

Cruzamento entre especies

Prof. S. de TOLEDO PIZA JUNIOR
da E. A. «Luiz de Queiroz»

Até a bem pouco tempo acreditava-se que os productos do acasalamento de individuos pertencentes a especies diferentes, fossem sempre estereis. Hoje, conhece-se um grande numero de exemplos de perfeita fertilidade desses productos. E essa fertilidade tem sido constatada mesmo nos individuos provenientes do cruzamento de plantas e de animais pertencentes a generos diversos.

No caso de uma reprodução possível entre os descendentes bastardos, era crença geral que essa reprodução se fizesse fora das leis mendelianas. O híbrido de especies deveria constituir uma geração intermediária, constante, cujos membros poderiam reproduzir-se sem os riscos da dissociação ou segregação dos caracteres paternos. Os individuos F₁ escapavam á lei da dominancia, pois não puxavam mais por um pae do que pelo outro; as gerações seguintes fugiam á lei da segregação dos caracteres allelomorphos, visto como o híbrido continuava a apresentar um typo intermediario que se revelava constante.

Estudos ulteriores vieram mostrar que tambem os cruzamentos entre especies são regidos pelas mesmas leis biologicas que regem os cruzamentos entre variedades ou raças. As leis mendelianas da dominancia e da segregação verificam-se, perfeitamente, nos cruzamentos inter-especificos. Si o híbrido tem apparencia intermediária é justamente porque na exteriorização phenotypica da sua constituição hereditaria, impéra a lei da dominancia dos caracteres. Sendo elle o resultado do jogo complexo de um grande numero de factores geneticos oriundos de paes que differem entre si por innumerous caracteres, e, dominando ora um gen paterno, ora um materno, o phenotype resultante, não pôde deixar de ser intermediario.

De outro lado, a constancia do híbrido, não passa do resultado de uma observação imperfeita. Si, pelo exame de conjuncto tem-se a impressão de um typo intermediario, o mesmo não acontece pelo estudo de cada character separadamente. Assim, se fizermos em toda a população F₂ o estu-

do de um só caracter dos paes, como a cor, por exemplo, verifica-se a perfeita dissociação mendeliana segundo as mesmas proporções numericas estabelecidas. E' o caso do cruzamento do *Antirrhinum majus* X *Antirrhinum molle*. O primeiro possui flores de coloração fuchsina dominante e o segundo, flores de coloração eosina. A analyse desse caracter em F₂ revela a existencia de 3/4 de individuos com flores fuchsina e 1/4 de individuos com flores eosina.

A volta aos typos P, que seria a demonstração irrefutavel da segregação mendeliana, não se verifica no cruzamento entre especies, porque, em virtude da enorme complexidade de combinações entre um numero avultado de factores, esses typos só muito raramente apparecem. Quando os paes differem apenas por 12 caracteres, cada typo paterno só reaparecerá uma unica vez em cada 17 milhões de descendentes F₂ (GUYE'NOT). Ora, como, de ordinario, as observações são feitas em populações relativamente pequenas, esses typos têm muito pouca probabilidade de serem encontrados.

O cruzamento entre especies é, pois, um verdadeiro polyhybridismo, e, como tal, conduz a formação de novas combinações. Estas são muito numerosas e dentre ellas, algumas se mostram perfeitamente homozygotes com relação a todos os factores, podendo ser o ponto de partida para novas especies. Em virtude do grande numero de combinações de que resultam essas fórmas novas, ellas differem enormemente dos typos paternos. Para muitos autores e para LOTSY principalmente, é esse um dos modos mais importantes de origem das especies.

* * *

Recentemente, diversos autores conseguiram mostrar, que no cruzamento de especies ou de generos é possível a formação de um híbrido fértil indissociavel, isto é, constante. Para isso é necessario apenas que o híbrido, em virtude de uma anomalia qualquer verificada durante a genese dos gametas que o originaram, apresente-se provido de um numero duplo de chromosomios.

Ao se formarem os gametas do híbrido, de tres maneiras diferentes podem se comportar os seus chromosomios (Fig. 1): No caso mais geral, os chromosomios paternos e maternos paream-se pela redução chromatica — *Allosyndesis*; frequentemente, porem, uma *synapsis* entre os chromosomios dos paes não é possível, não havendo por isso formação de pares — *Asyndesis*; muito raramente acontece tambem, que os chromosomios de uma mesma proveniencia, isto é, os paternos ou os maternos, formam pares entre si — *Autosyndesis*.

Quando as especies que se cruzam apresentam um numero diferente de chromosomios, pôde se dar, o que não é raro, uma combinação *allo-syndetica* (Fig. 2). Assim, por exemplo, si para a constituição do hybridio o

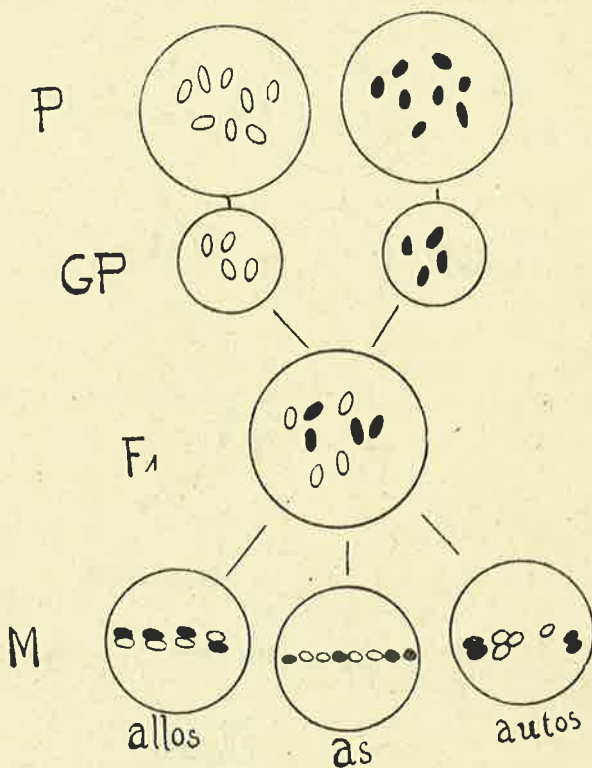


Fig. 1 — Comportamento dos chromosomios do hybridio de especies, por ocasião da redução chromatica: P, especies paternas; GP, gametas dos paes; F₁, hybridio; M, metaphase da primeira divisão maturativa do hybridio; allos, allosyndese; as, asyndese; autos, autosyndes (Original).

espermatozoide contribuiu com 8 chromosomios e o ovulo com 4, quando elle entrar a produzir gametas apenas 4 dos chromosomios paternos formam-se pares com os 4 maternos, ficando os outros 4 desemparcerados.

Tomemos agora um exemplo real.

KARPETSCHENKO, cruzando *Raphanus sativus* (Rabanete) e *Brassica oleracea* (Couve), obteve uma geração F₁ intermediaria, porem, quasi todas as plantas que a constituíam, eram estereis. Os poucos individuos fertes que conseguiu, deram uma geração F₂ ainda intermediaria e consti-

tuida por plantas um pouco mais vigorosas que as F₁ e de perfeita fertilidade. Em F₃ e F₄ a constancia e a fertilidade do hybridio se mantiveram sem alteração. Levado o caso para o campo cytologico, lá constatou-se ser

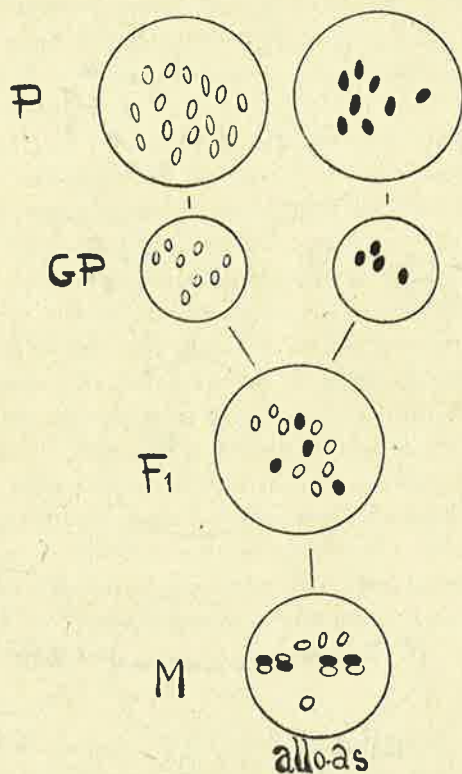


Fig. 2 — Allo-asyndese verificada no caso de cruzamento entre duas especies com numeros diferentes de chromosomios: P, paes; GP, gametas dos paes; F₁, hybridio; M, metaphase da primeira divisão rednctiva; allo-as, allo-asyndese. (Original).

a constancia observada devida a uma duplicação do numero de chromosomios. De facto, tanto *Raphanus* como *Brassica* apresentam o numero haploide 9 de chromosomios (Fig. 3). Nas cellulas somaticas do hybridio devem se encontrar, por conseguinte, 18 chromosomios, o que realmente se dá. Por ocasião da maturidade sexual deste, quando os gametas se vão formar, verifica-se enorme irregularidade no comportamento dos chromosomios, irregularidade que nos casos extremos se traduz por uma completa asyndese. Os mais variados complexos chromosomicos que se originam por essa ocasião, conduzem todos á esterilidade; apenas os casos raros de perfeita asyndese,

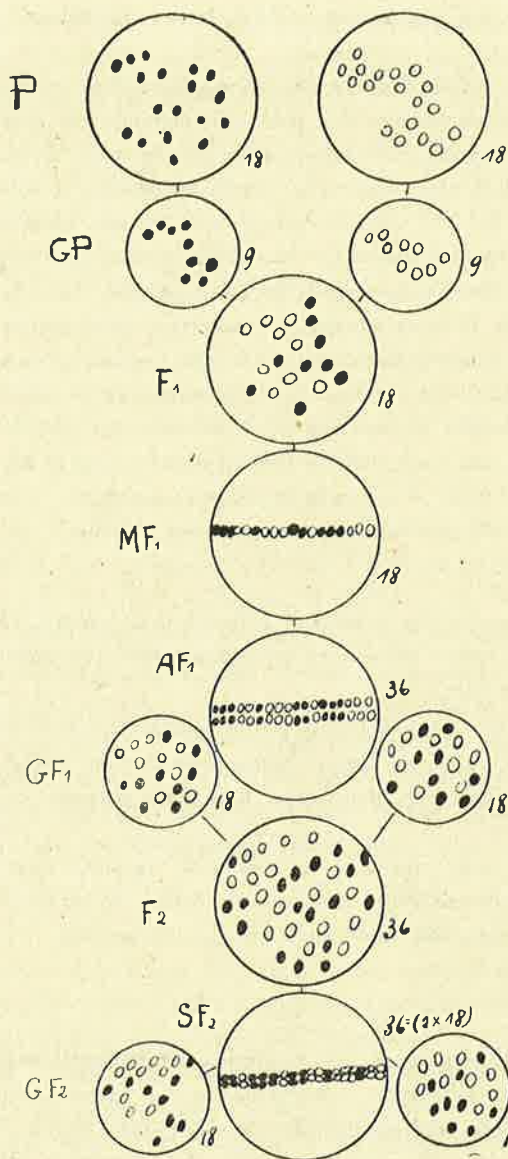


Fig. 3 — Schema do Cruzamento *Raphanus*x*Brassica*: P, constituição somática (diaploideia) dos pais; GP, constituição gamética (haploideia) dos mesmos; F₁, constituição somática do híbrido; MF₁, metáfase da primeira divisão maturativa, vendo-se, na placa equatorial, os cromossomos paternos e maternos ao lado uns dos outros, sem terem formado pares; AF₁, anáfase da mesma divisão; GF₁, gametas do híbrido, com 18 cromossomos, 9 de cada pai; F₂, constituição somática de um indivíduo da segunda geração, com 36 cromossomos, ou seja, dois lotes completos provenientes de cada um dos P; SF₂, metáfase da primeira divisão reductiva, vendo-se na placa equatorial 18 cromossomos duplos resultantes da synapsis dos cromossomos de *Raphanus* e de *Brassica* trazidos por um dos gametas, respectivamente com os de *Raphanus* e de *Brassica* trazidos pelo outro; GF₂, gametas dos indivíduos da geração F₂. O numero de cromossomos se acha escripto do lado direito de cada representação. (Original).

duo da segunda geração, com 36 cromossomos, ou seja, dois lotes completos provenientes de cada um dos P; SF₂, metáfase da primeira divisão reductiva, vendo-se na placa equatorial 18 cromossomos duplos resultantes da synapsis dos cromossomos de *Raphanus* e de *Brassica* trazidos por um dos gametas, respectivamente com os de *Raphanus* e de *Brassica* trazidos pelo outro; GF₂, gametas dos indivíduos da geração F₂. O numero de cromossomos se acha escripto do lado direito de cada representação. (Original).

levam á fertilidade. E' por isso que a quasi totalidade dos individuos Fl é esteril.

Nos individuos ferteis, a fertilidade resulta do seguinte: Por occasião da redução chromatica, os chromosomios dos paes, não entrando em synapsis, não formam pares, de maneira que na metaphase da primeira divisão maturativa encontra-se, na placa equatorial, uma bateria chromosica completa, ou seja, 9 chromosomios de *Raphanus* e 9 de *Brassica*. Esses 18 chromosomios, dividindo-se duas vezes como numa caryocinese normal, dão origem a gametas providos do mesmo numero 18 de chromosomios. Quando, na reproducção dos individuos Fl esses gametas se encontram, produzem zygotes viaveis providos de 36 chromosomios, isto é, de duas guarnições completas de chromosomios do *Raphanus* e duas de chromosomios da *Brassica*. Na gametogenese desses individuos conjugam-se os 9 chromosomios do *Raphanus* trazidos pelo pollen com os 9 trazidos pelo ovulo, o mesmo se dando com os chromosomios da *Brassica*, e tudo prosegue normalmente, originando-se sempre gametas de 18 chromosomios nas gerações seguintes.

* * *

A duplicação chromosomica que determina a formação de um hybridio intermediario constante, nem sempre se verifica na gametogenese dos individuos Fl, como é o caso precedente.

Assim, por exemplo, em certos hybridos estereis (*Primula floribunda* X *Primula verticillata*) originam ramos ferteis providos de numero duplo de chromosomios. A duplicação, nesse caso, teve inicio nalguma cellula somatica.

Tambem a duplicação pôde originar-se no zygote do bastardo, como deve ser o caso dos individuos constantes com numero duplo de chromosomios, que se encontram no meio dos Fl em dissociação, no cruzamento *Fragaria bractea* X *Fragaria helleri*.

* * *

A duplicação chromosomica pôde ser produzida experimentalmente, provocando-se a formação de callosidades pela eliminação das gemmas apicaes e axillares, como acontece com os hybridos de *Solanum nigrum* X *Solanum luteum*, ou pela acção do calor ou do frio, dos narcoticos, dos raios de Roentgen, etc. sobre os gametas ou zygotes do hybridio, como é o caso de muitas outras plantas.

Este facto tem extraordinaria significação pratica. Assim, por exemplo, si no decurso de uma experiencia de cruzamentos verificar-se o apparecimen-

to de individuos F1 com qualidades excepcionaes, poder-se á tentar, com probabilidades de exito, a sua fixação por meio da duplicação experimental do numero de chromosomios.

* * *

A formação de hybridos intermediarios constantes, tem sido considerada por muitos autores como um dos meios mais importantes de apparecimento de especies novas. O hybrido resultante do cruzamento de especies e principalmente de generos, differe, muitas vezes, dos paes, por uma enorme somma de caracteres, o que determina a criação para elle de uma especie nova, que pôde ser a especie typo de um novo genero. Assim, o hybrido proveniente do cruzamento de *Raphanus sativus* e *Brassica oleracea* apresenta caracteres proprios tão importantes, que foi preciso criar para elle o novo genero *Raphanobrassica*.

Importante e muito significativo no que concerne á origem das especies, é o facto interessante da inviabilidade do cruzamento regressivo do hybrido com as especies paternas. Foi o que mostraram KARPETSCHENKO e SCHIAVINSKAIA com o mesmo *Raphanobrassica*. Essá planta, cruzada com *Raphanus* produziu um pequeno numero de descendentes de fraca fertilidade; cruzada com *Brassica* teve um unico descendente e este, completamente esteril. Assim pois, a nova especie resultante do cruzamento de *Raphanus* e *Brassica*, pôde perfeitamente reproduzir-se ao lado dos seus genitores, sem riscos de cruzamentos regressivos e desse modo, manter constantes os seus caracteres. A nova especie se acha completamente isolada pela sua propria constituição genotypica.

* * *

Do estudo precedente pode se tirar uma conclusão favoravel á acção do meio na formação das especies. De facto, si a experiencia demonstra que as causas exteriores como a temperatura, o traumatismo, os narcoticos, etc., influem de maneira consideravel nos phenomenos cytologicos da maturação gametica ou na marcha das mitoses somaticas, podendo conduzir a uma duplicação do numero de chromosomios e si essa modificação, quando se verifica nos hybridos, pôde levar a uma nova fórma constante, segue-se que certas condições ambientes identicas podem produzir os mesmos resultados.

BIBLIOGRAPHIA

KARPETSCHENKO—Konstantwerden von Art—und Gattungsbastar-

den durch verdoppelung der Chromosomenkomplexe, pag. 134-140; BRIEGER—Vererbung bei Artbastarden unter besonderer Beruecksichtigung der Gattung *Nicotiana*, pag. 140-152; KOSZWIG—Das gen in frender Erbmasse, pag. 152 157. In "Der Zuechter" 1. Jahrg. Heft 5, Aug. 1929. BELAR — Zuechtung und Cytologie. In "Der Zuechter" 1. Jahrg. Heft 5, April, 1929, pags. 1-6. GUYE'NOT — L'Hérédité, Gaston Doin, Paris, 1924. Pag. 320 e seguintes. BAUR — Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, Berlin, 1922, pag. 247 288. BABCOCK and CLAUSEN — Genetics in Relation to Agriculture, New York, 1918, pags. 219 249; GOLDSCHMIDT — Einführung in die Vererbungswissenschaft, Leipzig, 1923. Pags. 399 437. LANG — Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. Jena, 1914. Pags. 119 140; JOHANNSEN — Elemente der Exakten Erblchkeitslehre, Jena 1926. Pags. 595-620; BLARINGHEM — Les problèmes de l'héredité experimentale, Paris, 1919. Pags. 84-113, 172-198. MEISENHEIMER — Die Vererbungslehre. Jena, 1923. Pags. 34 60.

S. DE. TOLEDO PIZA JUNIOR

"... Por ocasião da invasão das tropas francezas, JUNOT requisitou, a pedido de SAINT HILAIRE, os originaes e desenhos do grande naturalista brasileiro, ja com as descrições feitas, ilustradas e sómente à espera de publicação. O naturalista francez, por este meio, pode aproveitar do trabalho alheio, publicando, tempos depois, suas pesquisas, muitas das quaes baseadas nas investigações que usurpou ao grande e infeliz naturalista patricio.

Alem dos manuscriptos, Geffroy de SAINT HILAIRE requisitou tambem de JUNOT 417 especies representadas por 592 exemplares de mamíferos, aves, reptes e peixes colleccionados por Alexandre Rodrigues Ferreira..."

"Fica, portanto, demonstrado que muitas das especies dos irmãos SAINT HILAIRE foram baseadas nas descrições, estampas, e material colleccionado e montado pelos brasileiros ALEXANDRE RODRIGUES e JOSE' MARIANO DA CONCEÇÃO VELLOSO victimas da incompreensão do meio em que viveram e da inaudita usurpação que lhes fizeram sabios de tão grande valor".

ARTHUR NEIVA—Esboço Historico sobre a Botanica e Zoologia no Brasil, 1929.