

## Observações sobre Compatibilidade no Gênero *Brassica* (\*)

WALTER BRUNE (\*\*)

### Introdução

Segundo Morinaga (12), Nagaharu (13) e especialmente Haga (5), Schiemann (16) e outros, destacam-se, dentro do gênero *Brassica* dois grupos citológicos: (a) "Espécies Elementares", que contém o genoma de *Br. nigra* Koch, (n = 8), *Br. oleracea* L. (n = 9) e *Br. campestris* L. (n = 10) e (b) "Amfidiplóides", consideradas hoje como compostos das primeiras. Entre estas encontramos: *Br. napella* Choix (n = 19; genoma de oleracea e campestris), *Br. juncea* Coss (n = 18, genoma de campestris e nigra) e *Br. carinata* Braun (n = 17; genoma de nigra e oleracea).

As espécies "Asiáticas", tôdas com o genoma de *Br. campestris*, deviam, a priori, ser facilmente compatíveis entre si. A base desta expectativa, pretendeu-se preparar terreno para criar algumas novas variedades hortícolas, cruzando-se então as espécies Asiáticas entre si e com *Br. rapa* e *Br. oleracea*.

O fim da presente publicação é revelar os resultados obtidos desses cruzamentos, mostrando o critério adotado para julgar do grau de compatibilidade e, conseqüentemente, o parentesco entre as espécies.

### Material

Foram usadas diversas espécies e variedades do gênero *Brassica*, a saber:

- |  |   |
|--|---|
| a. <i>Br. pekinensis</i> Ruprecht;     | <i>Br. cernua</i> (Thunb.) Forbes et Hemsley;<br><i>Br. pekinensis</i> Skeels;<br><i>Br. pe-tsai</i> Bailey;  |
| b. <i>Br. japonica</i> Sieb. pro parte | <i>Br. japonica</i> Makino;<br><i>Br. urbaniana</i> O. E. Schulz  |
| c. <i>Br. chinensis</i> L.             | <i>Br. integrifolia</i> (West) O. E. Schulz;<br>Segundo a descrição, esta espécie corresponde mais a <i>Br. chinensis</i> L. Bailey salienta, que não será possível determinar aqui, e se trata da mesma planta descrita por Linneus. |

(\*) Trabalho apresentado no 1º Congresso da Sociedade Botânica do Brasil, em 1950.

(\*\*) Eng. Agrônomo, Dr. rer. nat., Prof. do Departamento de Química, Solos e Adubos da ESAV.

A proveniência das formas analisadas é a seguinte :

<i>Br. rapa</i>	var. Rübstiel (Rst)	Wissinger; Katalog. N. 536
<i>Br. rapa</i>	var. Teltower Rübe (TR)	Wissinger; Katalog. N. 514
<i>Br. chinensis</i>		Linha Müncheberg 1622
<i>Br. pekinensis</i>		Zwaan e v. d. Moolen, Holanda
<i>Br. japonica</i>	var. «Southern Grant Curled»	Zwaan e v. d. Moolen, Holanda
<i>Br. oleracea</i> L.	var. acephala (GK)	L. Späth/Berlim, Katal 44
<i>Br. oleracea</i> L.	var. gemmifera (RK)	Bitterhoff/Berlim, Katal 1032
<i>Br. oleracea</i> L.	var. capitata (WK)	Bitterhoff/Berlim, Katal 1048

## Método

Nos cruzamentos inter-específicos era de esperar esterilidade cíclica, conforme as observações de Stout (18). Segundo este, as flôres de *Br. pekinensis* são estéreis no início e no fim da antese, sendo férteis somente no auge do desdobramento. Considerando isto, a autopolinização foi repetida em ciclos de três dias durante toda a antese. Nos cruzamentos seguiu-se também esta prática, depois de efetuada a emasculação. Afim de se evitar contaminação, a parte da inflorescência a ser polinizada, foi isolada com saquinho de papel impermeável um pouco antes de desabrocharem as primeiras flôres, nele permanecendo até início da frutificação ou até amarelecimento do gineceu.

Afim de se obter uma referência para o grau de compatibilidade, foram calculadas as relações, em percentagem, entre o número de sementes plenamente desenvolvidas e o número de óvulos em cada fruto. Em alguns casos, embora a compatibilidade esperada fosse alta, apareceram frutos sem qualquer semente, explicando isto, talvez, a esterilidade cíclica acima citada, isto é, a polinização poderia ter ocorrido fora da fase fértil. Tais frutos não foram computados na organização do quadro sobre a compatibilidade entre as espécies.

Alguns autores usam, para determinar a compatibilidade em cruzamentos feitos no gênero *Brassica*: a relação entre flôres polinizadas e sementes obtidas.

No presente trabalho escolheu-se a relação entre sementes obtidas e óvulos existentes, em vista de se tratar de espécies com diferentes números de óvulos.

Nos casos em que a relação "sementes: óvulos" era sensivelmente baixa, usou-se também um segundo critério, baseado na relação "frutos: flôres polinizadas". Entretanto, este último

critério mostrou-se inútil, pois mesmo em casos onde houve escasso desenvolvimento de sementes, não se conseguiu observar uma correlação entre o número de sementes e o de frutos. Observou-se também, embora raramente, o desenvolvimento de frutos chochos em alguns cruzamentos mal sucedidos. Identicamente Roemer (15) achou 4% de partenocarpia em *Br. oleracea*. Também Nelson (14) faz nítida distinção entre a) frutificação (fruitfulness) — expressa por frutos chochos — e b) fertilidade, ou seja, a relação de “frutos: sementes”.

Neste trabalho, os valores achados para a relação “frutos: flôres polinizadas” foram também instáveis e contraditórios, quando comparados ao índice “semente: óvulos”.

Em vista desses fatos, nos casos de baixa compatibilidade foram levados em consideração, não só a porcentagem de sementes, como também os valores absolutos da relação “sementes: óvulos”. A título de ilustração, foi indicado o número de flôres polinizadas.

### Resultados

Afim de se obter base para julgamento, são dados aqui, não só os resultados das autofecundações (autógamas), como também, quando necessários, os dos cruzamentos entre plantas irmãs, dentro das espécies originais (alógamas).

Tab. I — GRUPO ASIÁTICO

Fertilidade dentro da espécie:

Espécie	Nº de flôres poliniz.	Nº de frutos	Nº de plantas cruzadas com : sem suc. : suc.	Fertilidade M ± m	Significância (*)
<i>Br. chin.</i>	173	146	14 : 0	29,1 ± 1,63	> 99,9%
<i>Br. pek.</i>	494	430	30 : 0	42,5 ± 1,16	> 99,9%
<i>Br. jap.</i>	657	524	22 : 0	63,5 ± 0,90	> 99,9%

$$(*) \frac{M_1 - M_2}{m_{dif.}} = t; F(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-u^2} du; y = \frac{t}{\sqrt{2}}$$

## Fertilidade em cruzamentos :

Cruzamento	Nº de flô-res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan-tas cruzadas com : sem suc. : suc.	Fertilidade M ± m	Significância
<i>Br. chin.</i> x <i>pek.</i>	939	464	28 : 9	64,1 ± 0,85	27,4%
<i>Br. pek.</i> x <i>chin.</i>	611	500	30 : 0	63,7 ± 0,76	
Total	1.550	964	58 : 9	63,9 ± 0,57	

Cruzamento	Nº de flô-res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan-tas cruzadas com : sem suc. : suc.	Fertilidade M % (M <sub>abs</sub> )	Significân-cia
<i>Br. chin.</i> x <i>jap.</i>	140	27	3 : 7	1,0( 4/404)	99,8%
<i>Br. jap.</i> x <i>chin.</i>	80	64	4 : 10	5,0(20/398)	
Total	220	91	7 : 17	3,0(24/802)	
<i>Br. pek.</i> x <i>jap.</i>	19	8	1 : 0	14,7(15/102)	30,6%
<i>Br. jap.</i> x <i>pek.</i>	24	12	2 : 0	10,7( 3/ 28)	
Total	43	20	3 : 0	14,0(18/130)	

Tab. II — GRUPO ASIÁTICO — RAPA

## Fertilidade dentro da espécie :

Espécie	Nº de flô-res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan-tas cruzadas com : sem suc. : suc.	Fertilidade M ± m	Significância
Rst	114	100	4 : 0	39,7 ± 1,73	> 99,9%
TR	288	234	12 : 0	20,8 ± 0,81	

## Fertilidade em cruzamentos :

Cruzamento	Nº de flô-res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan-tas cruzadas		Fertilidade M ± m	Significância
			com suc.	sem suc.		
<i>Br. chin.</i> x Rst	221	50	35	: 5	16,1 ± 0,97	> 99,9%
Rst x <i>chin.</i>	297	184	48	: 0	45,4 ± 1,23	
<i>Br. chin.</i> x TR	248	130	35	: 8	67,2 ± 2,59	> 99,9%
TR x <i>chin.</i>	147	80	18	: 21	53,1 ± 1,20	
<i>Br. pek.</i> x Rst	345	197	63	: 12	62,5 ± 0,90	→ 90,9%
Rst x <i>pek.</i>	20	16	2	: 0	34,7 ± 1,94	
<i>Br. pek.</i> x TR	268	85	11	: 3	28,9 ± 1,58	< 99,9%
TR x <i>pek.</i>	111	46	4	: 2	70,3 ± 2,18	
<i>Br. jap.</i> x Rst	102		0	: 5	sem sucesso	
Rst x <i>jap.</i>	82	44	1	: 2	11,3 ± 1,82	> 99,9% com os quatro cruzamen- tos subli- nhados.
<i>Br. jap.</i> x TR	26		0	: 5	sem sucesso	
TR x <i>jap.</i>	48		0	: 6	sem sucesso	

Tab. III — GRUPO ASIÁTICO — OLERACEA

## Fertilidade dentro da espécie

Espécie	Nº de flo-res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan-tas cruzadas		Fertilidade M ± m	Significância
			com suc.	sem suc.		
RK	167	122	9	: 0	29,6 ± 1,53	98,7%
GK	79	50	3	: 0	34,7 ± 1,46	> 99,9%
WK	96	67	5	: 0	18,3 ± 1,67	

## Fertilidade em cruzamentos :

Cruzamento	Nº de flô- res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan- tas cruzadas		Fertilidade M ± m	Significância
			com suc.	sem suc.		
<i>Br. chin.</i> x RK	216		0	: 9	sem sucesso	
RK x <i>chin.</i>	208		0	: 8	sem sucesso	
<i>Br. chin.</i> x GK	80		0	: 5	sem sucesso	
GK x <i>chin.</i>	89		0	: 5	sem sucesso	
<i>Br. chin.</i> x WK	70		0	: 6	sem sucesso	
WK x <i>chin.</i>	68		0	: 4	sem sucesso	
<i>Br. pek.</i> x RK	109		0	: 7	sem sucesso	
RK x <i>pek.</i>	132		0	: 8	sem sucesso	
<i>Br. pek.</i> x GK	100	12	2	: 5	4,5 (4/90)	} 98,5%
GK x <i>pek.</i>	152		0	: 8	sem sucesso	
<i>Br. pek.</i> x WK	36		0	: 1	sem sucesso	
WK x <i>pek.</i>	96		0	: 9	sem sucesso	
<i>Br. jap.</i> x RK	198	11	2	: 5	14,7 ± 2,93	} > 99,9%
RK x <i>jap.</i>	78		0	: 6	sem sucesso	
<i>Br. jap.</i> x GK	310	52	4	: 11	43,6 ± 3,43	} > 99,9%
GK x <i>jap.</i>	141		0	: 9	sem sucesso	
<i>Br. jap.</i> x WK	68	3	1	: 3	9,5 (4/42)	} > 99,9%
WK x <i>jap.</i>	110	9	1	: 7	0,3 (1/319)	

## Tab. IV — GRUPO RAPA — OLERACEA

Fertilidade dentro da espécie vêr Tab. II e III.

Fertilidade em cruzamentos :

Cruzamento	Nº de flô- res poliniz.	Nº de frutos	Nº de plan- tas cruzadas		Fertilidade M % (Mabs)
			com suc.	sem suc.	
Rst x GK e recip.	15 e 59		0 : 1	e 0 : 2	sem sucesso
Rst x RK e recip.	78 e 86		0 : 3	e 0 : 4	sem sucesso
Rst x WK	60		0 : 3		sem sucesso
WK x Rst	88	8	1 : 2		0,7(2/268)
TR x GK e recip.	92 e 8		0 : 4	e 0 : 1	sem sucesso
TR x RK e recip.	24 e 100		0 : 1	e 0 : 4	sem sucesso
TR x WK	*	não realizado			
WK x TR	13		0 : 1		sem sucesso

## Discussão

Na literatura existem várias anotações sôbre pesquisas de compatibilidade e fertilidade no gênero *Brassica*.

Sinskaia (17) notou alta compatibilidade entre *Br. rapa*, *Br. pekinensis* e *Br. chinensis*. Não fez ela observações em *Br. japonica*. Os ensaios aqui apresentados confirmam a afinidade entre *Br. pekinensis* e *Br. chinensis*, fazendo distinção porém, entre a compatibilidade destas com *Br. rapa* nas suas variedades TR e Rst. Esta observação foi apoiada pelo fato de que somente Rst podia ser cruzada com *Br. japonica*, não se conseguindo por outro lado uma fusão de gametas entre TR e *Br. japonica*. Idênticamente só Rst for-

neceu resultado positivo no cruzamento com *Br. oleracea*, ao contrário de TR. *Br. japonica*, dentro do grupo Asiático, foi a espécie que apresentou maior afinidade para *Br. oleracea*.

Além de estudar a possibilidade de cruzamento, Sinskaia (17) comparou a fertilidade dos diversos híbridos. Constatou ela que, em geral, a fertilidade do  $F_2$  era tanto maior

quanto mais compatíveis fossem as espécies. Fez exceção o cruzamento *Br. juncea* x *Br. napus* oleifera, o qual foi facilmente obtido, dando porém um  $F_2$  com elevada esterili-

dade. Um caso inverso foi verificado no cruzamento *Br. juncea* ♀ x *Br. chinensis* ♂ (o qual foi conseguido com grande dificuldade), dando resultado completamente negativo no sentido recíproco. Nesse cruzamento, ao contrário do que era de esperar, o  $F_1$  e  $F_2$  demonstraram ser férteis. Sinskaia de-

duziu disto, que "os dados sobre a facilidade de cruzamento, por si só, sem análise genética, não bastam para uma conclusão em questões filogenéticas" (Schiemann 16).

Neste particular também interessam as pesquisas de Correns (3) em *Cardamine pratensis*. Cruzou ele duas destas plantas e verificou o comportamento dos descendentes. Metade dos indivíduos do  $F_1$  apresentou-se estéril quando cru-

zado com um dos pais, sendo a outra metade estéril com o outro pai. Correns explicou este fenômeno pelo seguinte esquema: "Cada um dos pais produz, no mínimo, uma substância inibidora, no caso presente designada por *B*, a produzida pelo pai I — e por *G*, a produzida pelo pai II. Além disto, cada pai possui uma segunda substância inibidora, porém em estado inativo, denominada *b* e *g*, respectivamente, do pai I e II. A constituição genética seria, portanto, *Bb* e *Gg*". Além disso é salienta: "das substâncias inibidoras que os pais obtiveram da geração precedente, uma ficou ativa e a outra inativa. De outra maneira não se poderia explicar a frutificação (termo original : das Ansetzen) de *bg* em ambos os pais" (Brieger 2). Baseado em cuidadosas observações de East, Lehmann, Brieger e outros em *Nicotiana sanderae* e *Veronica syriaca*, Correns (3) deduziu que havia dois tipos de transmissão hereditária da incompatibilidade, a saber: "o tipo das Crucíferas, analisado especialmente em *Cardamine*, e o tipo das Personatas, representado por *Nicotiana sanderae*, *Veronica syriaca* e *Anthriscum sp.*" Estas conclusões foram tiradas tôdas em estudos com híbridos intra-específicos.

Parecia bem possível que existissem tais condições de esterilidade para as espécies estreitamente parentes entre si: *Br. pekinensis*, *Br. chinensis* e *Br. rapa*. Estudando-se a

compatibilidade dos componentes das hibridações, não se verificou, entretanto, em nenhum caso, uma relação de fertilidade semelhante ou explicável pelo esquema das Crucíferas ou Personatas.

Pelo presente trabalho, verifica-se que, dentro do grupo Asiático (Tab. I) as espécies *Br. chinensis* e *Br. pekinensis*, com as fertilidades respectivas de 64,1% e 63,7% destacam-se por alta compatibilidade mútua. Por sua vez, a fertilidade entre *Br. pekinensis* e *Br. japonica* (14,7% e 10,7% respectivamente) foi significativamente menor. Entre *Br. chinensis* e *Br. japonica* (1,0% e 5,0%) a compatibilidade foi ainda mais baixa. Conclui-se, portanto, que *Br. pekinensis* e *Br. chinensis* são bem afins, enquanto que *Br. japonica* se distancia consideravelmente destas duas espécies, aproximando-se mais de *Br. pekinensis* do que de *Br. chinensis*.

Percebe-se logo, pelo exame da Tab. II, que em cada grupo do cruzamento Asiático — raramente existem diferenças significativas entre os cruzamentos recíprocos, fenômeno este bem frequente em *Brassica*. A razão de tal variação é, provavelmente, devido a diferenças plasmáticas (Schiemann 16, Howard 6), pois o número de cromossomos em todas as espécies deste grupo é  $n = 10$ . Baseando-se na suposição de Schiemann (16), segundo a qual “as diferenças plasmáticas, fatores provavelmente responsáveis pelas variações fisiológicas, influenciando assim no crescimento do tubo polínico sejam a causa das diferenças recíprocas” e afim de se obter base uniforme no julgamento, decidiu-se considerar para comparação, apenas os valores maiores (números sublinhados nas tabelas).

Segundo este critério observou-se boa compatibilidade entre TR, *Br. pekinensis* e *Br. chinensis*, bem como entre *Br. pekinensis* e Rst, uma vez que os seus índices de fertilidade estavam situados entre 62,6% e 70,3%.

Comparando-se os resultados dentro das espécies, existe uma relação quase normal entre *Br. chinensis* e Rst (fertilidade em auto-fecundação e entre irmãs, respectivamente, 29,1% e 39,7%; no cruzamento Rst x *Br. chinensis* : 45,4%). Por outro lado observa-se que a combinação de *Br. japonica* com o grupo Asiático — raramente restante foi obtida com maior dificuldade. *Br. pekinensis* e Rst apresentaram 14,7% e 11% de compatibilidade, não havendo diferença significativa entre estes dois valores. A compatibilidade diminuiu quando *Br. chinensis* foi incluído no cruzamento (5,0% e 1,0%), não podendo tal fato ser verificado no caso de TR, uma vez

que, em 74 flôres polinizadas em 11 pares de plantas, não se conseguiu uma única semente.

O resultado obtido é surpreendente pelo fato de *Br. pekinensis* e *Br. chinensis* terem compatibilidade muito maior com *Br. rapa* (fertilidade mínima 45,4%) do que com *Br. japonica* (fertilidade máxima 14,7%). Tanto *Br. pekinensis* como *Br. chinensis* frutificaram mais facilmente com TR (70,3% e 67,2%) do que com Rst (62,2% e 45,4%). Quanto à compatibilidade, as espécies *Br. pekinensis* e TR formam um grupo bem unido, ao qual Rst se aproxima, embora com certa dificuldade.

Entre os híbridos de *Br. oleracea* com as espécies asiáticas era de esperar, de antemão, uma compatibilidade muito menor devido ao número diferente de cromossomos (*Br. oleracea* tem  $n = 9$ ). E isso, de fato, foi verificado (Tab. III). *Br. chinensis* e *Br. pekinensis* comportaram-se de maneira semelhante quanto à sua compatibilidade com *Br. oleracea*, distanciando-se assim visivelmente de *Br. japonica*. Em *Br. chinensis* não se conseguiu nenhuma semente num total de 37 plantas, com 731 flôres polinizadas. Do mesmo modo, cruzando-se *Br. pekinensis* x *Br. oleracea* só se obteve, em 40 plantas com 625 flôres polinizadas, apenas 4 frutificações. Por outro lado a combinação entre *Br. japonica* e *Br. oleracea* foi bem mais fecunda.

Confirmou-se por completo tanto na variedade "acephala" como "capitata", que a fecundação é viável somente quando a espécie com o número maior de cromossomos (neste caso, *Br. japonica*) seja a mãe (Nelson 14, Howard 6), sendo que Howard obteve seus resultados com cruzamentos entre formas diploides e tetraploides de *Brassica*.

A combinação *Br. japonica* ♀ x *Br. oleracea* ♂, forneceu em 576 polinizações um total de 281 sementes. O cruzamento recíproco, por outro lado, produziu uma só semente em 329 flôres trabalhadas. A diferença significativa entre o cruzamento de *Br. japonica* com as três formas de *Br. oleracea* deixa presumir que a var. *acephala* (GK) aproxima-se mais de *Br. japonica* do que a var. *capitata*.

A afinidade entre *Br. rapa* e *Br. oleracea* (Tab. IV) foi baixíssima. Polinizou-se 623 flôres em 27 plantas, obtendo-se apenas 2 sementes. Concluiu-se assim que *Br. oleracea* possui uma compatibilidade muito maior com o grupo Asiático do que *Br. rapa*, fazendo exceção à regra apenas, *Br. chinensis*, a qual, cruzada com *Br. oleracea*, não produziu qualquer resultado.

## Suplemento

Como suplemento a estas observações segue o estudo genoanalítico, da fertilidade, em descendentes, dos cruzamentos de *Br. chinensis* x Rst e recíproco, *Br. chinensis* x TR e recíproco e *Br. pekinensis* x Rst.

Procurou-se determinar aqui, se a autofertilidade era condicionada à constituição genética. As espécies *Br. pekinensis*, *Br. chinensis* e *Br. rapa*, são completamente autoestéreis, enquanto que o  $F_1$  é completamente autofértil. No  $F_2$  a frutificação pela autopolinização ou foi boa ou negativa por completo. Só raras vezes se obteve uma frutificação intermediária e mesmo assim, com produção de sementes estéreis.

Afim de se evitar influência pela ação da broca do nabo (*Meligethes aeneus* F.) na formação de frutos e sementes, isolou-se uma parte da inflorescência com papel impermeável. Isso evitava também contaminação. Por ocasião da polinização, os saquinhos eram examinados de três em três dias para se certificar da ausência do coleóptero. Não havia motivo para se supor que, pelo tratamento indicado, houvesse prejuízo para o desenvolvimento das sementes, pois em plantas criadas em estufas e portanto protegidas contra a fecundação alheia, não se verificou diferença entre as partes autofecundadas situadas fora e as de dentro do saquinho. A classificação baseou-se na fecundação das inflorescências isoladas e autofecundadas, levando-se sempre em conta a autofertilidade e autoesterilidade. Considerou-se também como pertencentes ao grupo das autoestéreis, as plantas que somente produziram sementes chôchas. Segundo este critério, os pais eram autoestéreis e o  $F_1$  autofértil. O  $F_2$  segregava. O número de autofecundações positivas e negativas foi registrado por famílias, calculando-se assim a homogeneidade. No  $F_2$  do cruzamento *Br. chinensis* x Rst foi encontrado um valor  $P = 14\%$  (à base do test de  $\chi^2$ ). *Br. chinensis* x TR atingiu um valor de 13% e *Br. pekinensis* x Rst um de 56%.

Os resultados obtidos são os seguintes :

	Nº de plantas autoestéreis	Nº de plantas autofértéis	Total
<i>Br. chinensis</i> x Rst e recip.	62	48	110
<i>Br. chinensis</i> x TR e recip.	27	21	48
<i>Br. pekinensis</i> x Rst	52	20	72

Ainda que o último cruzamento divergisse visivelmente dos outros, houve homogeneidade suficiente ( $P = 7\%$ ).

Caso a autoesterilidade e autofertilidade estejam condicionadas a gens, pode-se concluir pelo comportamento da geração  $P_1$  e  $F_1$ , que a autofertilidade é resultante de herança polimérica. A proporção de 141:89 assemelha-se a um tri-híbrido, com a segregação básica de 37:27.

	Nº de plantas autoestéreis	Nº de plantas autoféteis	Total
Valores achados	141	89	230
« esperados	133,0	97,0	230,0
« $\chi^2$	0,48	0,66	1,14
	$\chi^2 = 1,14$ .	$m = 1$ .	<u><math>P = 29\%</math></u>

Apesar deste resultado favorável, a discrepância do cruzamento *Br. pekinensis* x Rst tornou necessário o cálculo da espectância de cada cruzamento em separado.

### F r e q u ê n c i a

	achada	esperada	Valores $\chi^2$
<i>Br. chinensis</i> x Rst e recip.	62 : 48	63,6 : 46,4	0,04+0,06=0,10
<i>Br. chinensis</i> x TR e recip.	27 : 21	27,7 : 20,3	0,02+0,02=0,04
<i>Br. pekinensis</i> x Rst	52 : 20	41,6 : 30,4	2,60+3,56=6,16
Total	141 : 89	140,9 : 97,1	2,66+3,64=6,30
	$\chi^2 = 6,30$	$m = 3$ .	<u><math>P = 10\%</math></u>

Portanto a trimeria hipotética parece plausível. Sendo assim, a autofertilidade depende de três fatores dominantes e equivalentes (A-B-C-). *Br. chinensis* e *Br. pekinensis* devem ter tido a fórmula inicial AA bb cc e *Br. rapa* aa BB CC, ou vice versa.

## RESUMO

Várias espécies e variedades do gênero *Brassica* foram cruzadas com o fito de se estudar o grau de parentesco entre as mesmas.

Como critério de compatibilidade foi adotada a relação "sementes: óvulos".

Para se poder comparar os resultados da hibridação com a fertilidade das espécies originais foram realizadas polinizações entre plantas irmãs (espécies alógamas) ou autopolinizações (espécies autógamias).

As espécies *Br. chinensis*, *Br. pekinensis* e as duas formas analisadas de *Br. rapa* (Rst e TR) apresentaram-se como grupo sistemático bem estreito. *Br. japonica* comportou-se como se pertencesse a um grupo sistemático à parte, consideravelmente afastado do anterior.

Este comportamento diferente de *Br. japonica* em relação ao grupo Asiático-rapa comprovou-se também em cruzamento com *Br. oleracea*. *Br. japonica* foi bem mais compatível com *Br. oleracea* do que as demais espécies estudadas.

O fenômeno das variações observadas nos cruzamentos recíprocos (Nelson 14, Howard 6 e 8) quando as espécies cruzadas não possuíam o mesmo número de cromossômios foi também aqui observado.

A título de ilustração foi feita uma genoanálise da fertilidade das gerações descendentes de *Br. chinensis* x *Br. rapa* e recíproco, *Br. pekinensis* x *Br. rapa*. Pelas observações feitas até a geração F<sub>2</sub> parece possível a existência de uma herança trimérica, na qual a autofertilidade é condicionada a uma dominância tripla.

## Zusammenfassung

Zur Feststellung der verwandtschaftlichen Beziehungen wurden mehrere Arten und Varietäten der Gattung *Brassica* miteinander gekreuzt.

Als Masstab der Verträglichkeit (compatibility) galt die Beziehung "Samen: Samenanlagen".

Um die Kreuzungsergebnisse miteinander vergleichen zu können, wurde der Ansatz der Bastarde dem der Ausgangsarten gegenübergestellt. *Br. chinensis*, *Br. pekinensis* und die beiden untersuchten Varietäten von *Br. rapa* (Rst und TR) liessen sich als eine enge verwandtschaftliche Gruppe erkennen. Dagegen war die Verwandtschaft zu *Br. japonica* deutlich geringer. Zu gleichen Schlussfolgerungen führten die Kreuzungen der genannten Arten mit *Br. oleracea*. Nach diesen schloss sich *Br. japonica* an *Br. oleracea* an, während die restlichen untersuchten Arten in weitem Abstände folgten.

Die Unterschiede in der Kreuzbarkeit bei reziproken Bastarden von Eltern mit ungleicher Chromosomenzahl (Nelson 14, Howard 6 und 8) wurden bestätigt.

Anschliessend folgt eine Genanalyse der Fruchtbarkeit an Abkömmlingen von *Br. chinensis* x *Br. rapa* und reziprok und *Br. pekinensis* x *Br. rapa*. Nach den Beobachtungen bis zur  $F_2$  scheint ein dreifaktorieller Erbgang vorzuliegen, bei welchem die Selbstfertilität durch dreifache Dominanz bedingt wird.

## SUMMARY

Several species and varieties of *Brassica* were interbred, for the purpose of studying their phylogenetic relationship. The index "seed: ovules" was adopted as a criterion to evaluate the compatibility among them.

The fertility of the hybrids was studied by means of comparison with that of the parents.

As a result of these studies, it was concluded that *Br. chinensis*, *Br. pekinensis*, and *Br. rapa* (varieties Rst and TR) seem to belong to the same taxonomic group, whereas *Br. japonica* seems to form part of another group considerably apart.

Such conclusion received further support from the study of the compatibility between *Br. oleracea* and the above mentioned species. *Br. japonica* showed to be much closer to *Br. oleracea* than anyone of the other species studied.

As illustration, the fertility of the hybrids *Br. chinensis* x *Br. rapa*, its reciprocal, and *Br. pekinensis* x *Br. rapa* was submitted to a genetic analysis, carried down to the second generation ( $F_2$ ). The results seem to indicate the existence of a trimerous inheritance, in which the self-fertility is conditioned by a triple dominance.

## LITERATURA

1. Bailey, L. H. (1922): Art. Brassica. Stand Cycl. of Horticulture.
2. Brieger, F. (1930): Selbststerilität und Kreuzungssterilität in Tier — und Pflanzenreich. Verlag Springer. Berlin.
3. Correns, C. (1913): Selbststerilität und Individualstoffe, Biol. Zentralbl. 33.
4. — — (1928): Neue Untersuchungen an selbststerilen Pflanzen. Biologisches Zentralblatt 48
5. Haga, T. (1938): Relationship of genom to second pair. in Br. Jap. Journ. Genet. 13
6. Howard, R. W. (1942a): Effects of Polyploidy and Hybrid. on seed size in crosses between Br. chin. and Br. Carin.
7. — — (1942b): Heteroauxin and prod. of tetraploid shoots by the callus method. in Br. oleracea. Journal of Gen. 44.
8. — — (1942c): Selfincompatibility in polypl. forms of Brassica and Raphanus. Nature. London 149
9. Karpetschenko (1937): Experimentelle Gewinnung tetraploider Bastarde von Brassica oleracea x Br. carinata. Bull. Appl. Bot. II. 7.
10. Koller. S. (1940): Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Steinkopff Leipzig.
11. Memoria, J. P. (1948): Dedução da equação da curva normal. Ceres pag. 321.
12. Moringa, T. (1929/30): Interspec.hybr.in Brassica. Cytol. I.
13. Nagaharu, U. (1935): Genome-analysis in Brassica. Jap. J. Bot. 7
14. Nelson, A. (1927): Fertility in Brassica. Journ. of Genetics 18. 2
15. Roemer, W. (1935): Fruchtbarkeit und Vererbung bei Brassica — Artkreuzungen. Zeitschrift für Züchtung 20
16. Schiemann, E. (1932): Entstehung der Kulturpflanzen. Handb. d. Vererb. III
17. Sinskaia, F. (1927): Genosystem. invest. of cultural Brassica. Bull. Appl. Bot. 17
18. Stout, R. (1931): Pollen tube behaviour in Br. pekinensis. Amer. Journ. of Bot. 18.