

**Divergência Genética:  
centros de diversidade,  
coleção e uso de  
germoplasma**



## INTRODUÇÃO

- Início da agricultura há 10.000 anos;
- Domesticação - seleção contra: deiscência e dormência.





➤ **Homem depende das plantas:**

- Alimentação (direta e indireta);
- Vestuário;
- Combustível;
- Remédios.

## AUMENTO DA POPULAÇÃO

Pressão

**Aumento da produção:  
aumento da produtividade;  
expansão da área cultivada.**

Melhoramento genético

**Genótipos:  
uniformes;  
número reduzido.**

Monocultivo

**Vulnerabilidade genética:  
ficar sujeito ao ataque de pragas, doenças, problemas  
ambientais.**

## FONTE DE ALIMENTO

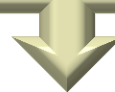
**300.000 espécies descritas**



**3.000 já usadas como alimentos**



**Hoje: 300 espécies  
15 espécies = 90% de toda alimentação**



**↓ diversidade de espécies**



**Erosão genética**

**15 Espécies ⇨ 90% de toda a alimentação**

**Cana**

**Banana**

**Beterraba**

**Soja**

**Feijão**

**Arroz**

**Sorgo**

**Milho**

**Trigo**

**Cevada**

**Amendoim**

**Coco**

**Batata doce**

**Batata**

**Mandioca**

## EROSÃO GENÉTICA

- Irreversível;
- Perda de genótipos ou genes (variabilidade).

**Exemplo:** Passo antes da extinção (áreas degradadas). Pode ocorrer:

- Condições naturais ⇔ queimadas, represas, estradas;
- Banco de germoplasma ⇔ má preservação = perda de germinação;
- Programas de melhoramento ⇔ seleção intensa.

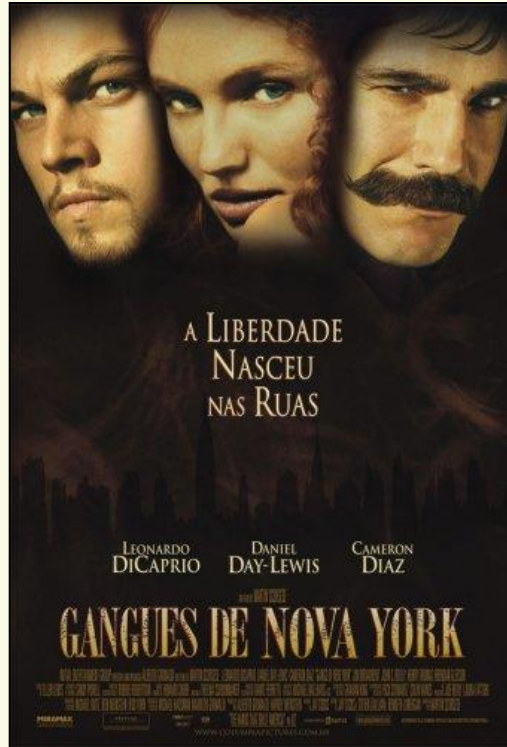


## UNIFORMIDADE GENÉTICA

**Ocorre quando todos os membros de uma população têm uma constituição ou genótipos semelhantes.**



# HISTÓRICO



**IRLANDA (1840)**



**Clones de batata -  
*Phytophthora  
infestans*  
(fungo)**



**FRANÇA (1860)**  
**Videira – *Phylloxera***  
**(pulgão de raiz)**  
**porta enxerto**  
**americano**



**EUA (1970)**  
**Milho**  
**(citoplasma Texas)**  
***Helminthosporium***  
***maydis***



**NO BRASIL (1928)**

**Seringueira - *Microcyclus ulei* (Mal das folhas)**

**Fungo ocorrência natural - plantas dispersas**

**Plantio adensado + condições ambientais =**

**EPIDEMIA**

## DIVERSIDADE GENÉTICA

### SOLUÇÃO:

- **Bancos de germoplasma:** locais onde são guardados os genes das plantas (sistemas vivos) ⇨ coleções:
  - Mantém a diversidade genética ⇨ variedade de genes e genótipos dentro de uma espécie particular;
  - Destinado a: coletar, preservar, caracterizar, distribuir, avaliar e regenerar.

## No Brasil:

- **CENARGEN/ EMBRAPA** – Coordena os bancos de germoplasma:
  - **IAC** - amendoim, café e palmito;
  - **ESALQ/USP** - orquídeas e maracujá;
  - **EMRAPA/Soja** - soja e girassol;
  - **EMRAPA/Milho e Sorgo** - milho e sorgo.

## No mundo:

- **IBPGR** – (Comitê Internacional de Recursos Genéticos de Plantas) coordena:
  - **CIMMYT** (México) - milho e trigo;
  - **CIAT** (Colômbia) - feijão.

## ➤ Comitê da vulnerabilidade genética (EUA-1970):

- Avaliar situação país;
- Dependência de número reduzido cultivares:
  - algodão (6) = 68% da área plantada;
  - trigo (6) = 41% da área plantada;
  - milho (6) = 71% da área plantada.

**PORTANTO: Produção agrícola vulnerável geneticamente**

## ➤ Avaliação da diversidade genética - América Latina (1987):

- Coordenado por Paterniani: 40 especialistas (Brasil) + 14 outros países:

Escala subjetiva  
(0 a 100)

LI = linhagem autógama  
LS = muitas variedades de polinização livre de alógamas

Resultado

Brasil 75%  
Demais países 50%

Diversidade nas  
variedades utilizadas

## Variabilidade genética de espécies autógamas, alógamas e de reprodução vegetativa (assexual) na América Latina.

Cultura	Nível de variação genética existente	Conservação em bancos de germoplasma	Base genética das variedades cultivadas	Nível de diversidade
<b>Autógamas</b>				
Trigo	Alta	Ótima	Restrita	15
Soja	Alta	Ótima	Restrita	15
Feijão	Alta	Ótima	Normal	25
<b>Alógamas</b>				
Milho	Alta	Intermediária	Ampla	90
Forrageiras	Alta	Deficiente	Restrita	60
Cucurbitáceas	Alta	Intermediária	Normal	40
<b>Reprodução Vegetativa</b>				
Cana	Alta	Boa	Normal	50
Batata doce	Alta	Boa	Restrita	15
Banana	Reduzida	Deficiente	Restrita	5

Fonte: Adaptada de Paterniani (1987).



## CONSIDERAÇÕES:

➤ Conservação variabilidade em bancos de germoplasma:

- **Autógama** ⇒ ótima;
- **Alógama e reprodução vegetativa** ⇒ intermediária a deficiente (difícil manutenção).

## CONCEITOS:

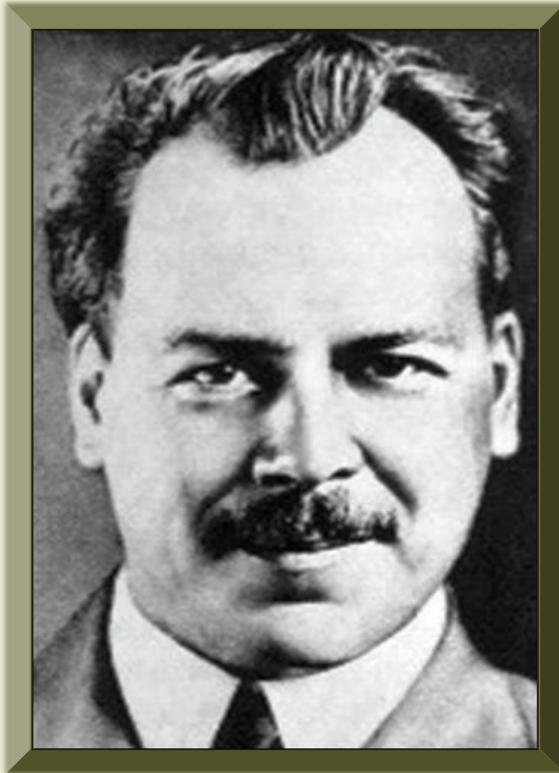
- **GENE** - unidade hereditária em todos os indivíduos;
- **GENÓTIPO** - constituição genética de um organismo (conjunto de genes);
- **GERMOPLASMA** - conjunto de genótipos de plantas afins (mesma espécie).

## Diversidade biológica (3 pontos de vista):

- **Diversidade genética** ⇨ nível de genes e cromossomos;
- **Diversidade de espécies** ⇨ refere-se ao grande número de tipos diferentes de plantas;
- **Diversidade ecológica** ⇨ refere-se a muitos tipos diferentes de comunidade de plantas e as relações entre elas.

## Nicolai Ivanovich Vavilov, 1926.

Quantificação e distribuição da diversidade das espécies no mundo.



## CENTROS DE ORIGEM

Local onde as espécies se originaram e evoluíram (espécies apareceram em locais específicos).

## CENTROS DE DIVERSIDADE

Locais com maior variabilidade da espécie (o centro de origem pode ter desaparecido ⇒ migração da espécie).

### Importância:

- Ecologia ⇒ áreas de proteção e conservação;
- Melhoramento ⇒ aproveitamento da variabilidade.

**“Caderneta de poupança” ⇒ preserva genes.**

# VARIABILIDADE



Alimente-se Bem:  
A História dos  
Alimentos

## Localização dos centros de origem das espécies cultivadas:



Fonte: VAVILOV (1926).

**1.** Chinês; **2.** Indiano; **2a.** Indo-malaio; **3.** Asiático Central; **4.** Oriental Próximo; **5.** Mediterrânico; **6.** Abissínio; **7.** Mexicano do Sul e Centro-Americano; **8.** Sul-Americano; **8a.** Chiloé; e **8b.** Brasileiro-paraguaio.

## Localização dos centros de origem das espécies cultivadas:

1. **Chinês:** Soja; Feijão.
2. **Índiano** ⇔ **2a. Indo-malaio:** Arroz; Banana; Manga; Cana.
3. **Ásiático Central:** Linho; Ervilha; Uva.
4. **Oriental Próximo:** Aveia; Alface.
5. **Mediterrânico:** Beterraba; Brassicas.
6. **Ábissínio:** Café; Melância.



## Localização dos centros de origem das espécies cultivadas:

### 7. Mexicano do Sul e Centro-Americano:

Algodão; Feijão; Mamão; Milho.

### 8. Sul-Americano ⇨ Peru, Equador e Bolívia:

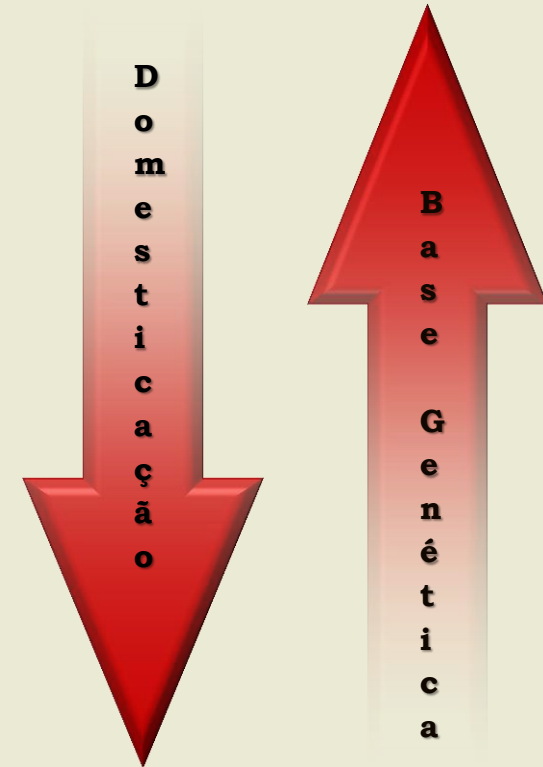
Batata; Goiaba; Tomate.

#### 8a. Chiloé: Morango.

**8b. Brasil-Paraguai:** Abacaxi (*Ananas comosus*); Amendoim (*Arachis hypogea*); Cacau (*Theobroma cacao*); Mandioca (*Manihot esculenta*); Maracujá (*Passiflora edulis*); Seringueira (*Hevea brasiliensis*).

## Fontes de diversidade genética:

- Parentes silvestres;
- Populações locais e cultivares;
- Primitivas;
- Cultivares obsoletas;
- Linhagens avançadas, mutações;
- Outros produtos dos programas de melhoramento;
- Cultivares modernas.



“POOL” genético



Variabilidade passada e presente

<http://www.scidev.net/global/agriculture/news/creole-maize-adaptation-secrets.html>



Bringing science and development together through news and analysis

Agriculture Environment Health Governance Enterprise Comm

Home

Agriculture

News



**Creole maize reveals adaptation secrets**

Copyright: Xochiquetzal Fonseca/CIMMYT.

Lucina Melesio  
10/março/2017

# ATIVIDADES RELACIONADAS COM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

## 1. Intercâmbio de Germoplasma e Quarentena

- (Regulamentos fitossanitários).

## 2. Coleta de Germoplasma

- Tipos de Locais: hortas, pomares, mercados, habitats silvestres;
- Prioridades de Coleta: variedades obsoletas, raças locais, áreas com mudanças severas;
- Dados de Coleta : **PASSAPORTE** (completo).

## COLETA:

População



$$N_e = n / (1 + f)$$



Coleta ao acaso de  $n$  indivíduos:

$$N_e = 100 \quad f = 0 \quad n = 100$$

$$N_e = 100 \quad f = 1 \quad n = 200$$

- $n$  = n° de plantas (tamanho físico);
- $N_e$  = tamanho efetivo populacional (representa o n° pl do ponto de vista genético);
- $f$  = coeficiente de endogamia da espécie (marcador).

**(Vencovsky & Crossa, 1999 e 2003)**

### 3. Caracterização:

- **Agronômica** - descritores fenotípicos;
- **Molecular** - utilização de marcadores moleculares.

## 4. Avaliação de germoplasma

### ➤ Características de interesse

#### ETAPAS:

- a) Correta identificação botânica (padrão da espécie);
- b) Cadastro de acessos por espécie (detecta duplicata);
- c) Caracterização de caracteres com alta herdabilidade;
- d) Avaliação preliminar;
- e) Avaliação complementar ⇔ experimentos com equipes multidisciplinares.

## 5. Documentação (informática):

- Dados de fácil recuperação e compreensíveis;
- Estimativas de documentação:
  - acessos sem dados de passaporte = 65%;
  - acessos sem dados de caracterização = 80%;
  - acessos sem dados de avaliação = 95%;
  - acessos com dados extensivos = 1%.



## 6. Conservação

### a) Tipos de Coleção:

- Coleção Base: longo prazo (segurança nacional);
- Coleção Ativa: curto e médio prazo (BAG);
- Coleção Nuclear: representa a variabilidade genética da espécie (ex: arroz);
- Coleção de Trabalho: melhorista .

## 6. Conservação

### b) Tipos de Sementes:

- Ortodoxas: suportam redução 4 a 6% de U, -18 a -20°C;
- Recalcitrantes: não suportam redução na umidade. Ex: manga, seringueira, abacate, café, citros, cacau e coco.

## 6. Conservação


### c) Tipos de Conservação:

- ***in situ*** - na natureza, ou seja, no local de origem;
- ***ex situ*** - fora do local de origem banco de sementes (câmaras frias) - mais barato - sementes ortodoxas;

- ***in vitro*** - cultura de tecidos (reprodução vegetativa e sementes recalcitrantes).



**Princípio meio de cultura:**  
redução da concentração de nutrientes, inclusive fonte de Carbono, temperatura de 4 a 10°C, baixa luminosidade - redução do metabolismo.



- ***in vitro*** - cultura de tecidos (reprodução vegetativa e sementes recalcitrantes).

➤ **Vantagens da conservação *in vitro*:**

- Facilita o intercâmbio de germoplasma;
- Espaço físico pequeno;
- Limpeza clonal - isenção de doenças.

➤ **Desvantagens da conservação *in vitro* :**

- Variação somaclonal;
- Custo elevado.

- ***in vitro*** - criopreservação: Conservação do material em ultra baixas temperaturas ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), em nitrogênio líquido.

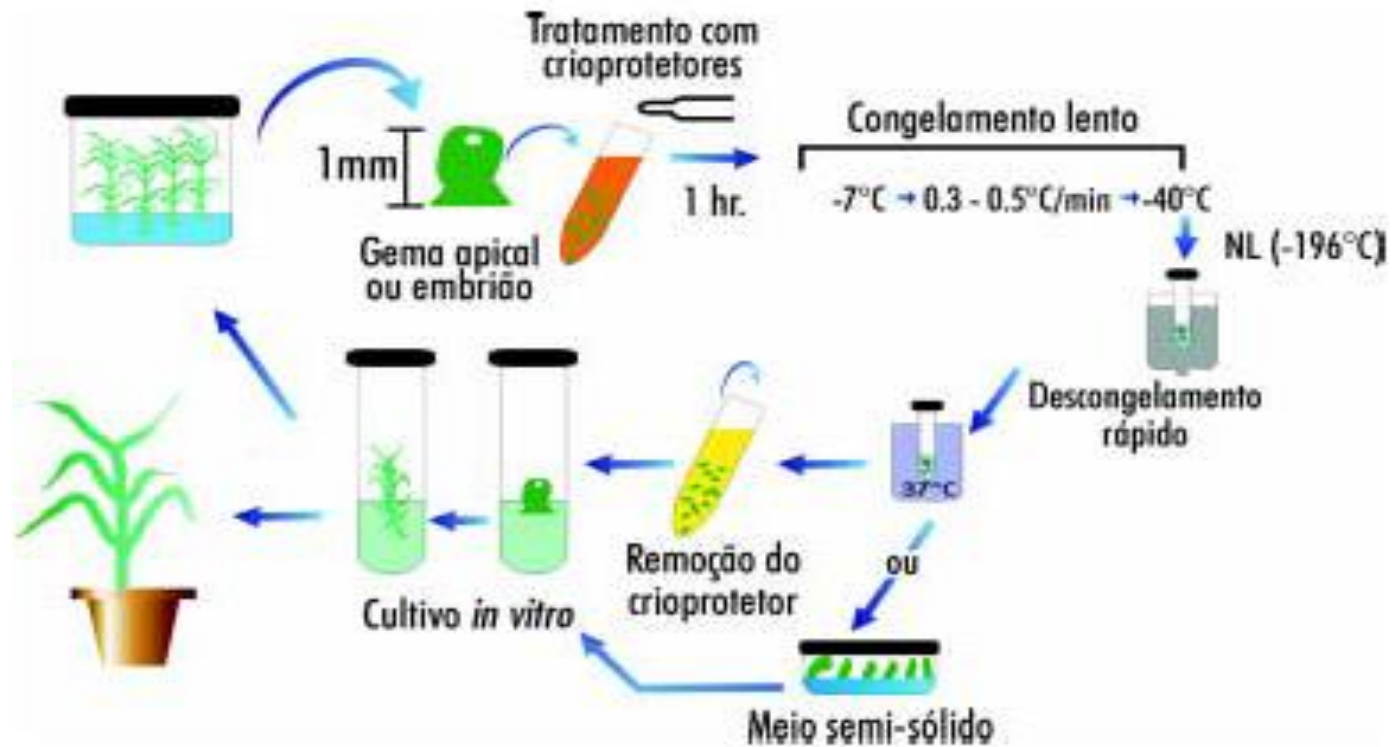


Diagrama mostrando as diferentes etapas do congelamento lento (metodologia clássica).

- ***in vitro*** - criopreservação: Conservação do material em ultra baixas temperaturas ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), em nitrogênio líquido.



Diagrama mostrando as diferentes fases do congelamento rápido (metodologia contemporânea).

- ***in vivo*** - no campo.
- Sementes recalcitrantes e plantas propagadas vegetativamente.

## **CENARGEN/ EMBRAPA**

- Câmaras frias - 70.000 acessos (coleção base);
- Duplicatas internacionais (feijão e cevada);
- *In vitro* - 4.000 acessos (mandioca, batata, banana, morango, aspargo);
- Criopreservação (pau-rosa, castanha do Brasil, pinheiro do Paraná);
- Pólen (café e manga).



## BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R. W. Cap.3 – Introdução e cultivo de plantas. In: \_\_\_\_\_ **Princípio do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. pp.16-24.
2. BORÉM, A. Cap.4 – Variabilidade Genética. In: \_\_\_\_\_ **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. pp.47-88.
3. FEHR, W. R. Cap.11 Plant introduction and genetic diversity. In: \_\_\_\_\_ **Principles of cultivar development**. Vol.1. Theory and technique. New York: Macmillan, 1987. pp.11-25.

## BIBLIOGRAFIA

4. HOYT ERICH, Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas, Roma, FAO, 1992. 52p.
5. MORALES, E. A. V.; VALOIS A. C. C; NASS, L. L. Recursos genéticos vegetales. Brasília: Embrapa, 1997. 79p.
6. NASS, L. L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.) Recursos genéticos e melhoramento. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. pp.29-56.
7. NASS, L.L. Recursos Genéticos Vegetais (Org.). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF, 2007, 858 p.

## BIBLIOGRAFIA

8. PAIVA, J. R.; VALOIS, A. C. C. Espécies selvagens e sua utilização no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.
9. MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.) Recursos genéticos e melhoramento. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. pp.79-100.
10. VAVILOV, N. I. Centros de origem das plantas cultivadas; tradução e compilação por LAM-Sánchez, A. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 45p.
11. WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B. (Editores) Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF, 2005, 778p.

**Obrigado!**

**[jbaldin@usp.br](mailto:jbaldin@usp.br)**