

Uso dos Recursos Genéticos

- **Transferir genes úteis encontradas em germoplasma exótico ou silvestre para germoplasma agronomicamente aceitável.**
 - **Incorporação:** refere-se a um programa de longa duração objetivando desenvolver uma população adaptada localmente, usando germoplasma exótico que irá ampliar a base genética de alguns materiais melhorados.
 - » **Bloco de genes**
 - **Introgressão:** transferência de um ou poucos genes de germoplasma exótico ou espécie silvestre para material adaptado e melhorado que não tem um determinado gene. Primeiramente, é necessário que esse germoplasma, exótico ou silvestre, seja caracterizado.
 - » **Retrocruzamentos**
- **Importância**
 - **Aumentar a variabilidade genética**
 - **Diminuir a vulnerabilidade genética**
 - **Transferir genes ausentes na forma cultivada.**
- **Principais usos:**
 - **Genes de resistência à insetos e doenças**
 - **Incorporação de novas características**
 - **Aumento da produção**
 - **Melhorar a adaptação**

Tipos de Germoplasma

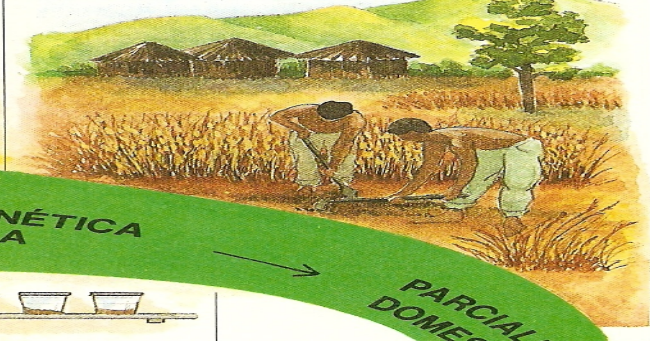
1. Parentes silvestres

Os parentes silvestres das plantas cultivadas compartilham ancestrais comuns com as plantas cultivadas, mas mantiveram-se silvestres como produtos da natureza.



2. Populações locais e cultivares primitivas

Variedades cultivadas locais desenvolvidas em sistemas agrícolas primitivos. Em lugar de serem melhoradas deliberadamente, os agricultores as selecionaram através de muitas gerações.



SILVESTRE

BASE GENÉTICA AMPLA

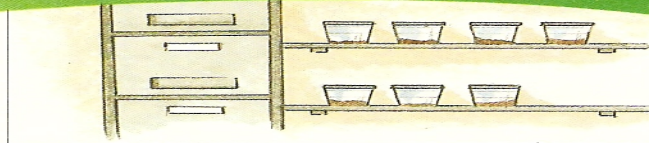
PARCIALMENTE DOMESTICADA

BASE GENÉTICA ESTREITA

DOMESTICADA

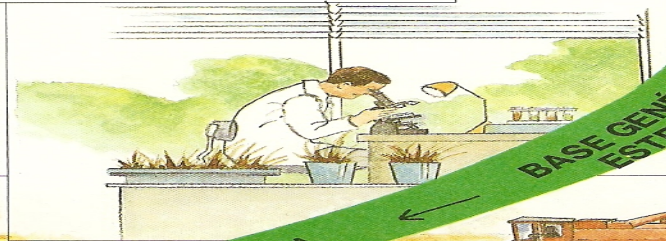
3. Cultivares obsoletas

As cultivares obsoletas, não utilizadas nas primeiras épocas do melhoramento genético, agora são encontradas principalmente nas coleções de germoplasma.



4. Linhas avançadas de melhoramento, mutações e outros produtos dos programas de melhoramento

As linhas e estirpes avançadas de melhoramento são plantas desenvolvidas pelos melhoristas para serem usadas no melhoramento vegetal moderno. Incluem cultivares que ainda não estão em condições de serem distribuídas aos agricultores.



5. Cultivares modernas

As cultivares de elite de alta produtividade têm sido desenvolvidas, por meio de melhoramento vegetal, para a agricultura intensiva moderna.



- **Cultivares**

- **Sofreram um alto processo de seleção**
 - » **tipo de planta**
 - » **produção**
 - » **etc..**
- **São mais ou menos homogêneas**
- **Possuem um conjunto de genes elites**
- **Base genética estreita comparada com os progenitores**
- **Usualmente são substituídas a cada cinco a dez anos**
- **Pragas e doenças**

- **Germoplasma obsoleto**

- **Materiais já melhorado liberados no passado e substituído por uma nova cultivar**
- **Normalmente são genitores, em programas de hibridização, de novas variedades**
- **Ainda apresentam alguma variabilidade comparado com as novas variedades**
- **CIMMYT: Grande banco com cultivares obsoletos.**

- **Raças Locais e Espécies Silvestres**

- **Grandes repositórios de genes**
- **São pouco conhecidos geneticamente**
- **São usualmente heterogêneas**
- **Pouco estudados**
 - » **morfologicamente**
 - » **bioquimicamente**
 - » **geneticamente**
 - » **em termos ambientais**

Percentagem de acessos distribuídos no período 1996-2006 (FAO 2010)

Tipos	Dentro/ entre IARCS	NARS países em desenvolvimento	NARS países desenvol vidos	Setor Privado	Outros	Total de acessos	% do total
Raça local	57,9	48,5	45,0	51,7	65,7	194.546	51
Espécie silvestre	29,2	19,0	40,5	7,1	19,1	104.982	27
Linha melhorada	8,5	23,1	5,4	36,0	6,5	56.804	15
Cultivar	3,5	8,0	9,1	5,1	8,6	24.172	6
Outros	0,9	1,4	0,1	0,1	0,1	3.767	1

Espécies silvestres

Table 1 Use of crop wild relatives in the past 20 years in released cultivars of 13 crops of international importance^a

Crop	Pest and disease resistance	Abiotic stress	Yield	Quality	Male sterility or fertility restoration	Total number of contributed traits
Cassava	+	-	-	+	-	3
Wheat	+++++++	-	+	+	-	9
Millet	+	-	-	-	+	3
Rice	+++++++	+++	+	-	+	12
Maize	+	-	-	-	-	2
Sunflower	+++	+	-	-	+	7
Lettuce	+++	-	-	-	-	2
Banana	++	-	-	-	-	2
Potato	+++++	-	-	-	-	12
Groundnut	+	-	-	-	-	1
Tomato	+++++++	++	-	++	-	55
Barley	-	+	-	-	-	1
Chickpea	-	+	-	-	-	2

^a Plus signs indicate number of wild relatives that have contributed beneficial traits to crop varieties in each category of traits. Minus sign indicates wild relatives have not contributed beneficial traits in that category. Total number of individual traits obtained from wild species are indicated in the last column for each crop

Dificuldades no uso de ES

- **Barreiras de isolamento**
 - **Pré-fertilização**
 - » **Divergência no habitat**
 - » **Tempo de florescimento**
 - » **Organização dos órgãos florais**
 - » **Modo de reprodução**
 - **Pós-fertilização**
 - » **Incompatibilidade cruzada**
 - » **Inviabilidade do híbrido**
 - » **Debilidade do híbrido**
 - » **Esterilidade do híbrido**
- **Caracteres Indesejáveis – Ligação genética**
 - **Lúpulo: gene para alta concentração de ácido alfa ligado a gene responsável pelo aroma não desejado em cerveja.**
- **Metodologia de Retrocruzamento**

Barreira de pré-fertilização

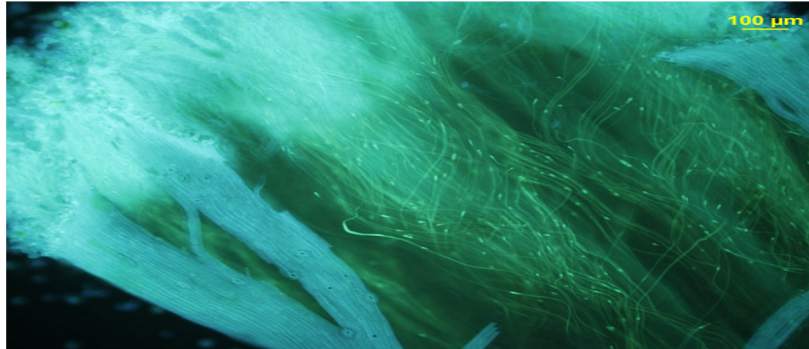


Fig. 1 Pollen tubes penetrating the style in a compatible cross

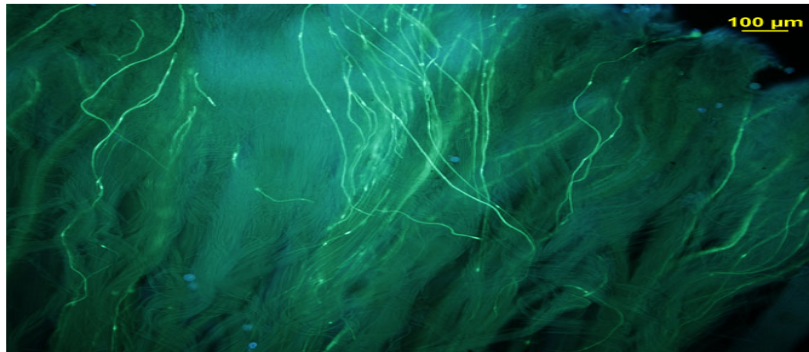
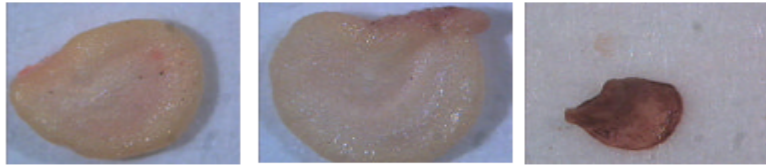


Fig. 2 Pollen tube growth inhibition in the style in an incompatible cross

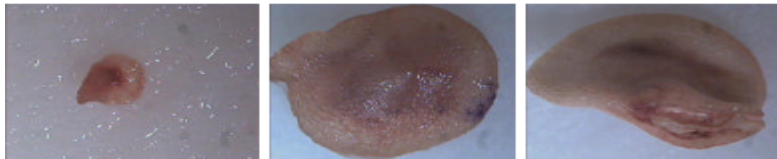
Barreiras pós-fertilização: Não formação do fruto e sementes e esterilidade do híbrido.



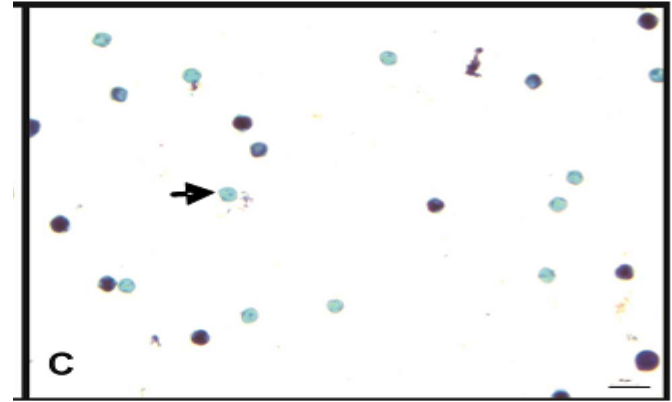
C. annuum x *C. baccatum*



C. baccatum x *C. frutescens*



C. baccatum x *C. chinense*



C. frutescens x *C. baccatum*

Campos (2006);
Monteiro et al., 2011

Esterilidade do HI

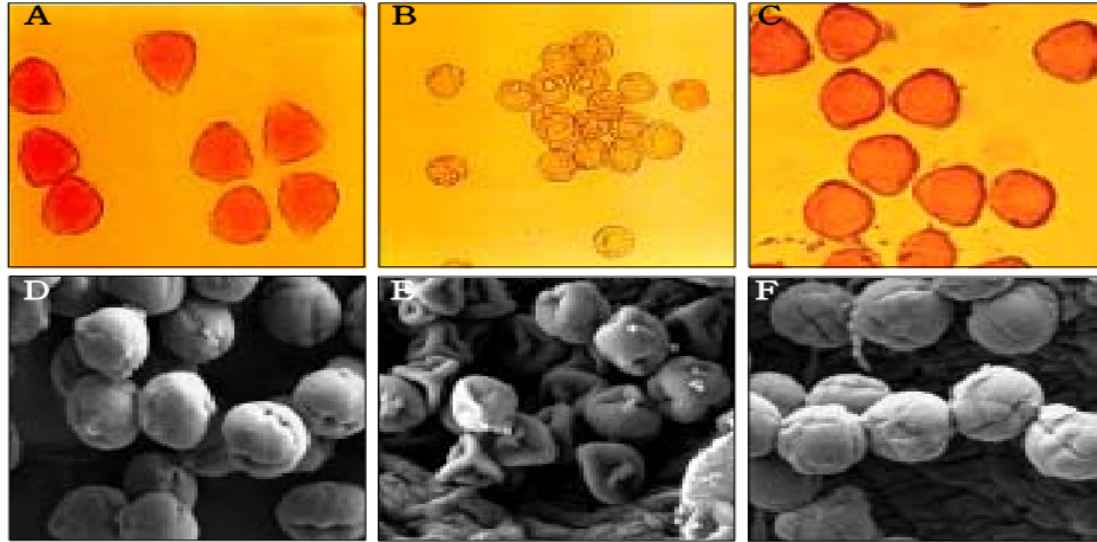


Fig. II-6. Pollen grains of *C. annuum* (A, D), *C. baccatum* (C, F) and their interspecific hybrids (B, D). Parental pollen grains exhibited normal staining and morphology. The pollen grains of interspecific hybrids were unstained and shrunk.

Complexos Gênicos - Harlan & De Wet (1971)

- **Complexo Gênico Primário – GP1**

- **Facilidade de cruzamentos**
- **Híbridos são férteis**
- **Bom pareamento cromossômico**
- **Segregação gênica é quase normal**
- **Transferência gênica é simples**
- **Corresponde ao conceito de espécie biológica**

- **Complexo Gênico Secundário – GP2**

- **Inclui todas as espécies biológicas que cruzarão com a cultura**
- **Transferência gênica é possível**
- **Existência de barreiras**
- **Híbridos são estéreis e debilitados**
- **Pareamento cromossômico falho**
- **Esse gene pool poderá ser utilizado mas terá de ser muito trabalhado.**

- **Complexo Gênico Terciário – GP3**
 - Híbridos são completamente estéreis
 - Não é possível a transferência gênica
 - » Cultura de embrião
 - » Duplicação de cromossomos
 - » Uso de uma terceira espécie para obter um híbrido com alguma fertilidade
- **Exemplo**
- **Complexo gênico do milho**
 - GP1: *Zea mays*, *Zea mexicana* e *Zea diploperenis*
 - GP2: *Zea perennis* e *Tripsacu,mm spp.*
 - GP3: Parentes silvestres mais distantes e espécies silvestres afins.
- **G4???**
 - Plantas transformadas????????
 - Transgenia
 - Gepts (2000)

Complexos Gênicos (Harlan & De Wet, 1971)

PG-1

“Pool” de genes primário

Material ideal para cruzamento:

- dentro do “pool” de genes primário o cruzamento é fácil e os híbridos férteis
- a transferência de genes geralmente é simples

PG-2

“Pool” de genes secundário

Os melhoristas podem usar com certo esforço:

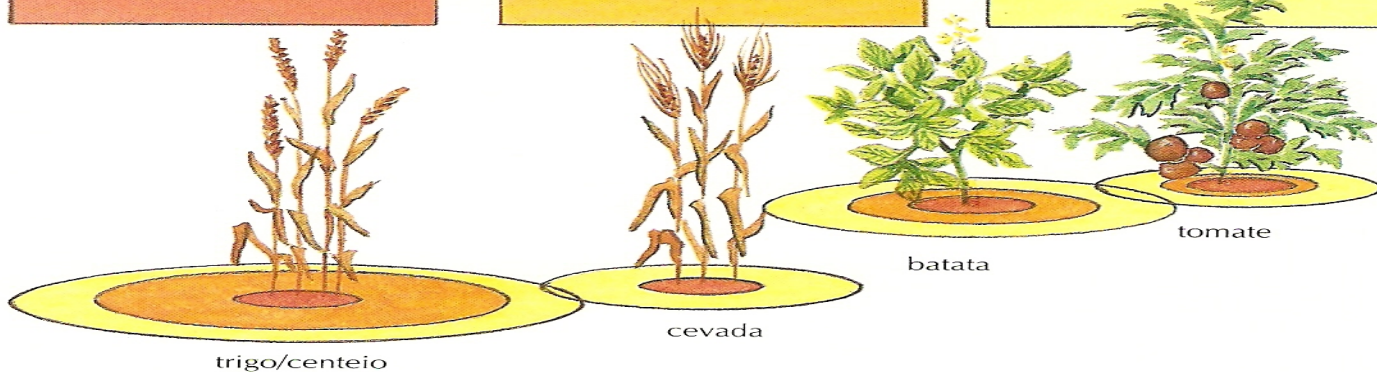
- podem ser cruzados com PG-1; os híbridos geralmente são estéreis, porém com alguns férteis
- a transferência de genes é possível, mas pode ser difícil

PG-3

“Pool” de genes terciário

Limite extremo de alcance do potencial genético:

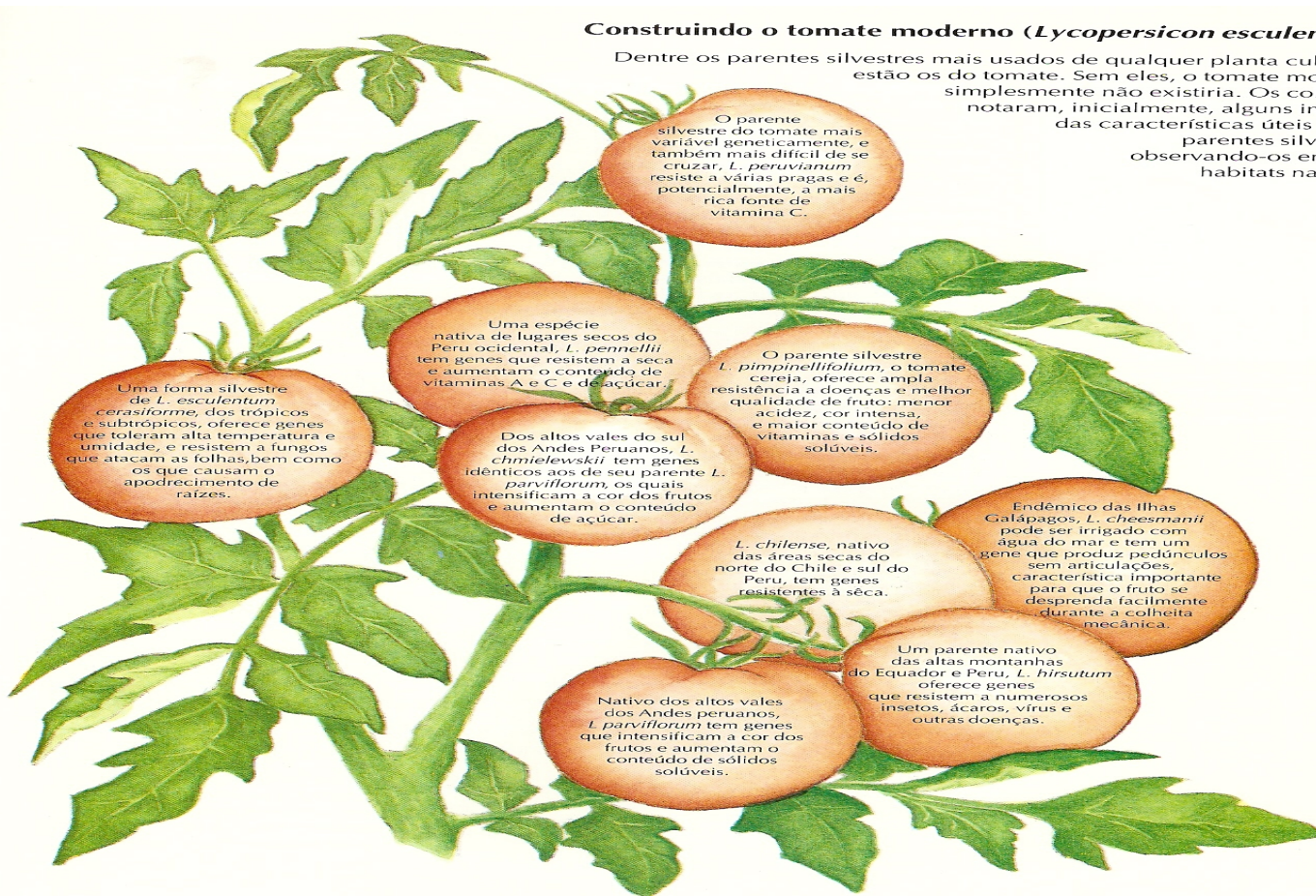
- pode-se cruzar com PG-1, porém os híbridos são estéreis
- a transferência de genes somente é possível com medidas radicais



Tomate

Construindo o tomate moderno (*Lycopersicon esculentum*)

Dentre os parentes silvestres mais usados de qualquer planta cultivada, estão os do tomate. Sem eles, o tomate moderno simplesmente não existiria. Os coletores notaram, inicialmente, alguns indícios das características úteis deste parentes silvestres observando-os em seus habitats naturais



Capsicum spp

Complexo *Annuum*

C. annuum var. *annuum*

C. annuum var. *glabriusculum*

C. frutescens



C. chacoense

C. chinense

C. galapagoense



Complexo *Baccatum*

C. baccatum var. *baccatum*

C. baccatum var. *praetermissum*

C. baccatum var. *pendulum*

C. tovari



Complexo *Pubescens*

C. cardenasii

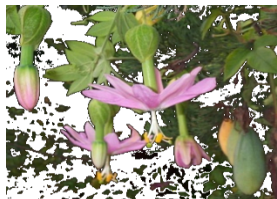
C. eximium

C. pubescens



Passiflora spp

GP 3



GP 2



GP 1



Hibridização gera descendência fértil

Hibridização gera descendência parcialmente fértil ou infértil

A obtenção de híbridos só é possível mediante técnicas especiais.

Procedimentos de uso das ES ou germoplasma exótico

- **Piramidização ou Acúmulo de genes**
 - **Genes exóticos transferidos para material cultivado**
 - **Retrocruzamentos**
 - **Marcadores moleculares**
 - **Transformação**
 - **Resistência a Phytophthora - soja**
 - **Diferentes raças fisiológicas - genes simples**
- **Adaptação de germoplasma**
 - » **Germoplasma exótico**
 - » **Germoplasma melhorado**
 - **Plantas Introduzidas**

Procedimentos

- **Adaptação de germoplasma exótico**
 - Milho tropical cultivado em regiões temperadas
 - Soja cultivada no cerrado brasileiro
- **Estratégias**
 - Ervas Invasoras**
 - Pouco usadas
 - Girassol
 - Resistência a insetos e pragas
 - Germoplasma silvestre**
 - Características indesejáveis: a maioria
 - Características desejáveis
 - Resistência a pragas e doenças
 - Retrocruzamento
 - Pool ou complexo gênico

Adaptação de germoplasma



M
E
L
H
O
R
A
M
E
N
T
O



36% ---46% em 2015

Melhoramento genético

- **Melhoramento Genético**
- **Seleção e Utilização do germoplasma**
- **Métodos de Melhoramento**
- **Milho e Sorgo**
- **Hibridação - 1930**
- **1990: 60 anos após**
 - **Sorgo: 455%**
 - **Milho: 471%**
 - **Trigo: 191%**
 - **Soja: 159%**
- **Hallauer (1981)**
 - **Práticas culturais**
 - **Altas densidades de plantio**
 - **Uso de híbridos**

Melhoramento

- **Norman Borlaug - 1940**
- **Arroz**
- **Trigo**
 - **Green Revolution**
 - **Terceiro Mundo**
 - **Trigo - Borlaug et al. 1969**
 - » **Trigo anão**
 - » **Produção quadruplicada**
 - » **México 1955-1969.**
 - **Arroz: Cultivar: IR-8**
 - » **Porte da planta: baixo**
 - » **Insensível ao fotoperíodo**

THE GREEN REVOLUTION



Outros Exemplos

- Resistência à insetos
- Resistência à doenças
- Tolerância à seca
- Melhoria ao aspecto nutricional
- Adaptação
- Altura de planta
- Macho esterilidade citoplasmática-genética
 - Milho
 - Girassol
 - Sorgo
 - Trigo
 - Arroz
 - » Espécies silvestres
 - » Espécies invasoras

Razões do baixo uso das coleções

- Documentação e descrição inadequadas das coleções
- Falta de avaliação das coleções
- Disponibilidade de sementes (regeneração inadequada)
- Adaptação restrita dos acessos
- Falta informações desejadas pelos melhoristas
- Satisfação dos melhoristas com a variabilidade (elites)
- Troca de materiais entre melhoristas
- Número insuficiente melhoristas (países em desenvolvimento)
- Dificuldade identificar genes potencialmente úteis
- Ausência de programas de pré-melhoramento (*pre-breeding*)

Pré-melhoramento

O termo se refere a transferência de genes ou combinações gênicas de um germoplasma não adaptado para um material elite ou melhorado.

(FAO, 1996)

Pré-melhoramento



Programas de Pré-melhoramento

- LAMP
- GEM
- GENERATION CHALLENGE PROGRAM – CGIAR
- NAP-MILHO
- EMBRAPA – Vários em andamento

Latin American Maize Project (LAMP)

- LAMP foi um projeto de 5 anos (1987-1992)
- Combinando esforços e germoplasma de 12 países:


Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Chile, Guatemala,
México, Paraguai, Peru, EUA, Uruguai e Venezuela



- Avaliação de 15.000 acessos (74% das raças conhecidas de milho)



Núcleo de Apoio à Pesquisa em Milho (NAP-Milho)

- O NAP- MILHO (1994-1996)  **FOCO EM DOENÇAS**
 - **Setor Público** (ESALQ/USP, IAC, IAPAR, Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia)
 - **Setor Privado** (Sementes Agroceres S. A., Colorado Sementes Especiais, Zeneca Sementes Ltda., Braskalb Agropecuária Brasileira e FT Pesquisa e Sementes).
- Avaliação para resistência a 5 doenças:
 - 1.272 acessos
 - +100 populações melhoradas



Germplasm Enhancement of Maize (GEM) Project



- GEM é um projeto de pesquisa colaborativo do USDA/ARS, Universidades, Empresas Privadas, Instituições Internacionais de Pesquisas e ONGs para ampliar a base genética do germoplasma de milho.

- LAMP precedeu o Projeto GEM e forneceu o germoplasma exótico utilizado pelo GEM.

Total de Linhagens lançadas: 135





PROJETOS EM PRÉ-MELHORAMENTO



Abacaxi



Amendoim



Mamona



Mandioca



Pimenta



Milho



Sorgo



Melancia



Arroz