência de má qualidade (aquela que apresentava pelo menos 3 defeitos); nota 2, para a inflorescência que apresentava pelo menos 2 defeitos; nota 3, para a inflorescência que apresentava pelo menos 1 defeito; nota 4, para aquelas inflorescências compactas, mas com a cor fora do padrão; nota 5, para as inflorescências de excelente qualidade. Nas populações segregantes onde ocorrem inflorescências tipo couve-flor, couve-brócolo e intermediárias, entre ambos os tipos, a nota máxima foi atribuída somente para as inflorescências que representavam os respectivos tipos (couve-flor ou couve-brócolo) e que apresentavam cor e formato característicos, ausência de antocianina, brácteas, “arroz” e falhas no meristema (buracos). As populações progenitoras, representando o tipo couve-flor ou tipo couve-brócolo foram sempre utilizadas como padrão para a avaliação da qualidade das populações segregantes.

5.6 Análise biométrica das características avaliadas

Os dados obtidos em ambos os experimentos foram submetidos à análise de variância segundo o delineamento de blocos ao acaso. Para tal as características avaliadas em números (dias para início de formação da inflorescência, ciclo e folhas) e notas (qualidade) foram previamente transformadas em \sqrt{x} . Os demais foram analisados nas unidades originais.

Para estudos dos coeficientes de herdabilidade das características procedeu-se à análise de variância dentro das respectivas populações testadas, com base na obtenção de valores individuais de plantas desconsiderando-se o efeito de repetições. O

esquema de análise, bem como a esperança dos quadrados médios podem ser observados na Tabela 1. Os coeficientes de herdabilidade para cada característica foram estimados de acordo com a metodologia de Mather & Jinks (1982) segundo os procedimentos de Ramalho *et. al.* (1993) onde:

h_a^2 = coeficiente de herdabilidade no sentido amplo

h_r^2 = coeficiente de herdabilidade no sentido restrito

$$h_a^2 = \frac{V_g^2}{V_f^2} = V_{F_2}^2 - \frac{V_E^2}{V_{F_2}^2}$$

$$h_r^2 = \frac{V_A^2}{V_f^2} = 2V_{F_2}^2 - \frac{V_{RC.1}}{V_{F_2}^2}$$

sendo:

V_A^2 = variância genética aditiva

V_D^2 = variância genética de dominância

V_f^2 = variância fenotípica da geração F₂

V_g^2 = variância genética da geração F₂

V_E^2 = variância ambiental dentro de populações. Obtida pela média aritmética das variâncias dentro de gerações progenitoras (couve-flor e couve-brócolo) e geração F₁

$V_{F_2}^2$ = variância fenotípica entre plantas da geração F₂

$V_{RC.1}^2$ = soma das variâncias fenotípicas entre plantas, dentro das gerações de retrocruzamento do F₁ para ambos os progenitores (couve-flor e couve-brócolo).

Tabela 1. Análise de variância e esperança dos quadrados médios das populações.

Fonte de variação	GL		E(QM)
	outono-inverno	verão-outono	
Blocos	3	3	-
Gerações	5	5	-
Resíduo	15	15	-
Dentro P. Precoce	73	78	V_E^2
Dentro Legacy	76	76	V_E^2
Dentro F ₁	74	76	V_E^2
Dentro F ₂	295	306	$V_A^2 + V_D^2 + V_E^2$
Dentro RC _{PP,1}	155	149	$1/3 V_A^2 + 2V_D + 2V_E^2$
Dentro RC _{L,1}	159	153	

¹/₃ = Representa a esperança da soma dos quadrados médios de ambas as gerações de retrocruzamento onde:

V_E^2 = Variância ambiental

V_A^2 = Variância genética aditiva

V_D^2 = Variância genética de dominância

O grau médio de dominância (GmD) foi estimado pelo expressão:

$$GmD = \sqrt{2V_D^2 / V_A^2}$$

O número de genes controladores da característica e segregantes na geração F₂ foi estimado pela expressão proposta por Wright (1934) citado por Ramalho *et al.* (1993):

$$n^0 \text{ genes} = k = \frac{0,25(0,75 - \mu + \mu^2)D^2}{V_{F_2}^2 - V_E^2}$$

onde:

$$\mu = \frac{\bar{F}_1 - \bar{P}_1}{\bar{P}_2 - \bar{P}_1}$$

$$D = \bar{P}_2 - \bar{P}_1$$

Para a estimativa dos componentes da variância dentro de populações, coeficiente de herdabilidade e estimativas do número de genes segregantes controladores das características, pressupõe-se que as populações progenitoras sejam homozigotas.

No caso da linhagem L-8995-5 de couve-flor isto é fato, considerando-se que a mesma apresenta dez gerações de endogamia. A população de couve-brócolo utilizada constitui-se de um híbrido simples de linhagens endogâmicas, portanto, heterozigotas para estes genes.

Considerou-se, entretanto, que para os genes que controlam características intrínsecas de couve-brócolo essa população é homozigota e contrastante do parental couve-flor; portanto, as estimativas obtidas referem-se a genes para os quais *B. oleracea* var. *italica* difere de *B. oleracea* var. *botrytis*.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento outono-inverno (Fig. 1) o período compreendido do transplante até o início da colheita, o gráfico mostra que as temperaturas mínimas oscilaram entre 9 a 16 °C, sendo as mais freqüentes próximas de 15 °C, aproximadamente, enquanto que as máximas variaram de 18 a 28 °C, até o início da colheita. Durante o período da colheita as variações mais freqüentes das mínimas ficaram entre 15 a 18 °C e das máximas, entre 25 a 30 °C.

No experimento verão-outono (Fig. 2) durante toda fase experimental, as temperaturas mínimas, registradas no período, oscilaram entre 15 a 20 °C, e as máximas, mais freqüentes, entre 25 a 30 °C.

Comparando-se os dois experimentos conclui-se que, as temperaturas mínimas e máximas, registradas durante a fase do transplante até o início da colheita, foram maiores e mais próximas no experimento verão-outono. No outono-inverno foram mais baixas, em média 5 °C. Durante o período da colheita as oscilações, das temperaturas, foram praticamente iguais, nos dois experimentos. Portanto observa-se tendência de menor diferença entre as temperaturas máximas e mínimas durante o verão-outono. Essas diferenças refletem na manifestação das características avaliadas.

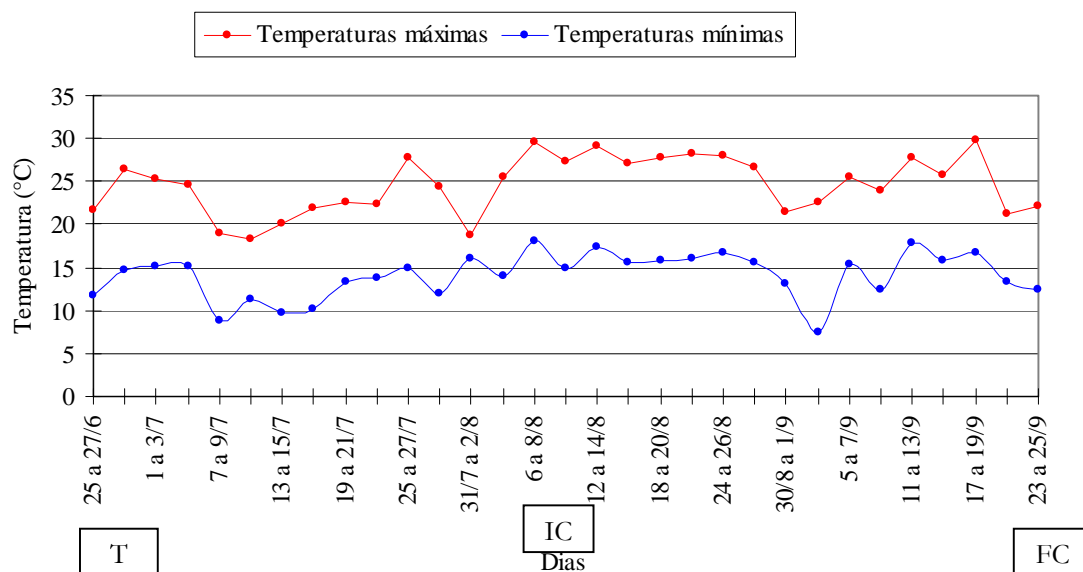


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental a campo. São Manuel/SP, outono-inverno de 2002.

T = transplante
 IC = início da colheita
 FC = final de colheita

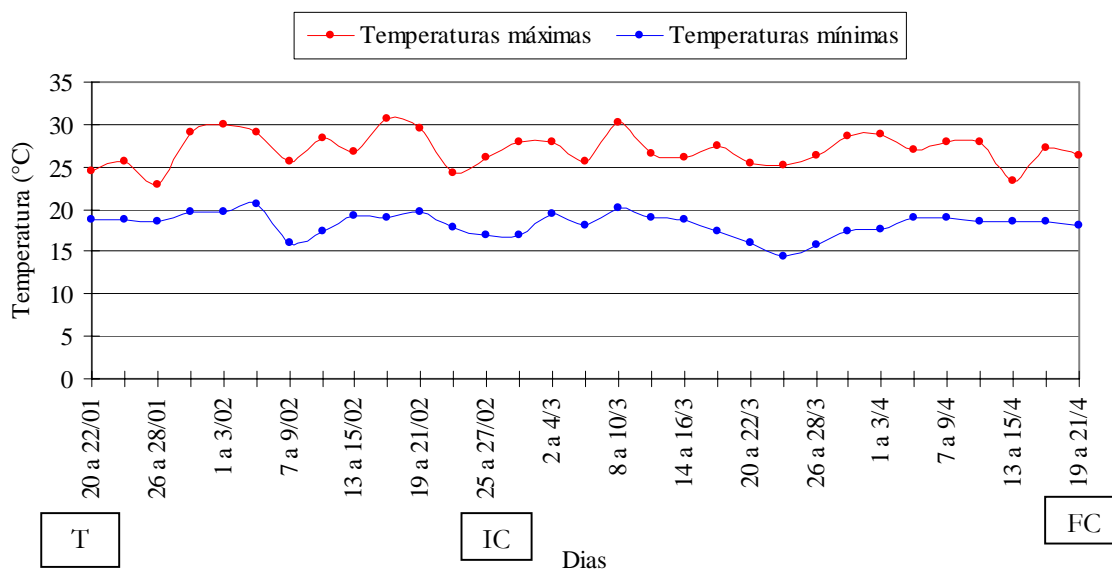


Figura 2. Temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental a campo. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

T = transplante
 IC = início da colheita
 FC = final de colheita

Os quadrados médios (Tabelas 2 e 3) respectivamente, para o período outono-inverno e verão-outono revelam, para a variável tratamento, significância ao nível de 5% de probabilidade, para todas as características avaliadas, indicando haver diferenças de comportamento entre as seis populações avaliadas. Os baixos valores dos coeficientes de variação indicam boa precisão experimental (GOMES, 1982).

Quando se compara o início de formação da inflorescência (Tabelas 4 e 5) para as seis populações avaliadas, em ambos os experimentos, a média dos dados revela que no outono-inverno as populações apresentaram tendência de serem mais precoces. A linhagem de couve-flor Piracicaba Precoce, iniciou a formação da inflorescência aos 50 e 58 dias, respectivamente, após a semeadura, enquanto que Legacy iniciou aos 72 e 76 dias. As gerações F_1 e F_2 e o retrocruzamento para couve-flor não apresentaram diferenças entre si, para essa característica, sendo intermediários entre as populações progenitoras, enquanto que o retrocruzamento para couve-brócolo foi tão tardio quanto Legacy, para as duas épocas de cultivo.

No experimento outono-inverno (Figura 3) cem por cento das plantas da couve-flor Piracicaba Precoce iniciaram a formação das inflorescências até aos 60 dias após a semeadura, enquanto que 97,5% das plantas de Legacy iniciaram entre 61 a 80 dias. Na geração F_1 , 94% das plantas foram intermediárias entre os progenitores. Como esperado, a geração F_2 apresentou maior variabilidade, para esta característica, iniciando antes dos 50 dias e finalizando aos 80 dias, sendo 33,4% tão precoces quanto à linhagem de couve-flor e 76,6% tão tardias quanto Legacy. No retrocruzamento para Piracicaba Precoce, metade das plantas foi tão precoce quanto esse progenitor e metade tão tardia quanto Legacy. O retrocruzamento para Legacy diminuiu a precocidade para essa característica e apenas 13,1% dessa geração foi tão precoce quanto Piracicaba Precoce.

Tabela 2. Quadrados médios e respectivas significâncias obtidos da análise de variância para as características avaliadas em diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, outono-inverno de 2002.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		IFI (dias)	C (dias)	PI (g)	DI (cm)	NF
Bloco	3	0,0082	0,0121	5312,8382	3,2478	0,0143
Tratamento	5	0,8983*	1,0219*	38982,2929*	8,1747*	0,3423*
Resíduo	15	0,0144	0,0055	1757,7855	1,2091	0,0150
Dentro P. Precoce	73	0,0500	0,0331	5025,1746	4,6349	-
Dentro Legacy	76	0,0653	0,0373	55397,1752	15,2556	-
Dentro do F ₁	74	0,0827	0,0472	16325,9608	6,0841	-
Dentro do F ₂	295	0,2542	0,1654	14781,7319	7,8464	-
Dentro do RC _{PP,1}	155	0,4846	0,1002	10389,1106	5,7541	-
Dentro do RC _{L,1}	159	0,1644	0,1178	20366,1694	10,4326	-
CV (%)		1,52	3,12	14,64	8,44	2,66
Média		7,91	9,22	286,39	13,03	4,60

*significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

IFI = início de formação das inflorescências

C = ciclo

PI = peso das inflorescências

DI = diâmetro da inflorescências

NF = número de folhas

Tabela 3. Quadrados médios e respectivas significâncias obtidos da análise de variância para as características avaliadas em diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, verão-outono de 2003-2004.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		IFI (dias)	C (dias)	PI (g)	DI (cm)	NF	AP (cm)
Bloco	3	0,0222	0,0171	28150,1103	4,8078	0,0041	5,0635
Tratamento	5	0,8030*	0,5640*	9667,2616*	2,5698*	0,7879*	197,0008*
Resíduo	15	0,0165	0,0093	1909,7246	0,6172	0,0400	12,0455
Dentro P. Precoce	78	0,0837	0,0528	22094,0694	5,3538	-	10,0646
Dentro Legacy	76	0,0360	0,0840	32424,9543	8,5799	-	18,4580
Dentro do F ₁	76	0,0282	0,0709	34631,6369	9,1109	-	31,2720
Dentro do F ₂	306	0,1579	0,2131	31730,0149	10,1724	-	88,0513
Dentro do RC _{PP,1}	149	0,2625	0,2255	34796,7864	9,2596	-	40,5328
Dentro do RC _{L,1}	153	0,2278	0,2115	26395,3149	9,9828	-	53,6758
CV (%)		1,55	1,04	10,88	5,00	3,92	10,36
Média		8,30	9,27	401,61	15,71	5,1	33,50

*significativo pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade

IFI = início de formação das inflorescências

C = ciclo

PI = peso da inflorescências

DI = diâmetro da inflorescências

NF= número de folhas

AP = altura da plantas

Tabela 4. Médias das características avaliadas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.

População	Início de formação da inflorescência (dias)	Ciclo (dias)	Peso da inflorescência (g)	Diâmetro da inflorescência (cm)	Número de folhas
P. Precoce	50,4 c	72,2 e	210,4 c	12,8 ab	16,0 b
Legacy	72,2 a	100 a	479,2 a	15,2 a	23,0 a
F ₁	62,4 b	84,6 c	305,2 b	13,3 ab	20,2 ab
F ₂	64,0 b	84,6 c	239,5 bc	12,0 b	22,1 ab
RC _{PP.1}	59,3 b	79,2 d	238,5 bc	12,4 b	22,1 ab
RC _{L.1}	67,2 a	90,2 b	246,9 bc	11,8 b	23,0 a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 5. Médias das características avaliadas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, verão-outono-2003-2004.

População	Início de formação da inflorescência (dias)	Ciclo (dias)	Peso da inflorescência (g)	Diâmetro da inflorescência (cm)	Número de folhas	Altura de planta (cm)
P. Precoce	57,8 d	75,7 d	437,8 a	15,5 a	25,0 b	22,4 c
Legacy	75,7 a	88,4 b	432,8 a	16,7 a	33,6 a	40,7 a
F ₁	64,0 c	82,8 c	459,5 a	16,6 a	30,2 a	32,8 b
F ₂	70,6 b	88,4 b	353,2 b	15,1 a	22,1 b	34,2 ab
RC _{PP.1}	68,9 bc	86,5 bc	335,0 b	15,0 a	22,1 b	26,9 bc
RC _{L.1}	77,4 a	96,0 a	392,2 ab	15,3 a	23,0 b	40,5 a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

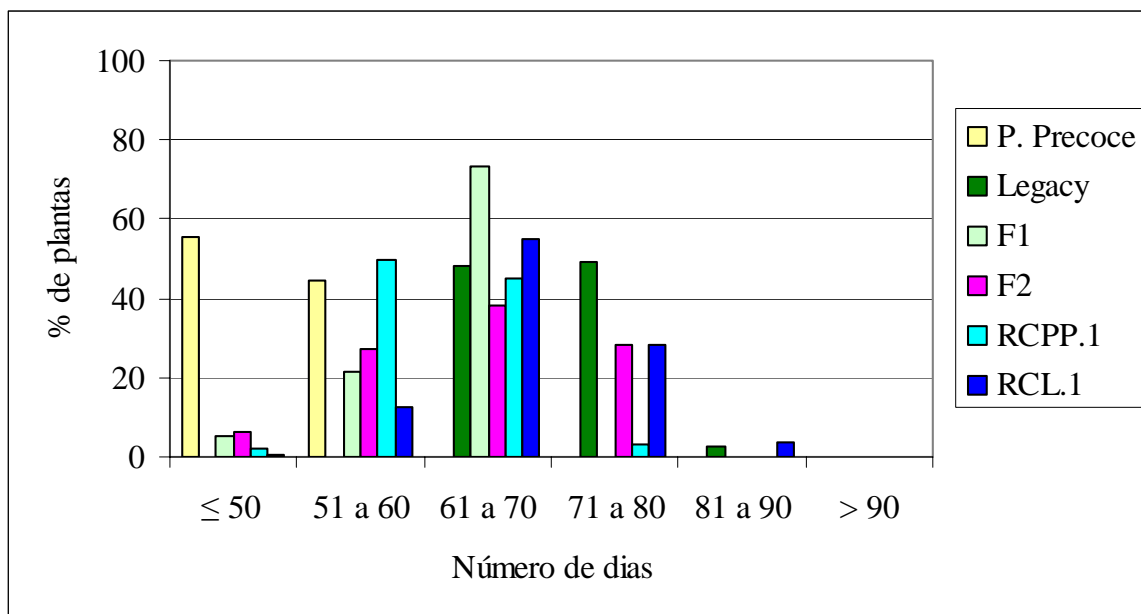


Figura 3. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica início de formação da inflorescência. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.

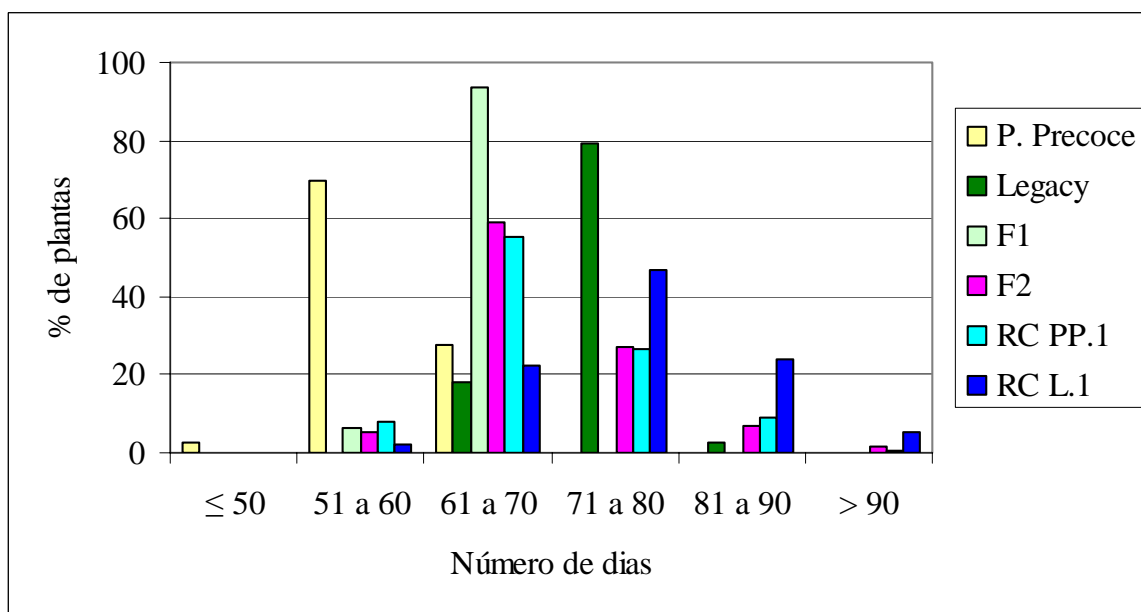


Figura 4. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica início de formação da inflorescência. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

No experimento verão-outono (Figura 4) o início de formação das inflorescências foi mais tardio, praticamente, para todos os tratamentos, se comparado ao experimento de outono-inverno (Figura 3). Para ambos os progenitores embora o início de formação da inflorescência tivesse ocorrido no mesmo período, as porcentagens de plantas correspondentes foram muito menores que no outono-inverno (Figura 3). A explicação está na necessidade de acúmulo de frio para ocorrência da diferenciação da inflorescência, que da fase do transplante ao início da colheita, as temperaturas mínimas do período oscilaram entre 15 a 20 °C, enquanto no outono-inverno, para a mesma fase, a oscilação ficou entre 9 a 16 °C (Figuras 1 e 2).

A geração F₁ apresentou um comportamento bastante uniforme onde 93,5% das plantas iniciaram a formação da inflorescência entre 61 a 70 dias. À semelhança do experimento outono-inverno a geração F₂ e os retrocruzamentos para couve-flor e couve-brócolo, apresentaram variabilidade para essa característica, onde para a maior parte das plantas a formação das inflorescências concentrou-se entre 61 e 80 dias, 86%, 82% e 68,9%, respectivamente, para as três gerações.

De acordo com SHINOHARA (1984) a diferenciação floral em *Brassica oleracea*, depende da superação de um período juvenil que se expressa em função da idade fisiológica e não cronológica das plantas, sendo variável em função da população e da ocorrência de temperaturas apropriadas para cada cultivar. FUJIME & OKUDA (1996) relatam que couves-flores tropicais como Piracicaba Precoce, podem passar do estágio vegetativo para o reprodutivo com temperaturas superiores a 21 °C. Além disso, possui um período juvenil relativamente curto em relação às cultivares de inverno (TAKAZAKI, 1984). As temperaturas ocorrentes durante a fase experimental, do presente trabalho, tanto no outono-inverno como verão-outono foram suficientes para indução floral nas duas épocas, apressando o início da formação das inflorescências de Piracicaba Precoce no outono-inverno quando as temperaturas foram mais baixas. Por outro lado Legacy é considerado um híbrido de couve-brócolo que possui adaptação ao calor e, portanto, capaz de ser induzido pelas temperaturas ocorrentes em ambos os experimentos.

A validade dessa hipótese pode ser reforçada ao se verificar a característica número de folhas que apresentou exatamente a mesma tendência do número de dias para o início de formação da inflorescência, sendo que o híbrido Legacy apresentou 77%

mais folhas no verão-outono que no outono-inverno, com a mesma precocidade nas duas épocas (Tabela 4 e 5).

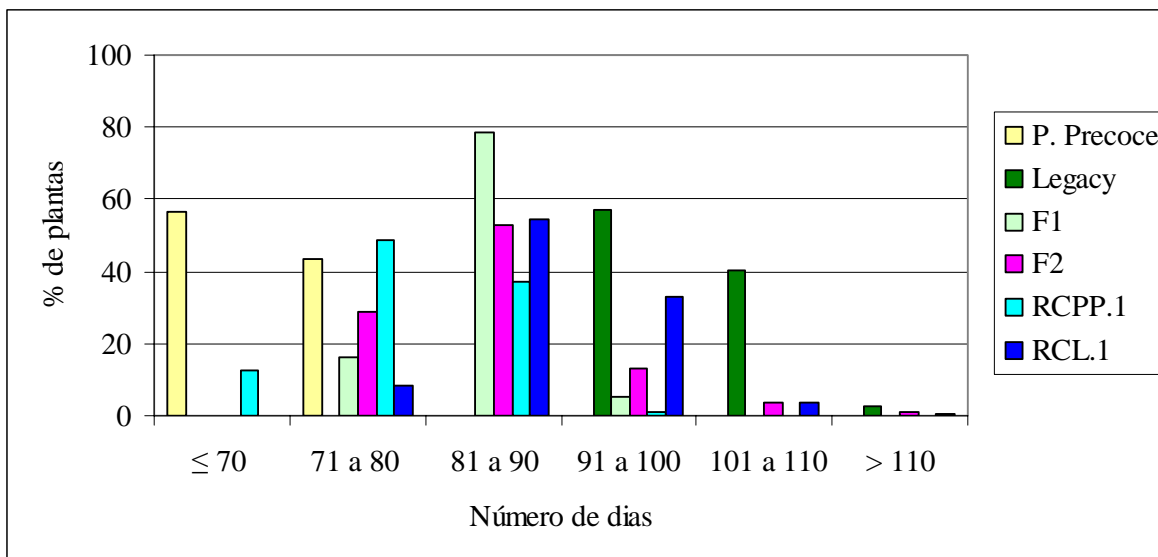


Figura 5. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica ciclo de planta (dias). São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.

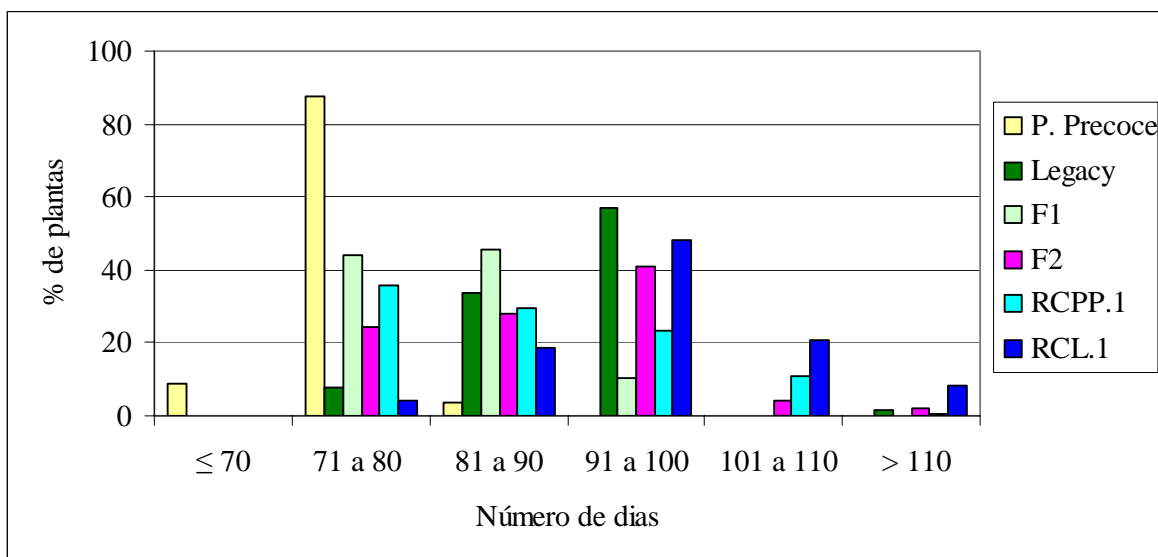


Figura 6. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica ciclo de planta (dias). São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

Nos experimentos outono-inverno e verão-outono 100% e 96,2%, respectivamente, das inflorescências da couve-flor Piracicaba Precoce foram colhidas entre 70 a 80 dias após a sementeira, confirmando as características de precocidade da linhagem relatada por DIAS (1961). Legacy é considerado um híbrido de couve-brócolo com adaptação ao calor, ele apresentou comportamento mais tardio no outono-inverno, onde 97,4% das inflorescências foram colhidas entre 91 a 110 dias e no verão-outono 41,6% foram colhidas entre 71 a 90 dias, 57,1% entre 91 a 100 dias e 1,3% depois dos 110 dias da sementeira (Figuras 5 e 6).

A geração F₁ foi intermediária em relação aos progenitores, variando de 71 a 100 dias, nas duas época avaliadas, com média de 62 dias. A geração F₂, como esperado, apresentou maior variabilidade, para essa característica, variado de 71 a 110 dias, embora 95,3% das plantas, dessa geração, tenham sido colhidas no mesmo intervalo que a geração F₁. Um por cento das plantas foi tão tardio quanto às plantas mais tardias de Legacy, mas nenhuma planta, foi tão precoce quanto às plantas mais precoces da linhagem de couve-flor (Figuras 5 e 6).

No retrocruzamento para couve-flor, 61,5% das plantas segregantes foram tão precoces quanto esse progenitor e somente 1,3% foram tão tardias quanto Legacy, no outono-inverno. No verão-outono 65,3% foram tão precoces quanto Piracicaba Precoce e 34,7% tão tardias quanto a couve-brócolo (Figuras 5 e 6). Ao contrário, o retrocruzamento para couve-brócolo 87,5% de plantas originadas apresentaram precocidade intermediária e 37,4% foram tão tardias quanto Legacy (Figuras 5 e 6). Portanto, retrocruzamento para progenitor precoce recupera rapidamente a precocidade, enquanto que para o progenitor tardio também mantém plantas precoces e tardias na população. Uma possível explicação para esse resultado pode estar relacionada aos materiais utilizados, para os cruzamentos, serem de verão (VV) e inverno (vv).

O efeito da temperatura sobre o ciclo pode ser observado quando se compara a diferença entre a colheita e o início da formação da inflorescência (Tabelas 4 e 5). Durante o outono-inverno as inflorescências foram colhidas 23,2 dias após o seu aparecimento, enquanto no verão-outono esse período foi de 17,2 dias. Por outro lado, quando se considera a média das seis populações avaliadas, o número de dias para iniciação das inflorescências foi de 61,9 dias no outono-inverno e 69 dias no verão-outono, apesar do

número de dias para a colheita ter sido de 86 dias em ambos experimentos. Esse resultado pode estar relacionado à exigência de frio de cada material.

Analisando-se o peso de inflorescências observa-se que ele foi maior no verão-outono quando comparado ao outono-inverno, para todas as populações, exceto para o híbrido Legacy que apresentou um pequeno decréscimo no peso das inflorescências (Tabela 4 e 5). Esse resultado está relacionado com o cruzamento dos progenitores, verão x inverno, do qual as gerações obtidas (F_1 e F_2 e retrocruzamentos) a maior parte das plantas dessas populações serão de verão e quando plantadas no inverno receberão o estímulo precoce para florescimento, como consequência, inflorescências de menor peso (Figura 7 e 8). A linhagem Piracicaba Precoce produziu inflorescências entre 200 a 800 gramas no verão-outono, enquanto que Legacy mostrou-se muito variável para essa característica, nas duas épocas de semeadura. Como a melhor época para semeadura de couve-brócolo de cabeça única vai de março a maio, com colheita em setembro, e no presente trabalho foi feita no final de maio, pode ter faltado um pouco mais de frio para aumentar e uniformizar o peso. As demais populações, F_1 e F_2 e retrocruzamentos apresentaram produções concentradas nas classes de peso entre 200 a 600 gramas no outono-inverno, mas foram muito desuniformes no verão-outono, com variação entre 200 a 1000 gramas por inflorescência. No experimento outono-inverno as inflorescências da linhagem Piracicaba Precoce foram 52% inferiores em peso se comparado ao verão-outono.

Quanto ao diâmetro das inflorescências observa-se que foram maiores no verão-outono que outono-inverno (Figuras 9 e 10) confirmando-se a reação das populações quanto à adaptação ao verão, bem como, a exigência térmica para diferenciação. As diferenças de peso não podem ser atribuídas apenas ao diâmetro das mesmas. Existem relatos de correlação positiva entre o tamanho do aparato foliar e o diâmetro de inflorescências (SADIK, 1962; FUJIME & OKUDA, 1996). No presente trabalho o número médio de folhas por planta foi maior no verão-outono, quando o peso das inflorescências e o diâmetro também foram. Como a área foliar não foi determinada, essa relação causa efeito não pode ser estabelecida.

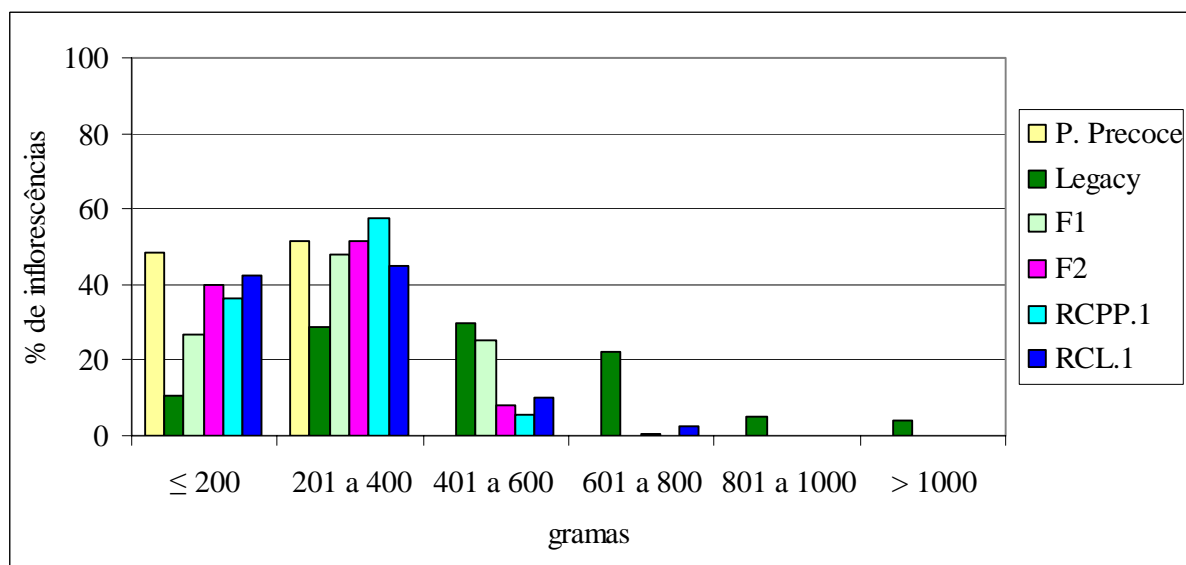


Figura 7. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica peso (g) da inflorescência. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.

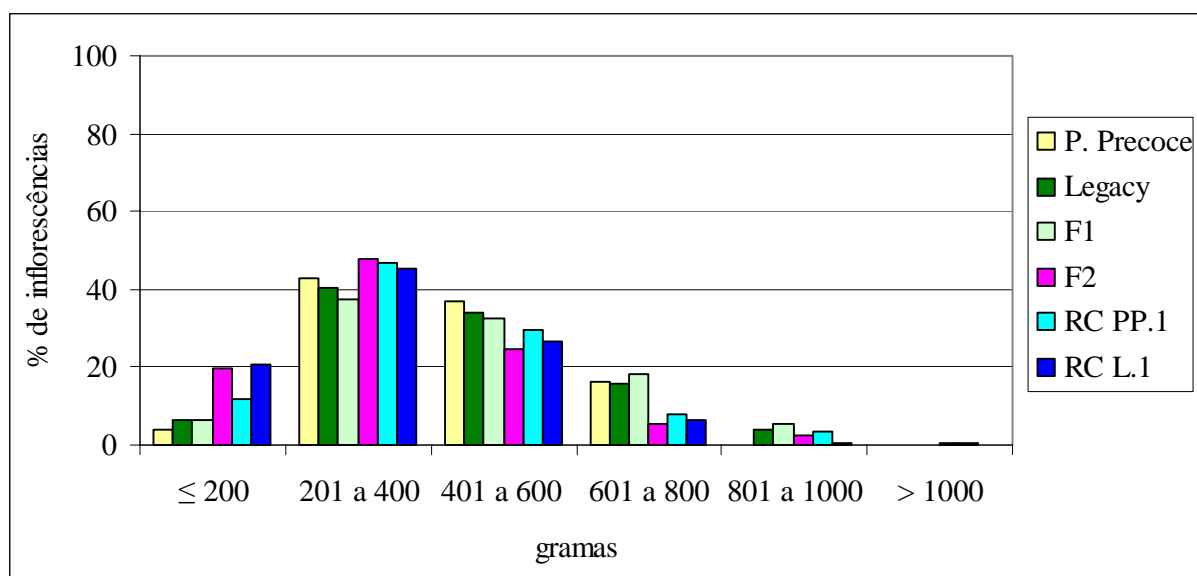


Figura 8. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica peso (g) da inflorescência. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

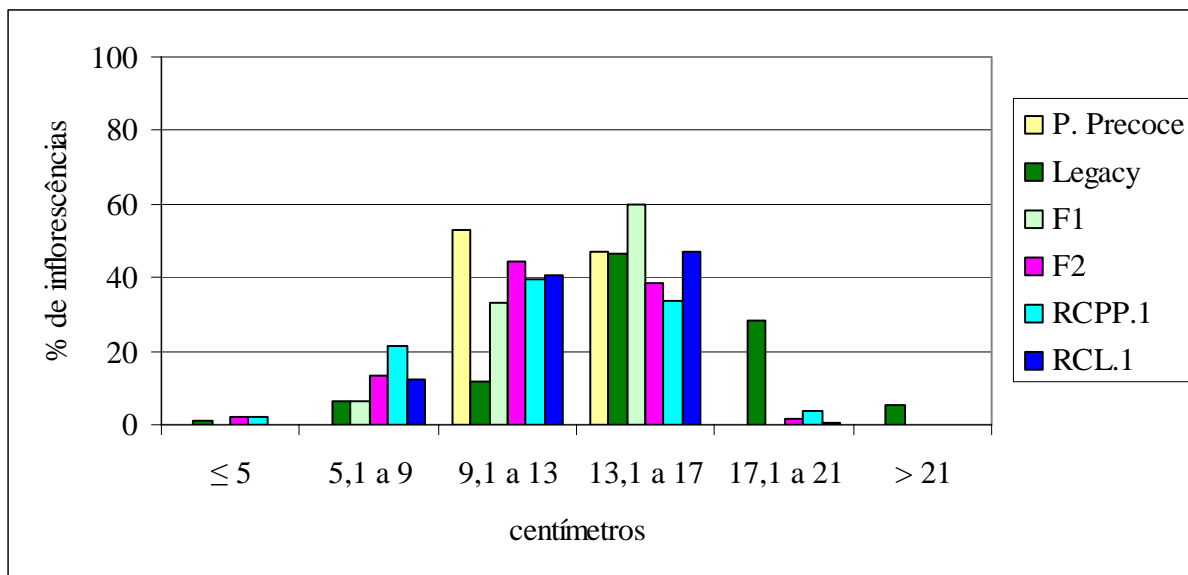


Figura 9. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica diâmetro da inflorescência (cm). São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.

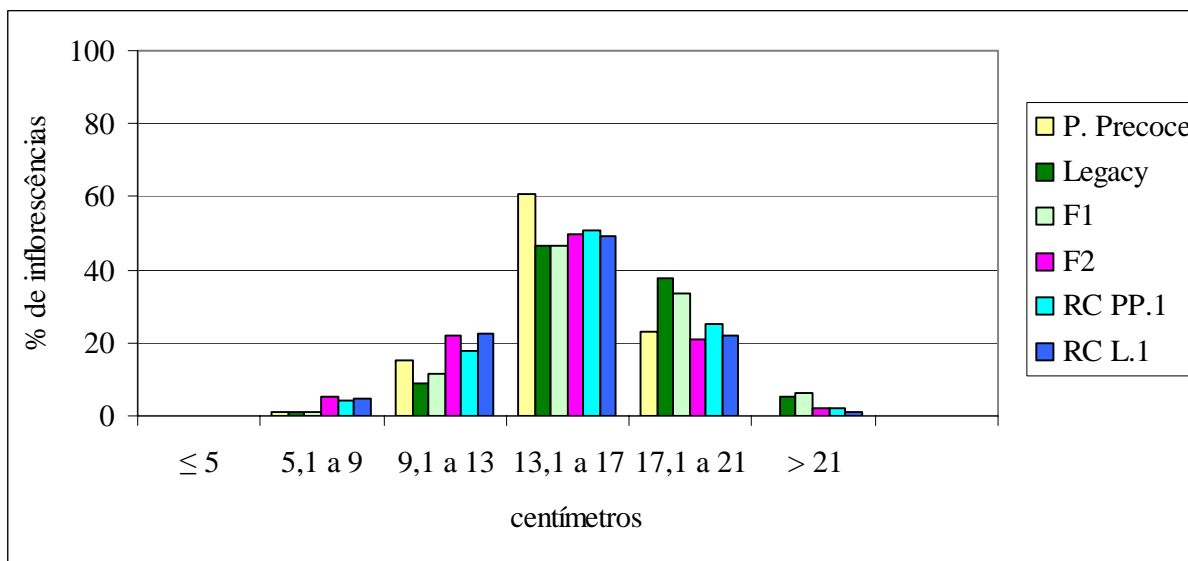


Figura 10. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica diâmetro de inflorescência (cm). São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

A característica altura de planta foi determinada apenas no verão-outono. Plantas da linhagem Piracicaba Precoce variaram entre 20 a 30 cm, enquanto que plantas de couve-brócolo Legacy variaram de 21 a 50 cm (Figura 11). As demais gerações apresentaram uma variação semelhante à dos progenitores com grande concentração na classe de 21 a 40 cm.

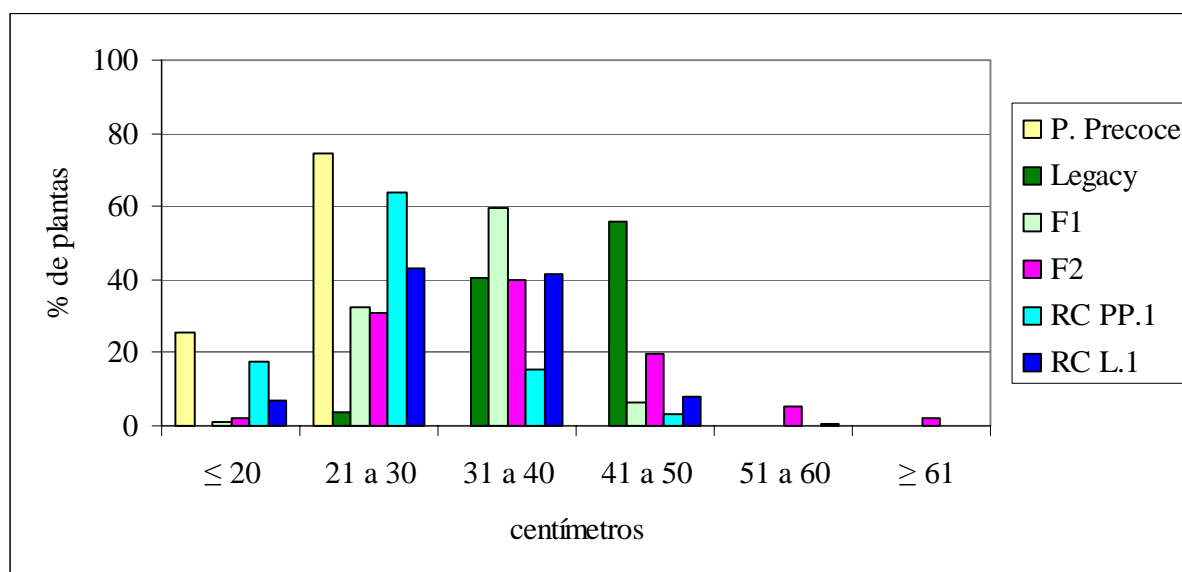


Figura 11. Distribuição de plantas em populações progenitoras e diferentes gerações do cruzamento couve-flor x couve-brócolo para a característica altura de planta (cm). São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

Para explorar a variabilidade existente no cruzamento entre couve-flor e couve-brócolo, especialmente com objetivo de serem selecionadas plantas de couve-brócolo com adaptação a temperaturas elevadas, é importante selecionar não apenas para precocidade, peso e diâmetro de inflorescências, mas principalmente para qualidade dentro do tipo desejado. Nas Tabelas 6 e 7 encontram-se as porcentagens de plantas com inflorescências classificadas como couve-flor ou couve-brócolo e avaliadas quanto a qualidade por um sistema subjetivo de notas de 1 a 5, onde cinco representou inflorescências com formato globular e com ausência de defeitos, como brácteas, antocianina, falhas no meristema e botões florais desenvolvidos para o caso de couve-flor .

Tabela 6. Porcentagem e distribuição de inflorescências em função da qualidade em diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor x couve-brócolo. São Manuel, outono-inverno de 2002.

População	Tipo	Notas					% Total	Nota média
		1	2	3	4	5		
P. Precoce	Couve-flor	0,0	1,4	13,5	33,8	51,3	100,0	4,4
Legacy	Couve-brócolo	6,5	6,5	24,7	22,0	40,3	100,0	3,8
F ₁	Couve-flor	0,0	1,3	4,0	5,4	4,0	14,7	3,8
	Couve-brócolo	1,3	0,0	4,0	8,0	16,0	29,3	4,3
F ₂	Couve-flor	0,3	0,7	3,1	1,0	1,7	6,8	3,4
	Couve-brócolo	4,4	3,4	12,8	9,1	26,7	56,4	3,9
RC _{PP.1}	Couve-flor	2,6	1,3	4,5	3,2	14,0	25,6	4,0
	Couve-brócolo	1,3	0,6	8,3	4,6	8,3	23,1	3,8
RC _{L.1}	Couve-flor	1,2	1,2	3,1	0,6	1,8	8,1	3,1
	Couve-brócolo	10,0	8,2	10,6	8,2	42,0	78,8	3,8

Tabela 7. Porcentagem e distribuição de inflorescências em função da qualidade em diferentes gerações do cruzamento entre couve-flor x couve-brócolo. São Manuel, verão-outono-2003/2004.

População	Tipo	notas					% Total	Nota média
		1	2	3	4	5		
P. Precoce	Couve-flor	1,3	0,0	0,0	5,0	93,7	100,0	4,4
Legacy	Couve-brócolo	1,3	1,3	5,2	20,8	71,4	100,0	4,6
F ₁	Couve-flor	0,0	0,0	0,0	1,3	2,6	3,9	4,7
	Couve-brócolo	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	10,4	5,0
F ₂	Couve-flor	0,0	0,7	0,3	0,7	0,6	2,3	3,6
	Couve-brócolo	6,8	4,5	8,1	8,5	17,0	44,9	3,5
RC _{PP.1}	Couve-flor	5,3	0,0	5,3	8,0	34,1	52,7	4,2
	Couve-brócolo	4,0	0,0	0,7	2,0	2,6	9,3	2,9
RC _{L.1}	Couve-flor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Couve-brócolo	20,8	6,5	18,8	20,8	27,9	94,8	3,3

A linhagem progenitora de couve-flor demonstrou melhor qualidade, mais de 85% das inflorescências foram classificadas com notas de 4 a 5, independente da época de cultivo (Tabelas 6 e 7). Esse fato é esperado, pois a mesma vem sendo autofecundada e selecionada por dez gerações consecutivas. Para o progenitor couve-brócolo a qualidade foi melhor no verão-outono quando apresentou 92,2% com notas 4 e 5. A geração F_1 foi constituída por 14,7% de inflorescências do tipo couve-flor e 29,3% do tipo couve-brócolo atingiram notas de qualidade de 3,8 e 4,3, respectivamente (Figura 12). A porcentagem restante, ou seja, 56% das inflorescências foi constituída de tipos intermediários (Figura 13) aquelas que eram compactas, apresentavam formato globular, mas cuja coloração era descaracterizada, nem verde escura, nem creme e, portanto, não se encaixavam dentro do desejado. Ou ainda, apresentavam formato plano e defeitos (antocianina, arroz, brácteas, botões florais desenvolvidos, falhas no meristema) além de coloração indesejada, que não seriam selecionados num programa de melhoramento visando à obtenção de uma couve-brócolo de verão (Figura 14).



Figura 12. Inflorescências resultantes da geração F_1 . Experimento outono-inverno, 2002. Zatarim, M. 2003.



Figura 13. Planta da geração F₁, inflorescência tipo intermediária. Zatarim, M., 2005.



Figura 14. Inflorescências defeituosas. Experimento verão-outono-2003/2004. Zatarim, M.2005.

A geração F_2 em ambas as épocas apresentou pequena porcentagem de inflorescências tipo couve-flor (6,8 e 2,3%) e uma porcentagem relativamente alta de couve-brócolo, ao redor de 50% (Figura 15). Um retrocruzamento para couve-brócolo recuperou rapidamente o tipo couve-brócolo na população, cujas porcentagens foram de 78,8% no experimento outono -inverno e 94,8% no verão-outono, com notas de qualidade superiores na primeira época.

No retrocruzamento para couve-flor houve recuperação de grande número de inflorescências do tipo couve-flor (52,7%) no verão-outono, e menor porcentagem (25,6%) no inverno-outono, porém em ambos os casos com boa qualidade.



Figura 15. Inflorescências resultantes da geração F_2 . Experimento outono-inverno, 2002. Zatarim, M., 2005.

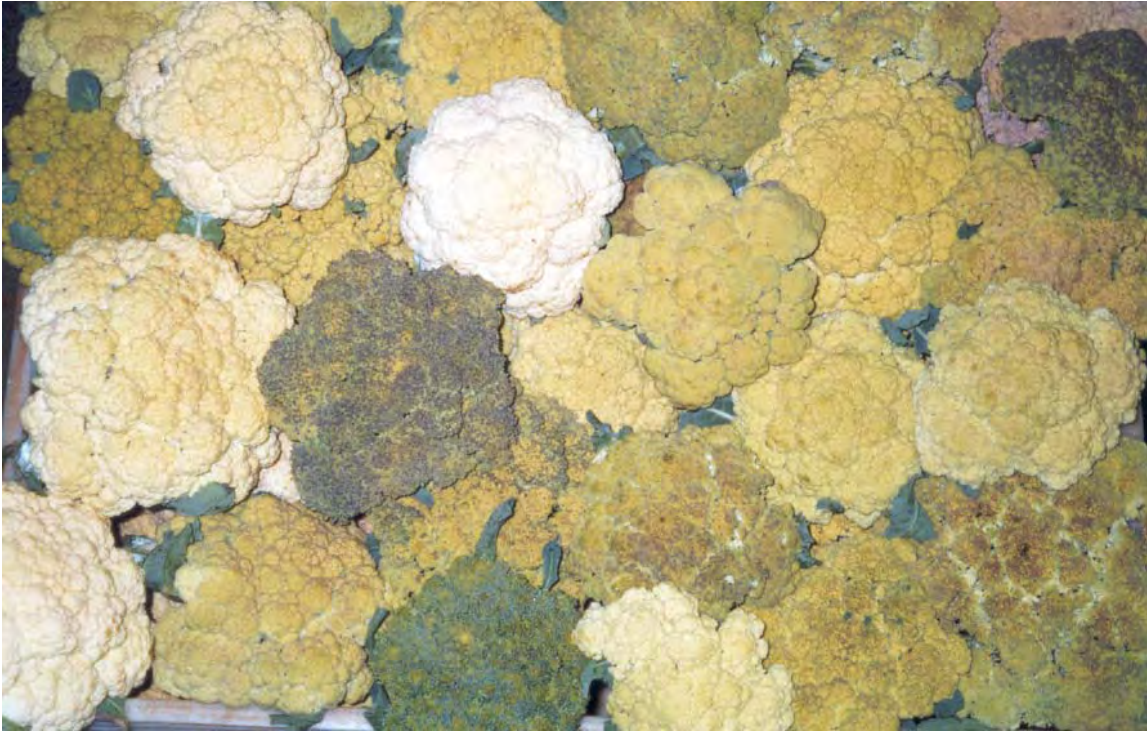


Figura 16. Inflorescências resultantes das diversas gerações. Experimento verão-outono-2003/2004. Zatarim, M., 2005.

Tabela 8. Estimativas dos componentes da variância obtidos a partir de gerações F₁, F₂, RC_{PP.1} e RC_{L.1} do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, outono-inverno, 2002.

Característica	V ² _E	V ² _A	V ² _D	G m D	h ² _a (%)	h ² _r (%)
Início de formação da inflorescência	0,066	-	0,3288	-	74,04	-
Ciclo	0,0392	0,1128	0,1340	0,49	76,30	68,20
Peso da inflorescência	25582,7702	-	-	-	-	-
Diâmetro da inflorescência	8,6582	-	-	-	-	-

V²_E = variância ambiental

V²_A = variância genética aditiva

V²_D = variância genética de dominância

GmD = grau médio de dominância

h²_a = coeficiente de herdabilidade no sentido amplo

h²_r = coeficiente de herdabilidade no sentido restrito

Tabela 9. Estimativas dos componentes da variância obtidos a partir de gerações F₁, F₂, RC_{PP.1} e RC_{L.1} do cruzamento couve-flor x couve-brócolo. São Manuel/SP, verão-outono-2003/2004.

Característica	V ² _E	V ² _A	V ² _D	G m D	h ² _a (%)	h ² _r (%)
Início de formação da inflorescência	0,0493	-	0,2831	-	68,78	-
Ciclo	0,0692	-	0,1547	-	67,53	-
Peso da inflorescência	29716,90	2267,90	-	-	6,34	7,15
Diâmetro da inflorescência	7,6815	1,1024	1,3885	1,6	24,49	10,84
Altura de planta	19,9315	81,8940	-	-	77,36	93,01

V²_E = variância ambiental

V²_A = variância genética aditiva

V²_D = variância genética de dominância

GmD = grau médio de dominância

h²_a = coeficiente de herdabilidade no sentido amplo

h²_r = coeficiente de herdabilidade no sentido restrito

Para a característica de início de formação da inflorescência, toda variância genética presente na população foi devida à variância genética de dominância. Estimativas semelhantes ocorreram em ambos os experimentos. As herdabilidades no sentido amplo de 74,04% a 68,78% podem ser consideradas altas, em cada uma das épocas. A inexistência de variância genética aditiva é um indicativo de que a precocidade no cruzamento couve-flor com couve-brócolo é controlada por genes dominantes.

Para a característica ciclo, na época outono-inverno, a herdabilidade no sentido amplo foi 76,30%, e no verão-outono 67,53%, indicando progresso no aumento dessas características, com grau médio de dominância gênica de 0,49, e presente apenas na primeira época.

Quanto às características de peso e diâmetro das inflorescências, os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito foram baixos, indicando pequeno progresso no aumento dessas características por seleção a partir da geração F₂, ao contrário de altura de planta, em que a herdabilidade no sentido restrito foi de 93%.

As estimativas do número de genes utilizando o método Wright (1934) citado por Ramalho *et al.* (1993) indicaram que o controle do início de formação da inflorescência deve ser devido a dois genes. Para as características ciclo e altura de plantas revelou ser devido a um gene. Para peso e diâmetro das inflorescências, as populações de couve-flor e couve-brócolo foram geneticamente iguais entre si ($k = 0,04$ e $0,01$).

Como discutido na revisão de literatura, existem poucos relatos sobre características observadas em gerações segregantes nos cruzamentos entre couve-flor e couve-brócolo, sendo insuficientes para comparação com os resultados obtidos no presente trabalho. Pelos cruzamentos entre couve-flor Piracicaba Precoce e couve-brócolo Legacy pode-se inferir uma grande similaridade genética entre as duas variedades botânicas de *Brassica oleracea*. Com exceção de algumas características morfológicas como tipo, largura e tonalidade da cor verde da folha, comprimento do pecíolo, forma do limbo foliar, cerosidade e ângulo de inserção das folhas, não se observou maior variação de características agrônômicas na geração F₂, mas, todas as plantas obtidas em todas as gerações do presente trabalho, eram iguais a planta de couve-brócolo, conforme relatado por HONMA & HEECKT (1971).

O tipo de inflorescência couve-flor ou couve-brócolo foi a característica que apresentou maior variação. Nas gerações segregantes predominam tipos intermediários sem valor comercial, no momento, mas que poderiam ser utilizados na síntese de um novo tipo de hortaliça enquadrando-se no que tem sido chamado de “broccoflowers” em outros países, que poderia associar facilidade de cultivo e valor nutracêutico, tal como os glucosinolatos presentes em altos teores em couve-brócolo (CARLSON, *et al.*, 1987).

Do ponto de vista de transferência de outras características de couve-flor para couve-brócolo e vice-versa, seleção direta em populações segregantes não parece ser o método mais adequado, devido à baixa ocorrência de tipos característicos destas duas variedades botânicas. A metodologia mais apropriada seria a utilização de gerações de retrocruzamentos com seleção para as características a serem transferidas.

Considerando as gerações de retrocruzamentos obtidas neste trabalho prevê-se uma facilidade maior de transferência de genes de couve-flor para couve-brócolo que o inverso. Nesse sentido um programa em execução na Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP de Botucatu, visando a transferência da resistência à calor de couve-flor tropical para couve-brócolo de cabeça única, recuperou o tipo morfológico de couve-brócolo com apenas duas gerações de retrocruzamento, seguidas por seleção. Entretanto, a transferência de citoplasma esterilizante de couve-brócolo para couve-flor após retrocruzamentos, para o progenitor recorrente, não conseguiu ainda recuperar a qualidade desejada (SILVA, 2004, comunicação pessoal).

7 CONCLUSÕES

- Couve-flor e couve-brócolo são duas variedades botânicas de *Brassica oleracea* geneticamente muito semelhantes entre si. Assim, a transferência de características específicas nos cruzamentos entre as duas variedades botânicas pode ser facilmente efetuada.

- a transferência de características é mais fácil em couve-flor do que em couve-brócolo.

- retrocruzamento seguido de seleção para as características a serem transferidas.

- é possível obter-se um novo tipo de hortaliça “brocoflor.”

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento de plantas**. (Tradução A. Blumenchein, E. Paterniani, J. T. do A Gurgel & R. Vencovsky). São Paulo. Editora Edgar Blucher, 1971, 318p.

BAGGETT, J. R., KEAN, D. Inheritance of annual flowering in *Brassica oleracea*. *HortScience*, v.24, n.4, p.662-64, 1989a.

BAGGETT, J. R., KEAN, D. Segregation for heading date and stem enlargement in kohlrabi x broccol crosses. *Euphytica*, v.42, p.171-76, 1989b.

BAGGETT, J. R., WAHLERT, W. K. Annual flowering and growth habit in cabbage-broccoli crosses. *HortScience*, v.10, p.170-72, 1975.

BRIEGER, F.G.; GURGEL, J.T.A. **Seleção e produção de sementes em hortaliças com referência especial ao gênero *Brassica***. *Bragantia*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2, 1942. p. 449-465.

CAMARGO, L. de S. **Culturas das couves**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, Campinas; Instituto Agronômico, 1944, 41 p.

CAMARGO, L. de S. Instruções para a cultura da couve-flor e dos brócolos. **Boletim Instituto Agronômico**, Campinas, nº 102, 1964. 30 p.

CAMARGO, L. de S.; FORNASIER, J.B. **Instruções para a cultura da couve-flor e dos brócolos**. **Boletim Instituto Agronômico**, Campinas, nº197, 1971. 37 p.

CARLSON, D.G.; DAXENBICHLER, M. D. ; Van ETTEN, C. H.; Kwolek, W.F.; Williams P.H. Glucosinolates in crucifer vegetables: broccoli, brussels sprouts, cauliflower, collards, kale, mustard greens, and kohlrabi. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, v.112, n. 1, p.173-178, 1987.

CURRENCE, T..M. Results from hybridizing cabbage with brussels sprouts. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci**, v. 31: 485-487,1934.

DIAS, M. de S.; GURGEL, J.T.A. Melhoramento de couve-brócolo (*Brassica oleracea* var. *italica*) In: **REUNIÃO LATINO AMERICANA DE FITOGENETICISTAS E FITOPARASITÓLOGISTAS**, Campinas, 1952. p.54.

DIAS, M. de S. *Diagrama da origem da couve-flor de verão Piracicaba Precoce número 1*. s. n. t. (Mimeografado).

DIAS, M. de S. *Instruções para a cultura da couve-flor de verão Piracicaba Precoce número 1*. Piracicaba: Instituto de Genética, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Universidade de São Paulo, 1961 4 p. (Mimeografado).

ESPINDOLA, C.R., TOSIN, W.A.C., PACCOLA, A.A. **Levantamento pedológico da fazenda Experimental São Manoel**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIAS DO SOLO, 1973, Santa Maria. Anais..., 1974. p. 650-51.

FUJIME, Y.; OKUDA, N. The physiology of flowering in Brassica, especially about cauliflower and broccoli. *Acta- Horticulturae*, Leuven, n. 407, p. 247-254, 1996.

GILES, W. F. Cauliflower and broccoli. *J. R. Hort.Sci.* v. 66, p. 265-78, 1941.

GOMES, P. **Curso de estatística experimental**. 10^a. ed. Piracicaba, SP, Nobel, 1982. 430p.

GOMES, M.H.; RODRIGUES, A. S.; ROSA, E. Teor em aminoácidos e minerais nas inflorescências primárias e secundárias em 11 cultivares de couve-brócolo. In: *Horticultura Argentina*, 23 Congresso Argentino, 10 Congresso Latinoamericano, 3 Congresso Iberoamericano, 2000, Mendonza. Resumos... Mendonza: Revista de la Asociacion Argentina de Horticultura, 2000. p.69.

GRAY, A. R. Taxonomy and evolution of broccoli (*Bassica oleracea* var. *italica*). *Econ. Botany*, v. 36 (4) p. 397-410, 1982.

HARLAN, J.R. What is a crop? In: **Crops and Man**. American Society of America, Madison Wisconsin, 1975. Cap.4. p. 61-104.

HILL C, B.; WILLIAMS, P. H.; CARLSON D.G.; TOOKEY, H.L. Variation in glucosinolates in oriental Brassica vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, v.112, n. 2, p. 309-313, 1987.

HONMA, S., HEECKT, O. Results of crossing brassica pekinensis (Lour.) Rupr. with *B. oleracea* L. var. *acephala* Dc.¹) *Euphytica*, v. 9, p. 243-46, 1960.

HONM A, S.; HEECKT, O. **Green Ball**: a new type of cauliflower. Michigan: Agricultural Experiment Station East Lansing, Michigan State University, 1971. Não paginado. (Research report,135).

MONTEIRO, A.A. LUNN, T. Trends and perspectives of vegetable brassica breeding world-wide. **WORLD CONFERENCE ON HORTICULTURAL RESEARCH**, 1998, Rome. Disponível em: <nup://pop.agrsci.umbo.n/wc2/monteiro.nluu>

NIEUWHOF, M. *Cole crops*. London: Leonard Hill, 1969. 353p.

PELOFSKE, P.J.; BAGGETT, J.R. Inheritance of internode length, plant form, and annual habit in a cross of cabbage and broccoli (*Brassica oleracea* var. *capitata* L. var. *italica* Plenck). *Euphytica*, v. 28, p. 189-197, 1979.

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. Capítulo 3 e 4, p. 29-90.

RODRIGUES, A.S., ROSA, E. Couve brócolo-potenciais efeitos anticancerígenos. In: *Horticultura Argentina*, 23 Congresso Argentino, 10 Congresso Latino-americano, 3 Congresso Ibero-americano, 2000, Mendoza. Resumos... Mendoza: Revista de la Asociacion Argentina de Horticultura, 2000. p.69. CD ROOM.

SADIK, S. Morphology of the curd of cauliflower. *Amer. Jour. Botany*, v. 49, n. 3, p. 290-97, 1962.

SILVA, N. **Cruzamentos interpopulacionais de couve-brócolos (*Brassica oleracea* var. *L. italica* L. Plenck): Bases para a obtenção de híbridos do grupo ramoso**. Botucatu, 1989.74p. Tese (Livre Docência/Agricultura e Melhoramento Vegetal) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SWARUP, V., CHATTERJEE, S.S. Origin and genetic improvement of Indian cauliflower. *Econ. Botany* v. 26: 381-93, 1972.

SHINOHARA, O.H. vegetable seed production technology of Japan. Tokyo, SACEO, 1984. 432p.

TAKAZAKI, P. E. **Influência da época de plantio na diferenciação do meristema apical, em primórdios florais de couve-flor de verão e inverno (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Plenck)**: Piracicaba, 1984. 40p. (Dissertação de Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

TIRA, A.U. Genetic variation in growth and yield of crosses between broccoli and chinese kale. *J. Res.*, v. 32, n. 4, p. 330-32, 1996. In: (CAB Abstr.,1998, CD-ROM, v.4B, 1984, Abstract 811605749).

WATTS, L.E. Natural cross-pollination and the identification of hybrids between botanical varieties of *Brassica oleracea* L. *Euphytica*, v. 17, p. 74-80, 1968.

WATTS, L.E. Comparative responses of botanical varieties of *Brassica oleracea* L. (*Brussels sprouts*, *sprouting broccoli* and *marrow stem kale*) to inbreeding and hybridization. *Euphytica*, v.19, p.78-90, 1970a.

WATTS, L.E. Productivity of F₁ hybrids of botanical varieties of *Brassica oleracea* L. *Euphytica*, v.19, p.384-404, 1970b.

YEAGER, A. F. The characteristics of crosses between botanical varieties of cabbage, *Brassica oleraceae*. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 43: 199-200, 1943.