

Possible effects of (trans)gene flow from crops on the genetic diversity from landraces and wild relatives

Paul Gepts and Roberto Papa

Environ. Biosafety Res.2 (2003) 89-103

INTRODUÇÃO

O **escape de genes** através do **fluxo gênico** é a principal preocupação associada a introdução de cultivares **transgênicos**

- Conseqüências do fluxo gênico incluem principalmente:
 - ↑ Mudança (aumento) da adaptabilidade (fitness) dos parentes selvagens (risco de se tornarem daninhas);
 - ↑ Transferência de resistência à herbicidas;
 - ↑ Efeito sobre a identidade e diversidade genética de parentes sexualmente compatíveis.

↑ Atualmente:

Milho transgênico no México (centro de origem e diversidade)

Arroz e Soja na China (centro de domesticação)

↑ Por que se preocupar???

Os **centros de origem e diversidade** contém **raças locais** com grande diversidade fenotípica, **progenitores selvagens e espécies selvagens relacionadas**. Esta diversidade genética é o "capital" para melhoramento das espécies cultivadas.

Diversidade Genética Das Espécies Cultivadas e Sua Caracterização

A importância da diversidade genética das culturas pode ser examinada sob duas perspectivas distintas:

- 1) Diversidade genética como condição necessária para obter alta produtividade e estabilidade de produção (agroecossistemas com maiores produções do que monoculturas)

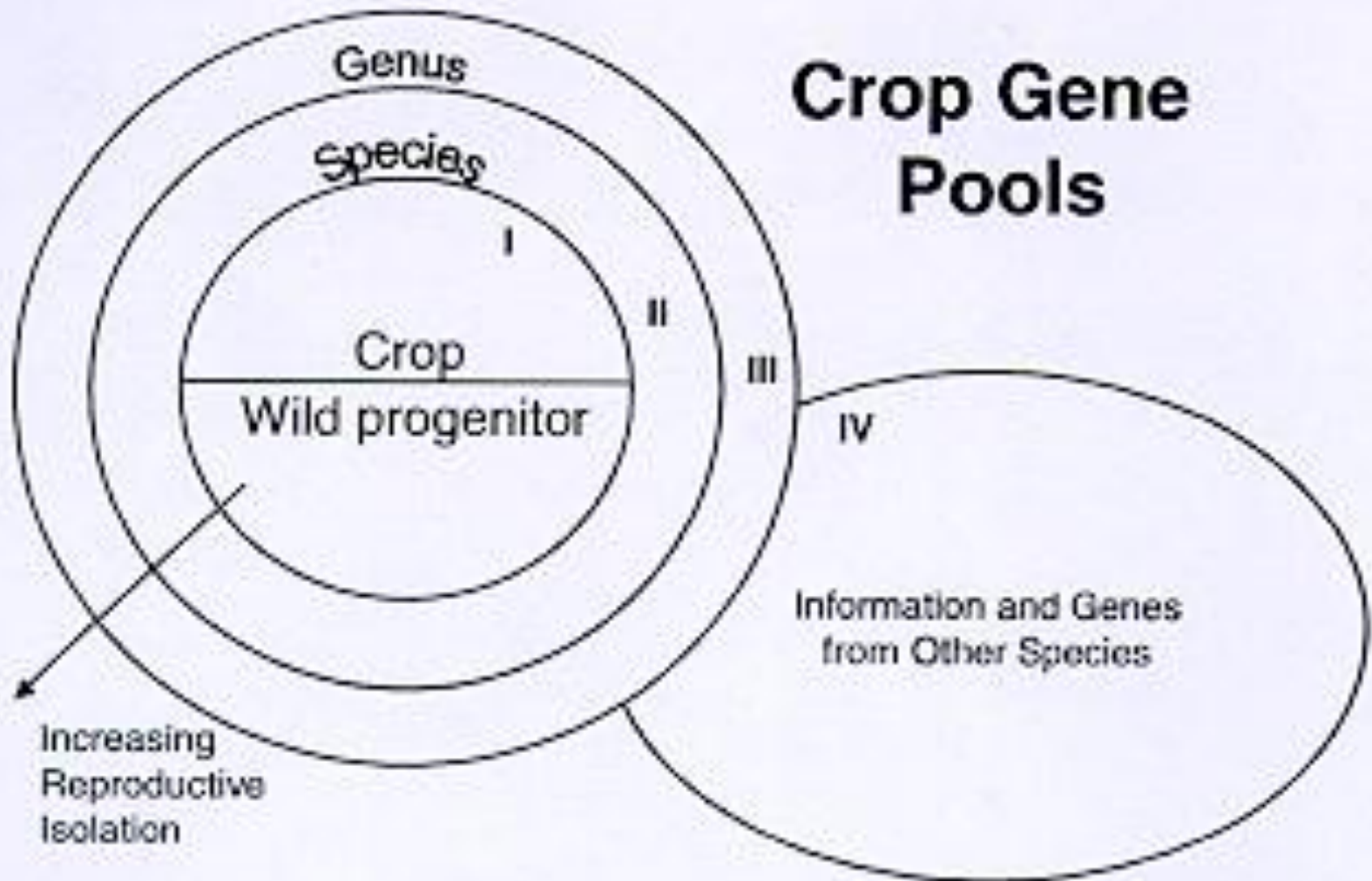
2) Diversidade genética como matéria prima usada pelos melhoristas

Antes do advento da transformação de plantas o acesso a diversidade genética em programas de melhoramento era limitado pela incompatibilidade sexual.

Os melhoristas reconheciam três conjuntos gênicos baseado no grau de compatibilidade sexual

Recentemente a transformação de plantas (gerar novas combinações gênicas) e a genômica (identificação de seqüências de interesse agrônômico baseado na homologia do DNA) originaram um quarto conjunto gênico, ultrapassando as barreiras de incompatibilidade sexual

Crop Gene Pools



Increasing
Reproductive
Isolation

Information and Genes
from Other Species

- Caracterização da diversidade genética pode ser obtida:

 - ↑ caracteres fenotípicos;

 - ↑ marcadores moleculares

- Caracteres fenotípicos:

 - ↑ **vantagem**: estar diretamente relacionado ao "fitness"

 - ↑ **desvantagem**: dificuldade de avaliação

- Marcadores moleculares:

 - cada tipo apresenta vantagens e desvantagens

Baixa correlação entre essas análises

Fluxo gênico entre genótipos e seus parentes selvagens

Como ocorre o fluxo gênico?

Polinização

Dispersão de sementes
(mecânica, vento, animais)

É possível ocorrer fluxo gênico entre a planta cultivada e o progenitor selvagem?

Sim, na maior parte das vezes pertencem à mesma espécie biológica

Como esse cruzamento pode ser registrado?

Por meio da identificação de híbridos

marcadores morfológicos

marcadores moleculares

Qual o principal perigo do fluxo gênico?

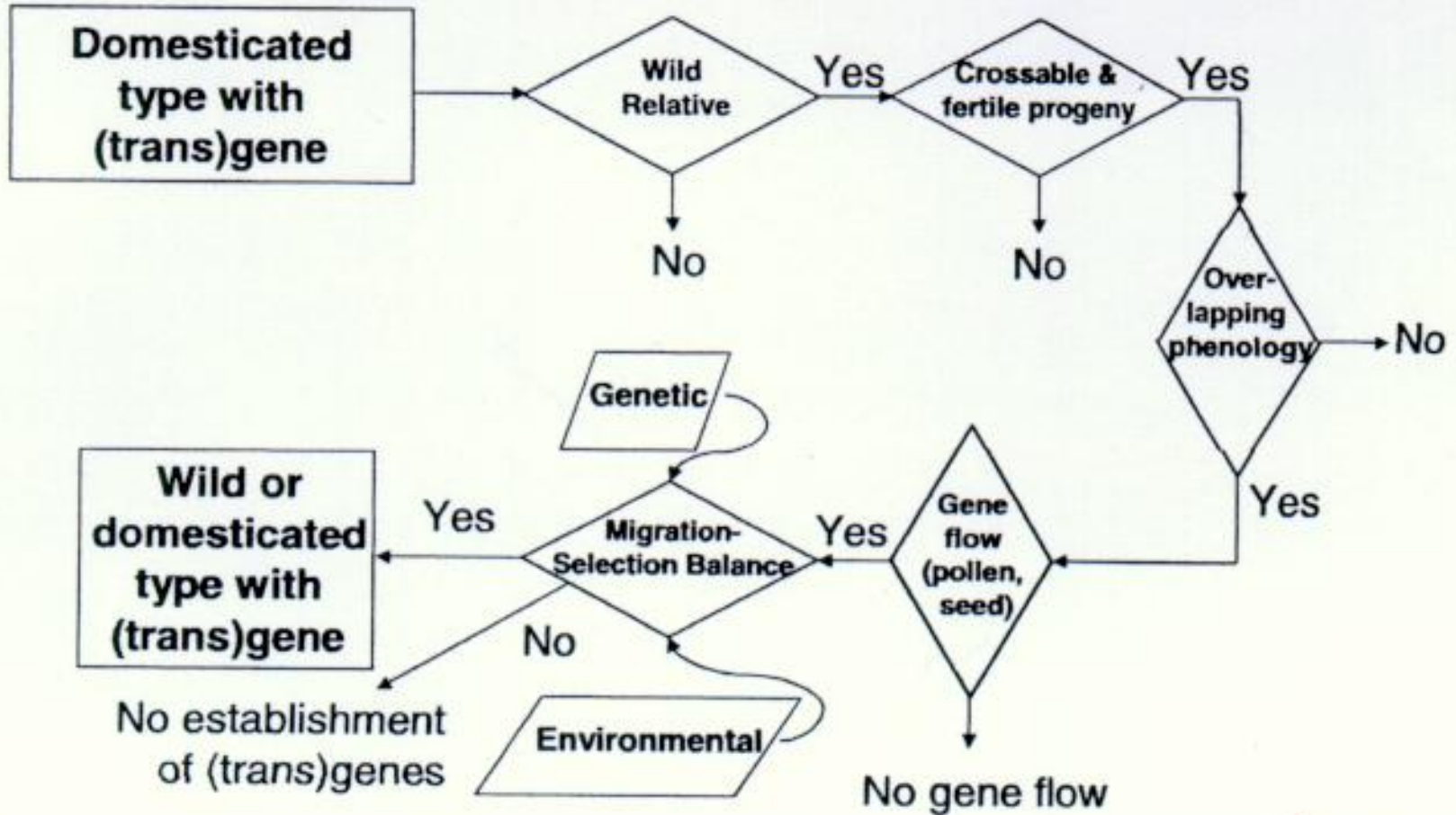
Perda da variabilidade genética

Diversidade dos progenitores selvagens é ameaçada

O exemplo do milho no México

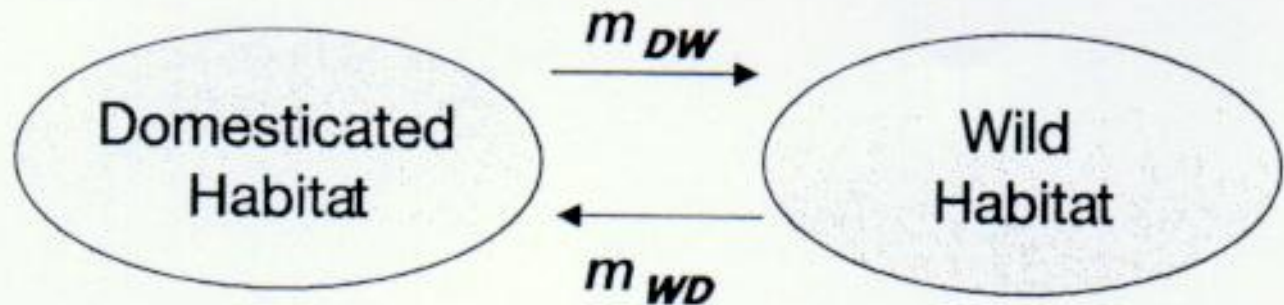
Seqüências transgênicas encontradas em espécies selvagens

Etapas para determinação de fluxo gênico



Modelo de migração-seleção

2 populações/2 alelos



Relative fitness of allele	$A1$	1	1
	$A2$	$1 + s$	$1 - e s$

s selective advantage of $A1$ over $A2$
 e environmental effect
 m migration

Table 1. Summary of experiments comparing introgression of genes from crops to sympatric and allopatric wild populations.

Source	Crop	Sympatric/allopatric populations?	Markers	Method	Results
Bartsch et al. 1999	Beet	26 D; 65 W ^a	Allozymes: 12 loci	Unique alleles	(a) Gene flow from D to W. (b) Slight increase in diversity. (c) Maintained morphological differences between W and D.
Linder et al. 1998	Sunflower	3 W, sympatric; 4 W, allopatric	RAPD: 18 (absent in allopatric)	Unique alleles	High level of crop-specific markers in sympatric W: 0.32-0.38

^a D: domesticated; W: wild.

Efeito Do Fluxo Gênico Na Presença De Transgênicos

1) O transgene está sujeito a seleção (+/-) ou é neutro em populações selvagens?

2) Se sujeito a seleção, qual o efeito no resto do genoma?

A adição de transgenes pode levar a mudanças nas frequências alélicas, através da vantagem seletiva conferida pelo transgene às pop. selvagens.

O Efeito Do Fluxo Gênico Na Presença De Transgênicos

Transgenes sujeitos a seleção:

	TIPOS DE SELEÇÃO	
EFEITOS NO GENOMA	POSITIVA	NEGATIVA
	“sweep selective” ou “hitchhiking”	“background selection”

↑ Seleção conduz à **redução** da **diversidade** no loco e nas regiões adjacentes

↑ Tamanho da região afetada: s/r

s : vantagem seletiva do gene sob seleção

r : nível de recombinação

O Efeito Do Fluxo Gênico Na Presença De Transgênicos

- ↑ **Pls. Alógamas:** alta recombinação, **pequena** região do genoma se mantém ligada ao transgene (500-1000 pb de um genoma de 2.5×10^9 pb)
- ↑ **Pls. Autógamos:** **grande** região do genoma se mantém ligada ao transgene
- ↑ **Pls. com propagação vegetativa:** **todo** o genoma em desequilíbrio de ligação

O Efeito Do Fluxo Gênico Na Presença De Transgênicos

O estabelecimento do transgene depende:

- ↑ magnitude da vantagem seletiva;
- ↑ taxa de migração;
- ↑ deriva genética;
- ↑ efeito epistático;
- ↑ interação genótipo x ambiente