

Programa de Pós-Graduação em  
Genética e Melhoramento de Plantas

LGN 5799 - SEMINÁRIOS EM  
GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS



# Diversidade genética do gênero *Glycine*

Doutoranda: Flávia Aparecida Amorim  
Orientador: Dr. Natal Antonio Vello

Departamento de Genética

Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 83, CEP: 13400-970 - Piracicaba - São Paulo - Brasil

Telefone: (0xx19) 3429-4250 / 4125 / 4126 - Fax: (0xx19) 3433-6706 - <http://www.genetica.esalq.usp.br/semina.php>



# Sumário

---

Taxonomia

Origem e evolução do gênero *Glycine*

Espécies do gênero *Glycine*

Genomas das espécies

Situação das coleções mundiais de germoplasma

Conjunto (pool) gênico

Diversidade genética das espécies

Perda diversidade

Ampliar base genética

Conclusões



# Taxonomia

Família: *FABACEAE* (Leguminosae) : 650 gêneros / 18.000 espécies

Subfamília: *Faboideae/ Papilionoideae*

Tribo: *Phaseoleae*



**Soja (*Glycine max*)**



**Ervilha (*Pisum sativum*)**



**Alfafa (*Medicago sativa*)**



**Grão de bico (*Cicer arietinum*)**



**Amendoim (*Arachis hypogaea*)**



**Feijão (*Phaseolus vulgaris*)**

# Origem e evolução do gênero *Glycine*

## POLIPLOIDIA

Espécies (n=20)

Outros gêneros (maioria n=10 ou 11 e n=14; Goldblatt, 1981).

## EVIDÊNCIAS

Citogenética: ha

Presença de ma

como em *Phase*

Mapas de ligaçã

**Autopoliplóide ou  
alopoliplóide?**

leghemoglobina em *Glycine*

(84)

as (Xu et al.; 2001)

Singh et al (2003) e Doyle et al (2003): Autotetraplóide

Straub et al.; (2006): Aopoliplóide

Aopoliploidização – seguida da extinção das linhagens progenitoras a  
mais 14, 5 milhões de anos.

# Espécies do gênero *Glycine*

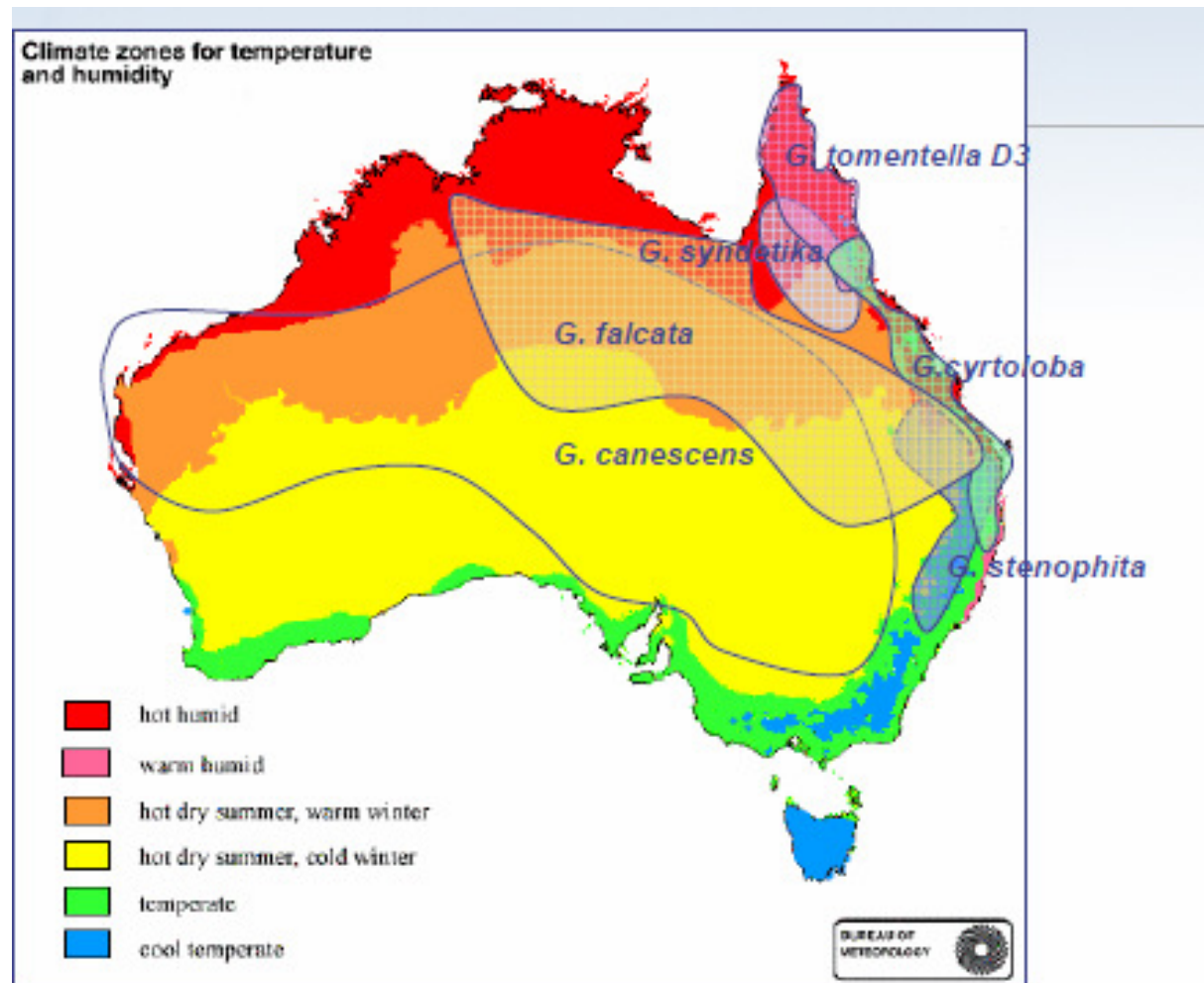
## Subgênero - *Glycine*

<b>Espécies</b>	<b>2n</b>	<b>Espécies</b>	<b>2n</b>	<b>Espécies</b>	<b>2n</b>
<i>G. Albicans</i>	40 A	<i>G. Lactovirens</i>	40 A	<i>G. Tabacina</i>	40 B
<i>G. Aphyonota</i>	40 A	<i>G. Latifolia</i>	40 B	<i>G. Tabacina</i>	80 B
<i>G. Arenaria</i>	40 A	<i>G. Latrobeana</i>	40 A	<i>G. Tomentella</i>	38 E
<i>G. Argyrea</i>	40 A	<i>G. Microphylla</i>	40 B	<i>G. Tomentella</i>	40 D
<i>G. Canascence</i>	40 A	<i>G. Montins-douglas</i>	40 ?	<i>G. Tomentella</i>	40 H
<i>G. Clandestina</i>	40 A	<i>G. Peratosa</i>	40 A	<i>G. Tomentella</i>	40 D
<i>G. Curvata</i>	40 C	<i>G. Pescadrensis</i>	80 AB	<i>G. Tomentella</i>	78 DE
<i>G. Cyrotoloba</i>	40 C	<i>G. Pindanica</i>	40 A	<i>G. Tomentella</i>	78 AE
<i>G. Falcata</i>	40 F	<i>G. Pullenii</i>	40 A	<i>G. Tomentella</i>	78 EH
<i>G. Gracei</i>	40 ?	<i>G. Rubiginosa</i>	40 A	<i>G. Tomentella</i>	80 DA
<i>G. Hirticaulis</i>	40 A	<i>G. Stenophita</i>	40 B	<i>G. Tomentella</i>	80 DD
<i>G. Hirticaulis</i>	80 ?	<i>G. Syndetika</i>	40 A	<i>G. Tomentella</i>	80 DH
		<i>G. Dolichocarpa</i>	80 DA		



# Espécies do gênero *Glycine*

## Distribuição geográfica - Austrália



# Espécies do subgênero *Glycine*



*Glycine clandestina*  
 $2n=40$



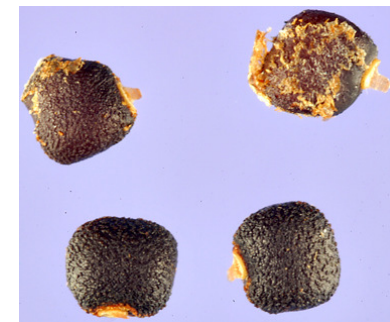
*Glycine latrobeana*  
 $2n=40$



*Glycine dolichocarpa*  
 $2n= 80$



*Glycine tomentella*  
 $2n= 38, 40, 78, 80$



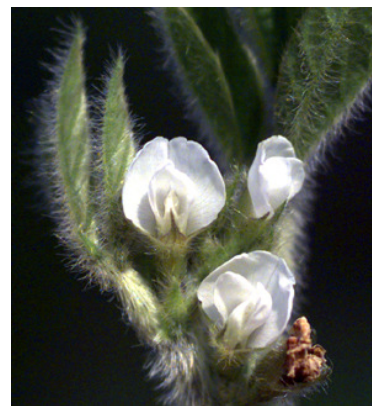
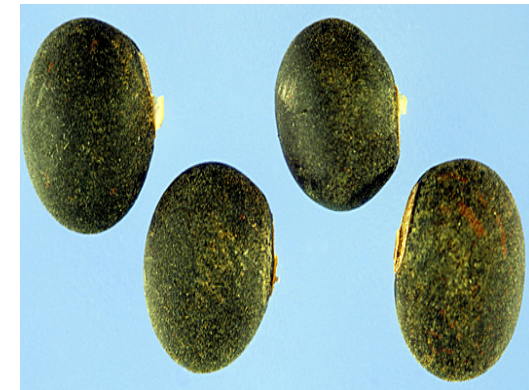
*Glycine tabacina*  
 $2n= 40 \text{ e } 80$



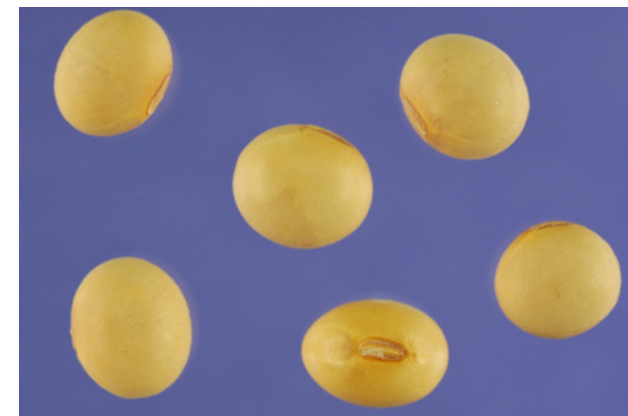
## Espécies do subgênero *Soja* (Moench)F.J.Hermann



*Glycine soja*  
Sieb. & Zucc  
 $2n=40$



*Glycine max* (L.) Merr.  
 $2n=40$





## Espécies do subgênero *Soja* (Moench)F.J.Hermann

Comparação de *Glycine soja*, *G. max* forma *gracilis*, and *G. max* forma *max*.(from Broich and Palmer, 1980)

Caracter	<i>Glycine soja</i>	<i>Glycine max</i>	
		forma <i>gracilis</i>	forma <i>max</i>
Peso de sementes. (G/100seeds)	1.0-3.0	3.5-8.0	12.0-22.0
Hábito	trepadeira	ereta	ereta
Ramificação	muitos, longos, finos	muitos, longos, finos	poucos, curtos
Cor semente	preta	preta, amarela clara	amarela/verde
Cor flor	púrpura	púrpura/branca	púrpura/branca
Cor pubescência	marrom claro	marrom/cinza	marrom/cinza
Comp. Folha	4.0-7.0	8.0-11.0	11.0-16.0
Largura folha	2.5-7.5	5.5-7.5	7.5-10.0
Habitat	estradas e margens de rios	plantas daninhas, campos no Nordeste China e outros habitats	cultivada

# Genoma das espécies *Glycine*

Classificação: Singh e Hymowitz, 1985

*G. canascence*

Genoma AA —  $A_1A_1$  (*G. clandestina*)

*G. cyrtoloba*

Genoma CC —  $C_1C_1$  (*G. curvata*)

*G. arenaria*

Genoma HH —  $H_1H_1$  (*G. hirticaulis*)

*G. albicans*

Genoma II —  $I_1I_1$  (*G. lactovirens*)

*G. microphylla*

Genoma BB

$B_1B_1$  (*G. latifolia*)

$B_2B_2$  (*G. tabacina*)

*G. tomentella 38*

Genoma DD

$D_1D_1$

$D_2D_2$

*G. tomentella 40*

Genoma DD

D3A, D3B, D3C

D4 e D5

*G. soja*

Genoma GG

$G_1G_1$  (*G. max*)





# Complexos poliplóides

*Glycine tabacina*  $2n=80$



Folhas largas  
Raízes adventícias

Hibridação intraespecífica



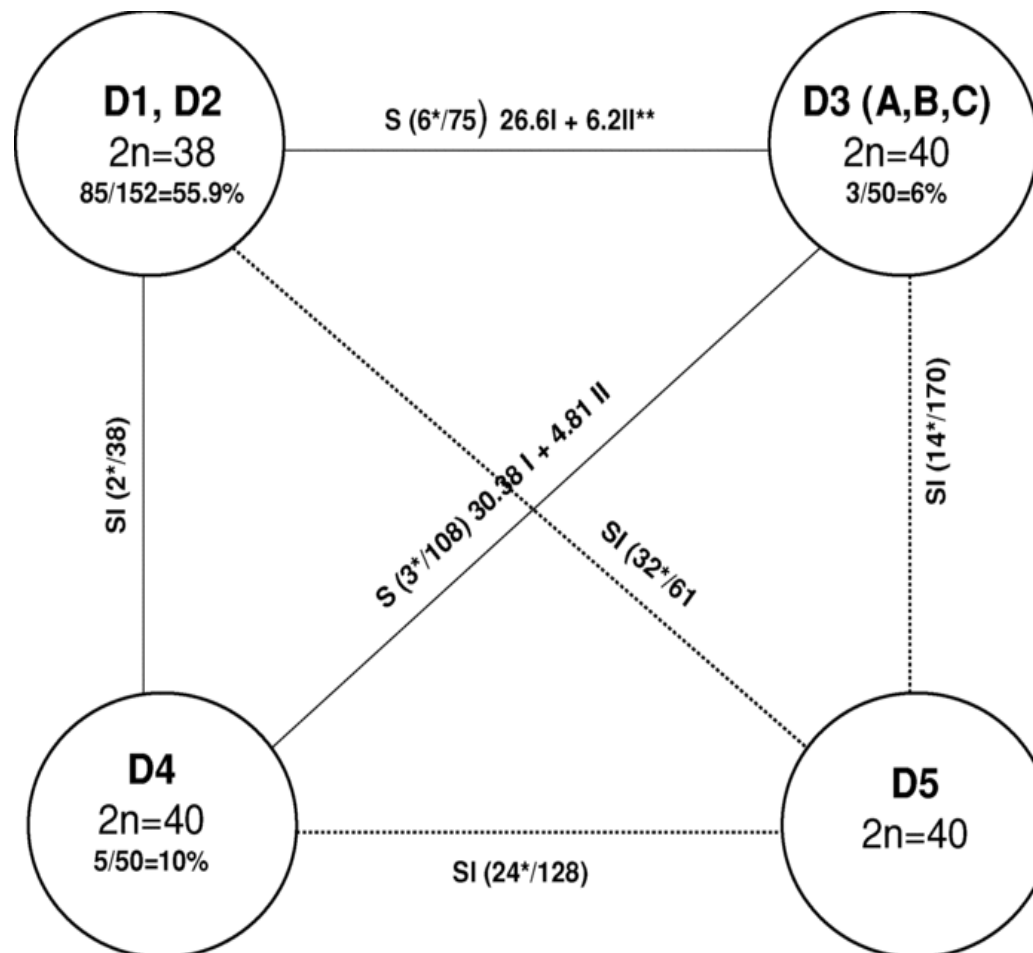
Folhas longas e estreitas  
Sem raízes adventícias

Hibridação intraespecífica

~~Hibridação interespecífica~~

# Complexo poliplóide

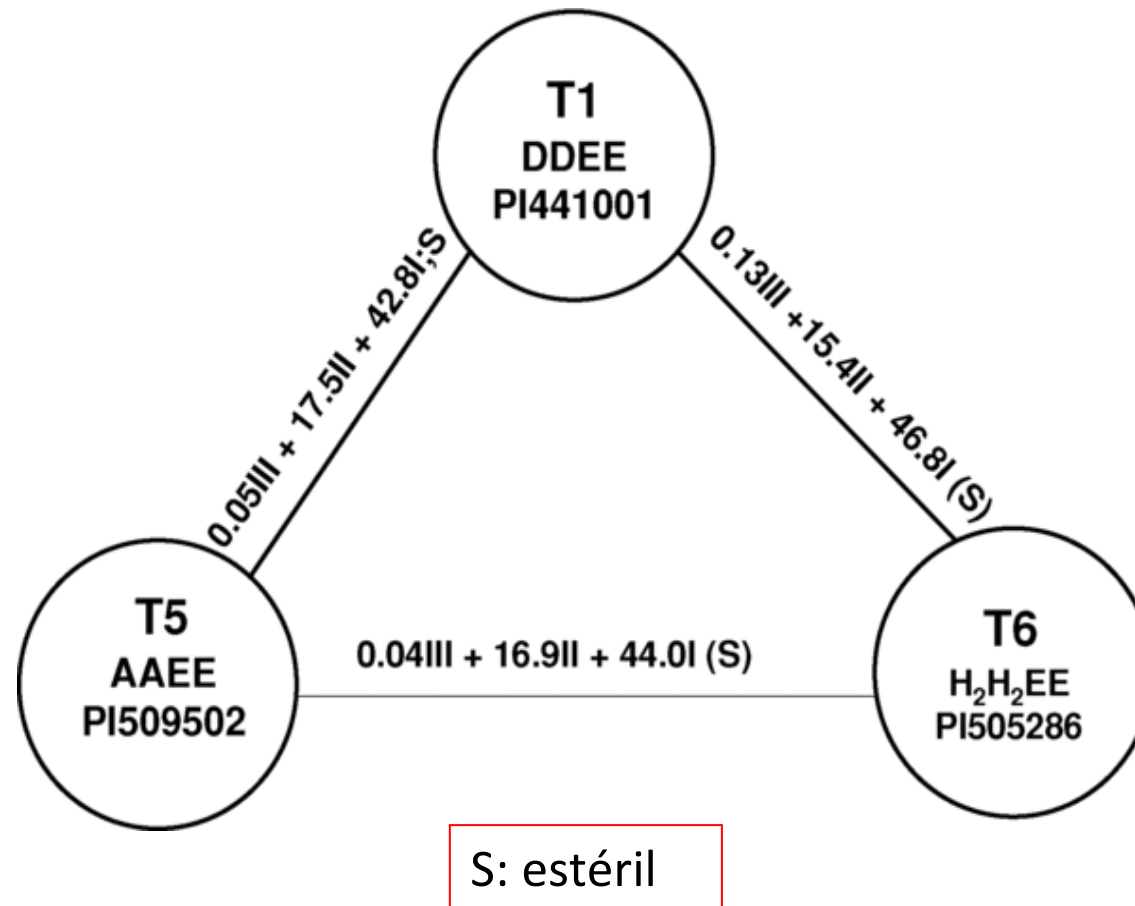
*G. tomentella* – 4 citotipos  $2n=38, 40, 78, 80$



S: estéril  
SI: semente inviável

# Complexo poliplóide

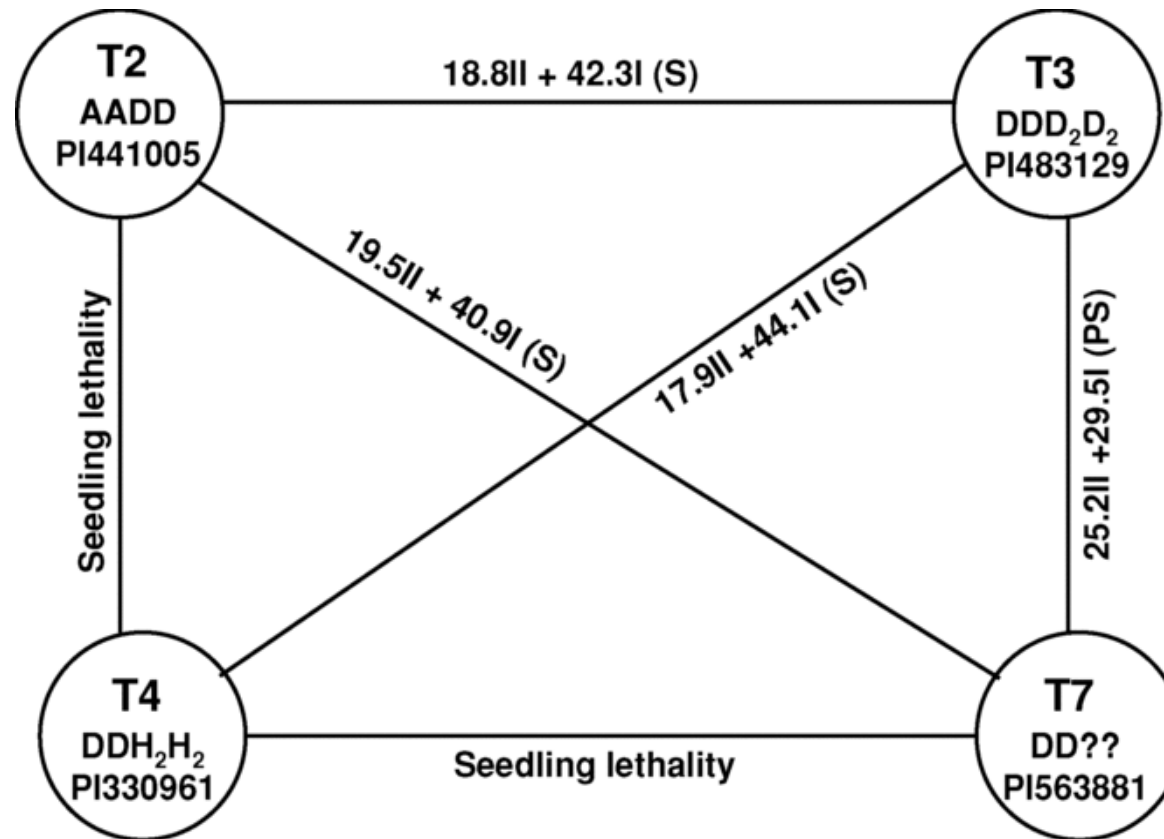
*G. tomentella* 2n= 78





# Complexo poliplóide

*G. tomentella* 2n=80



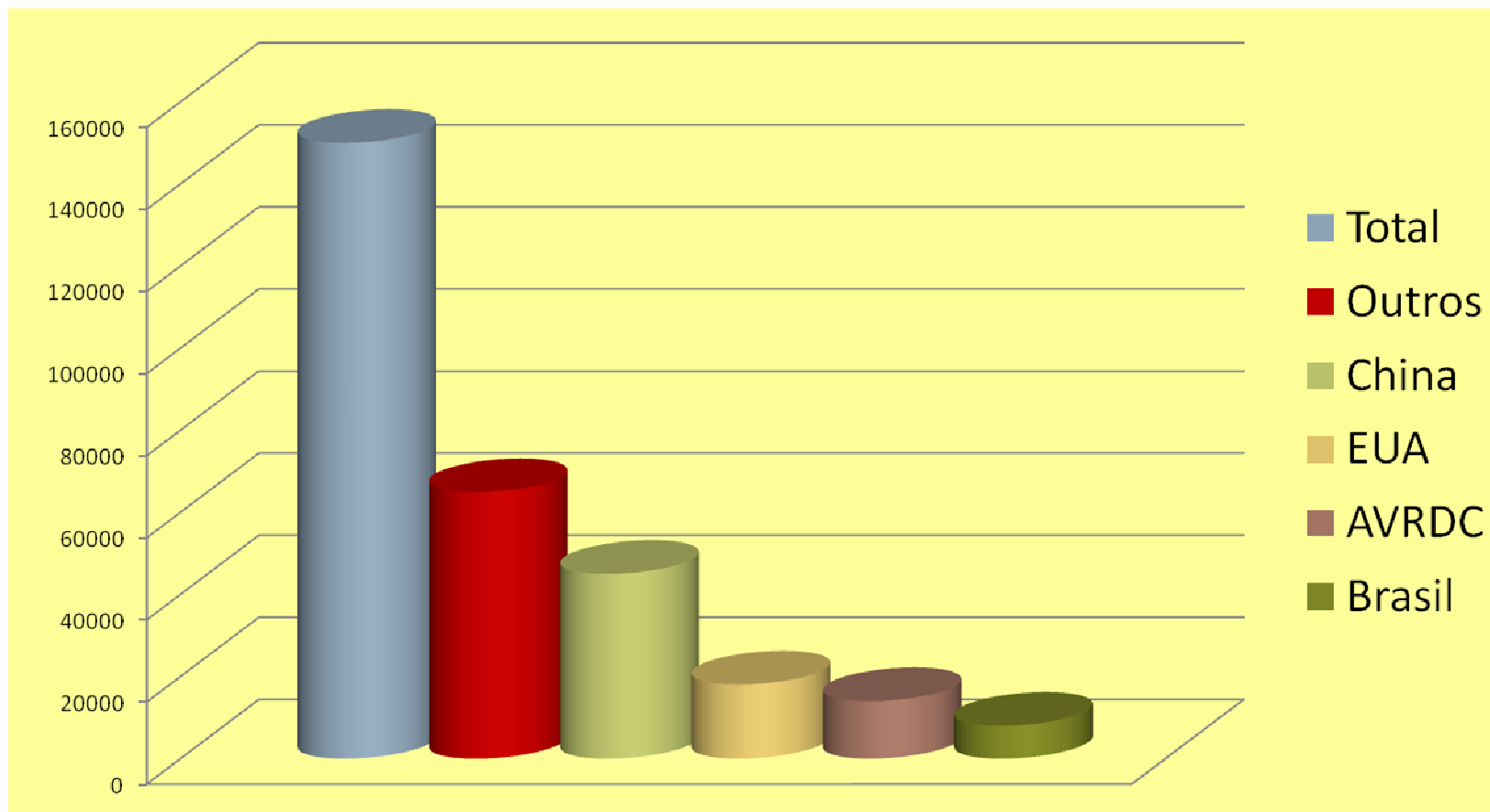
S: estéril

SP: esterilidade parcial

Chuang et al; 2008

# Coleções de germoplasma - mundo

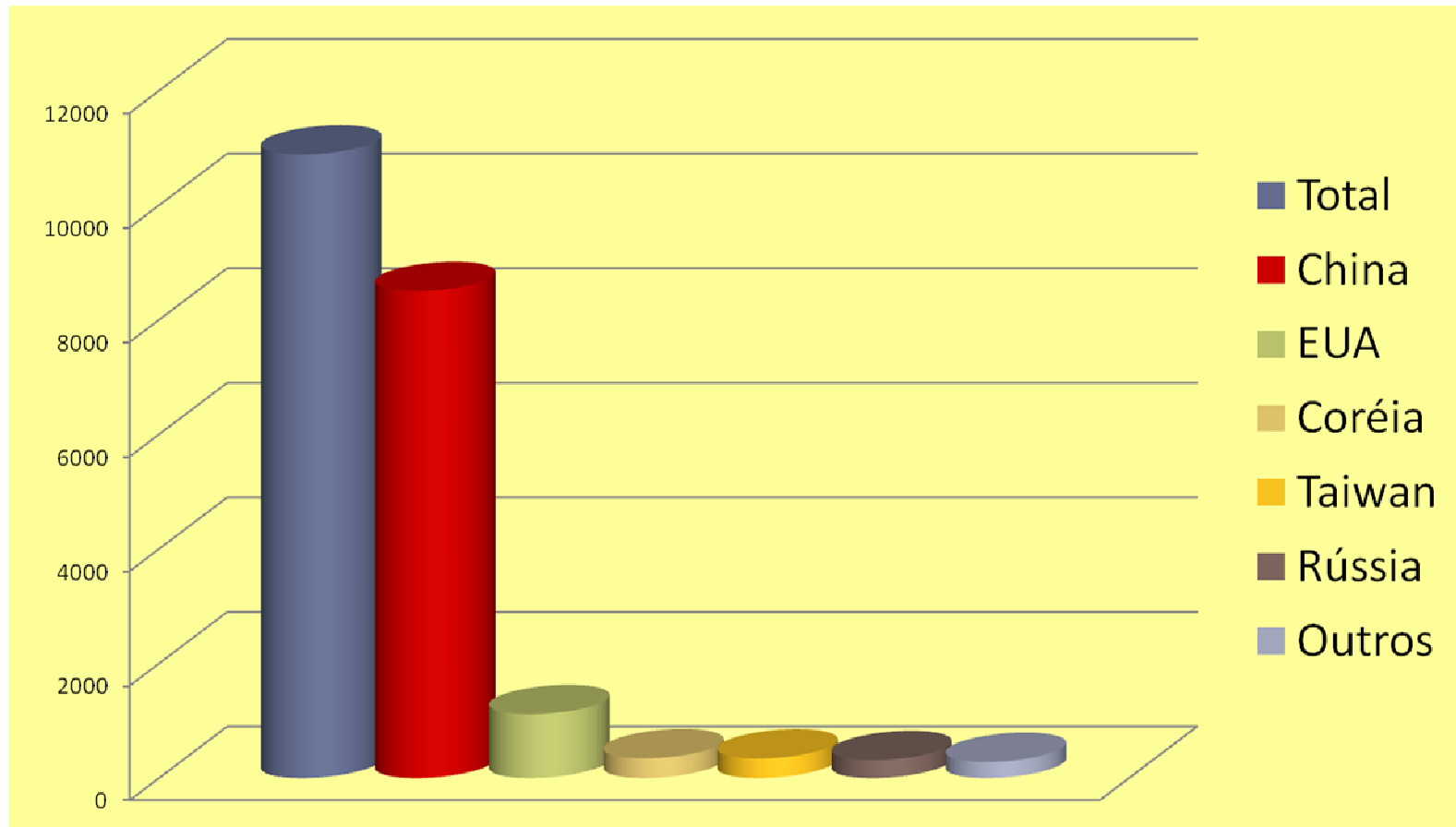
Coleção *Glycine max*



GRIN, 2008

# Coleções de germoplasma - mundo

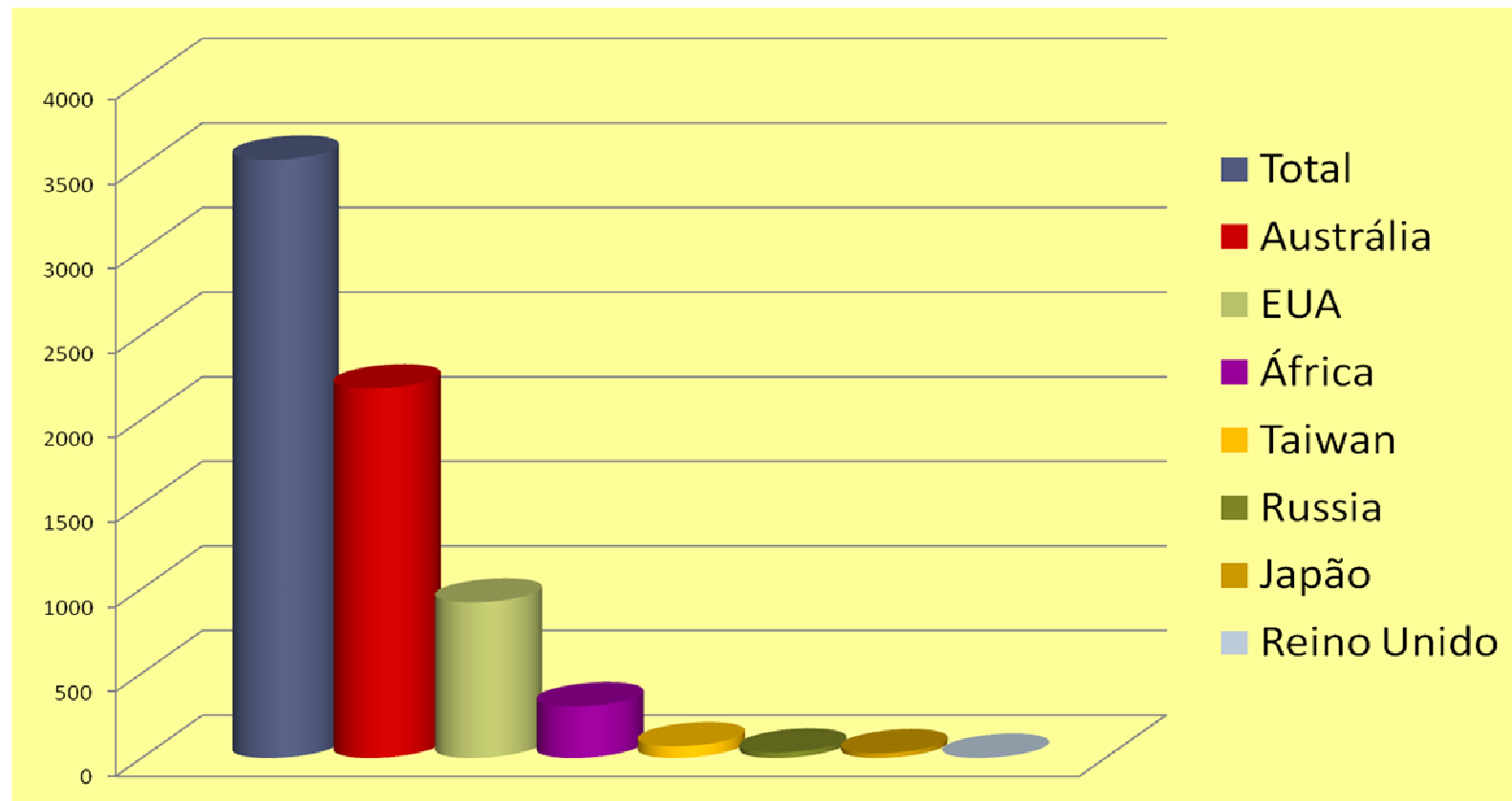
Coleção *Glycine soja*





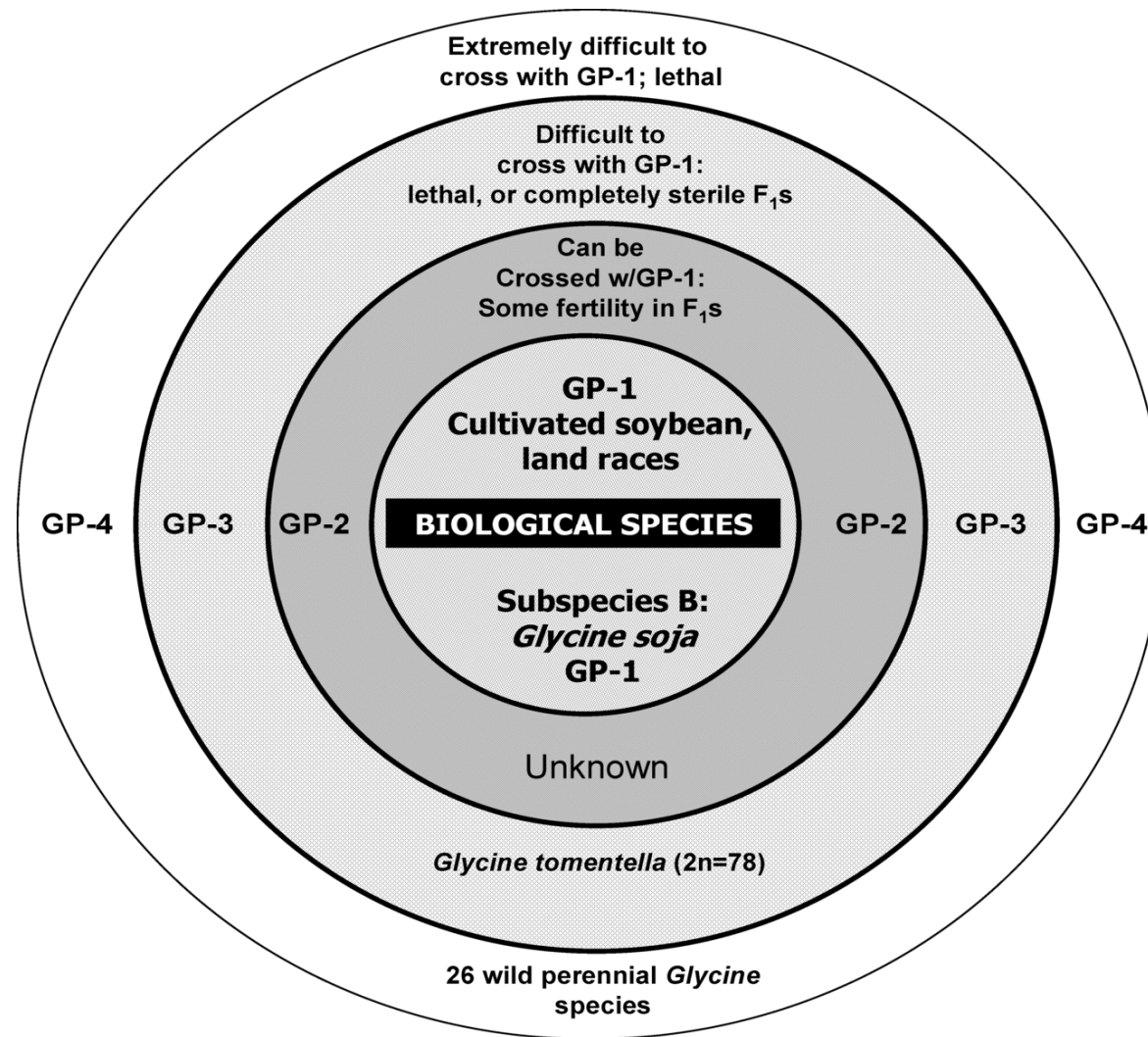
# Coleções de germoplasma - mundo

Coleção subgênero *Glycine* (perenes)



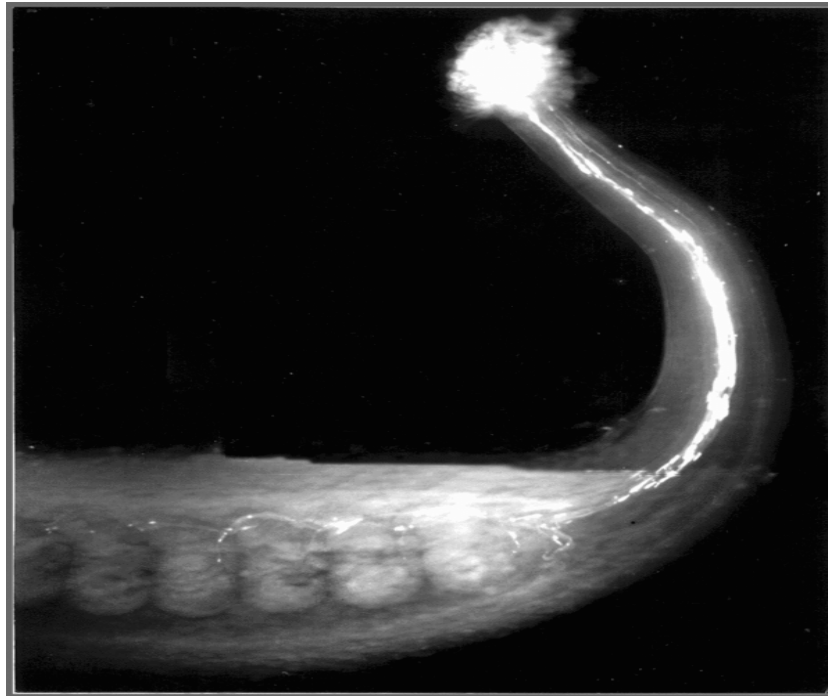
# Conjunto gênico

Harlan & Wet,  
1971. Baseado na  
taxa de sucesso de  
hibridação entre as  
espécies.



# Hibridação entre subgêneros

Hibridação inter subgênero  
*Glycine clandestina* ( $2n = 40$ ) x *G. max* ( $2n = 40$ )  
24 horas após a polinização



**Aborto de  
vagens  
9 -21 dias**

# Hibridação entre subgêneros

MAX (2n = 40) TOM (2n = 78); F<sub>1</sub>; 2n = 59; sterile

[Newell and Hymowitz 1982](#)

TOM (2n = 78) MAX (2n = 40); F<sub>1</sub>; 2n = 59; sterile

[Singh and Hymowitz, 1985d](#)

MAX (2n = 40) TOM (2n = 80); F<sub>1</sub> embryo (2n = 64); no F<sub>1</sub> plant

[Sakai and Kaizuma, 1985](#)

ARG (2n = 40) CAN (2n = 40); F<sub>1</sub>; 2n = 40 MAX (2n = 40) = CT (2n = 80); sterile

[Grant et al., 1986](#)

MAX (2n = 40) TOM (2n = 78); F<sub>1</sub>; 2n = 59; sterile = CT (2n = 118)

[Newell et al., 1987](#)

TOM (2n = 78) MAX (2n = 40); F<sub>1</sub>; 2n = 59; sterile = CT (2n = 118)

[Newell et al., 1987](#)

CAN (2n = 40) MAX (2n = 40); F<sub>1</sub>; 2n = 40; sterile = CT (2n = 80)

[Newell et al., 1987](#)

MAX (2n = 40) TOM (2n = 80); F<sub>1</sub>; 2n = Not determined

[Chung and Kim, 1990](#)

MAX (2n = 40) TOM (2n = 78); F<sub>1</sub>; 2n = 59; sterile = CT (2n = 118)

[Bodanese-Zanettini et al., 1996](#)

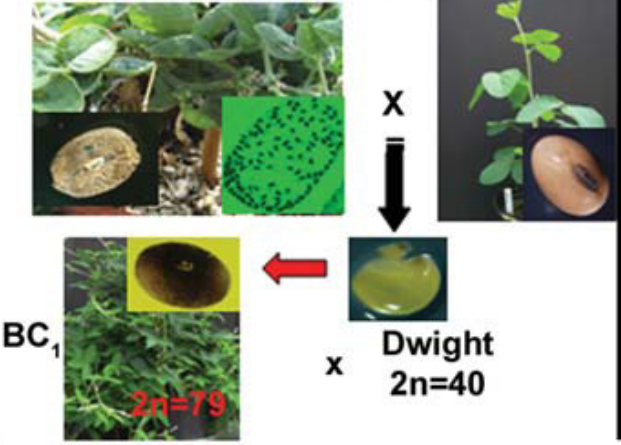
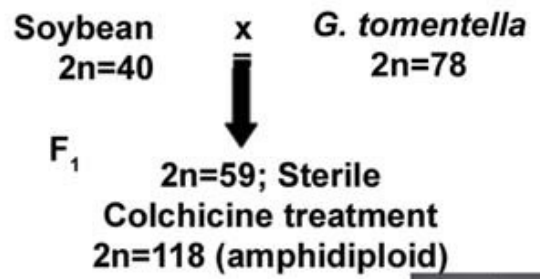
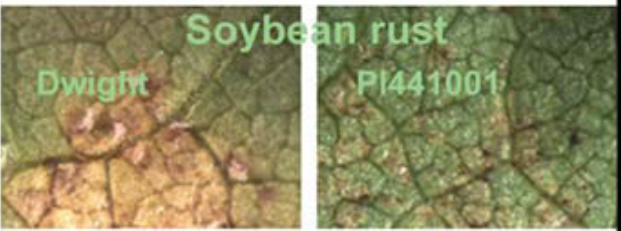
MAX (2n = 40) TOM (2n = 78); F<sub>1</sub>; 2n = 59; CT = (2n = 118) MAX (BC<sub>1</sub>-BC<sub>6</sub>); MAALs

[Singh et al., 1990, 1993, 1998c](#)

MAX (2n = 40) TOM (2n = 78); F<sub>1</sub>; 2n = 59; CT = (2n = 118) MAX (BC<sub>1</sub>-BC<sub>6</sub>); MAALs, DAALs

[Singh, 2007](#)





BC<sub>2</sub> Plants

↓

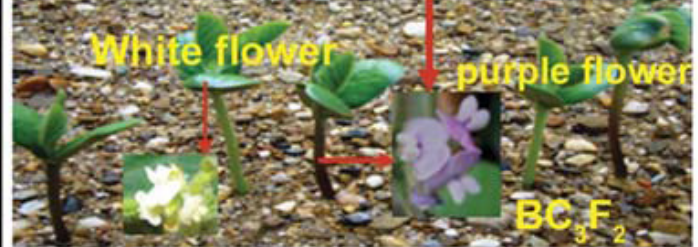
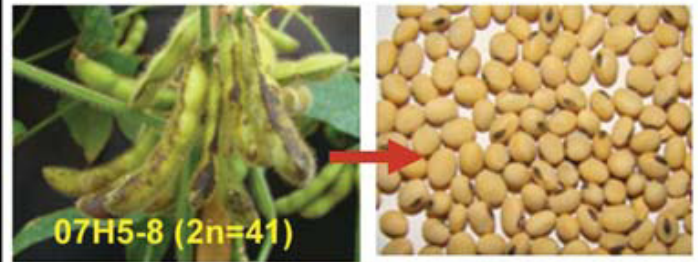
$2n=55$  (1),  $56$  (9),  $57$  (6),  $58$  (5),  $60$  (2)



BC<sub>3</sub> Plants

↓

$2n=41-49$





# Diversidade genética - Subg. soja

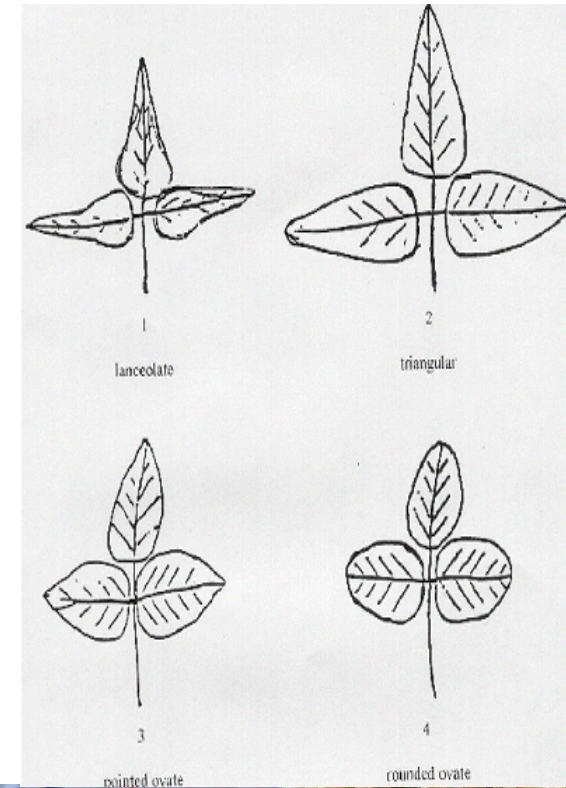
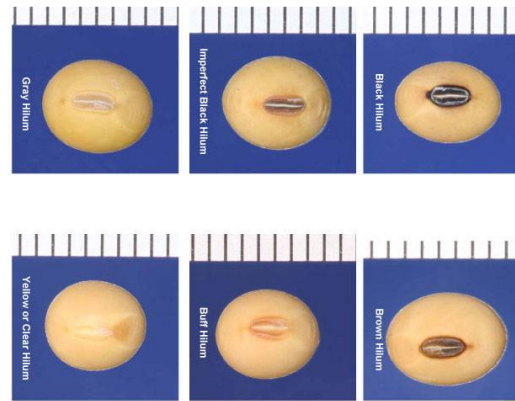
## Diversidade fenotípica

33 descritores:

Cor hilo: 32 categorias

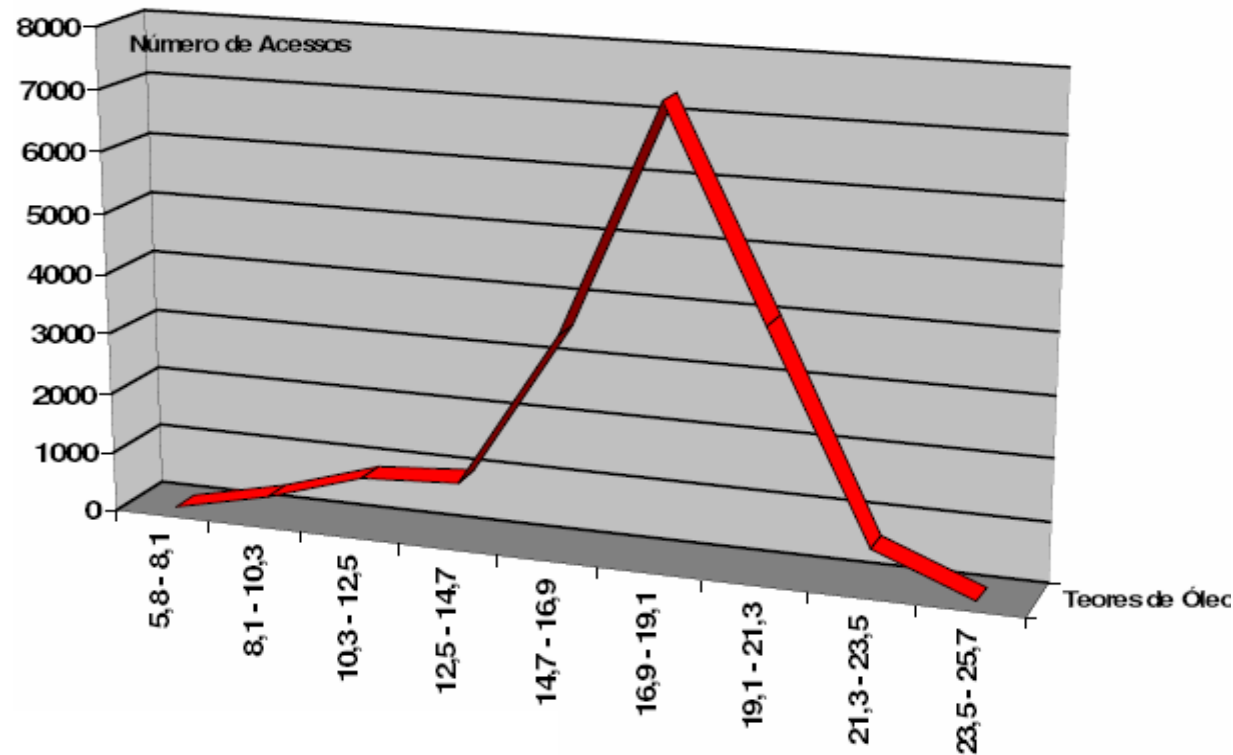
Cor tegumento : 31 categorias

Cor flor : 8 categorias



# Diversidade genética - Subg. *soja*

## Teor de óleo



Outros caracteres:

Químicos : 24 categorias (ácidos graxos, proteína, oligossacarídeos, etc..)

Doenças : 15 categorias

Nematóides, stress abióticos, fenológicos, etc..

GRIN, 2008

# Diversidade genética - Subg. *soja*



Ferrugem asiática

**Safra 2004**

**4,6 milhões toneladas**

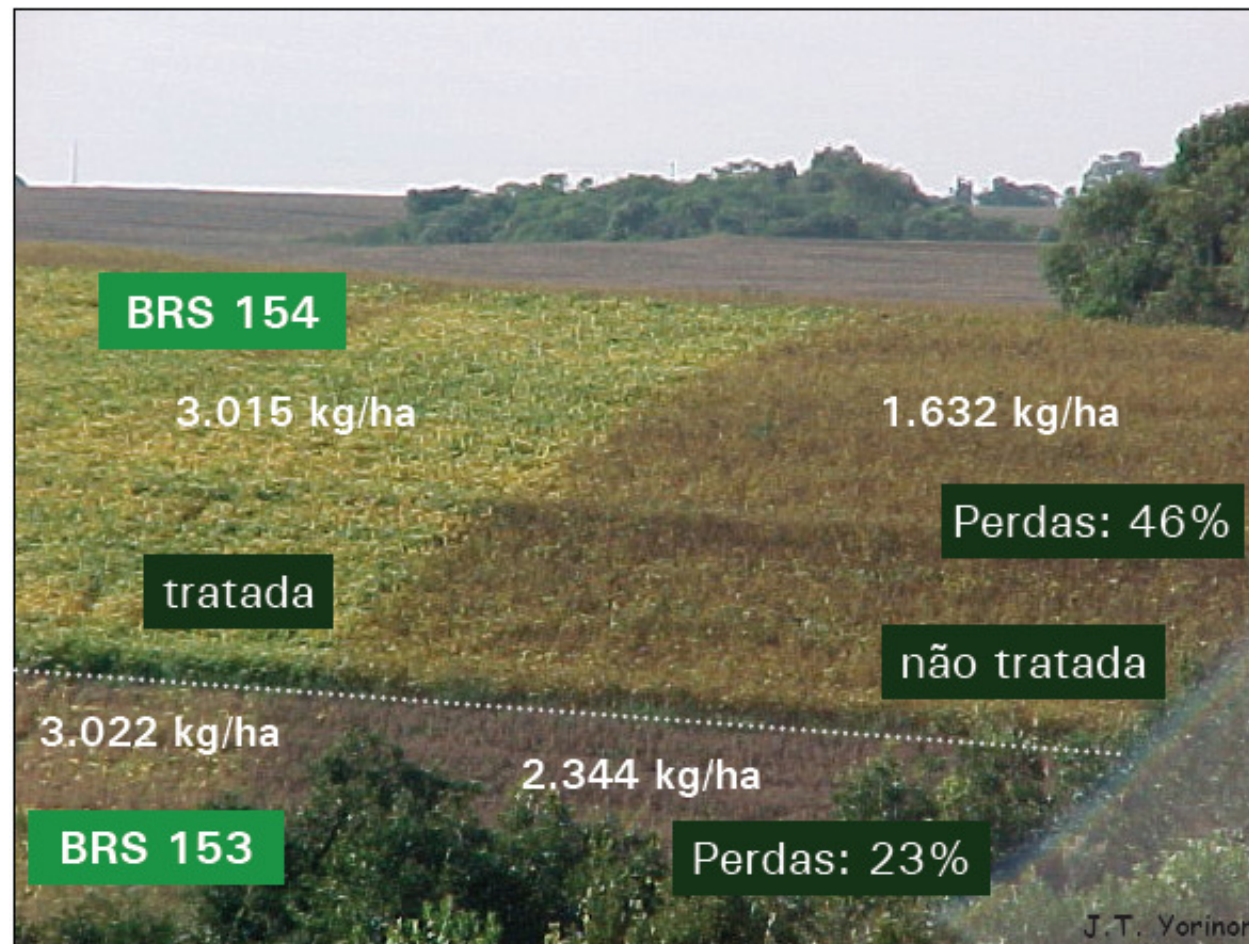
**US\$ 1,22 bilhões**



**Safra 2008/09**

**418,5 mil toneladas**

**US\$ 204,5 milhões**



Cruzaltinha, RS – 26/04/2002 - Costamilan *et al.*

## Diversidade genética - Subg. *soja*



### Fontes de resistência

Gene	Genótipo	Autores
Rpp1	PI 200492 – Komata	
Rpp2	PI 230970	Bromfield e Hartwig, 1980; Hartwig e Bromfield, 1983; Hartwig, 1986; Mclean e Byth1980
Rpp3	PI 462312 – Ankur	
Rpp4	PI 459025 – Bing nan	
Rpp5	PI 200456, PI200526 (Shira Nuhi), PI 200487 (Kinoshita) e PI 471904 (Orba)	Garcia et al. (2008)



# Diversidade genética - Subg. *soja*



*Glycine soja*



Resistência metribuzin - herbicida



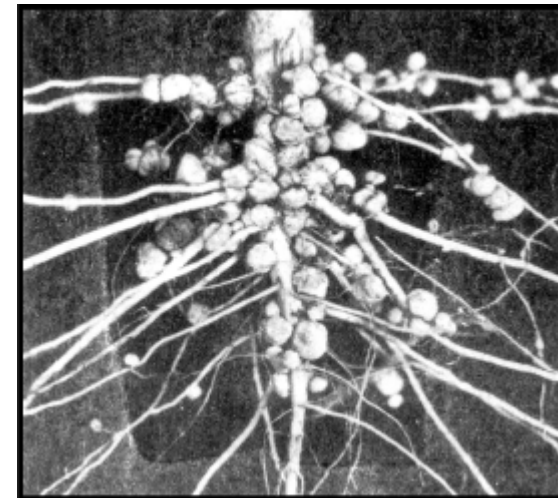
Produção de natto  
Carter, 1995  
Fehr, 1990



Alta produção, Concibido et al.; 2006)



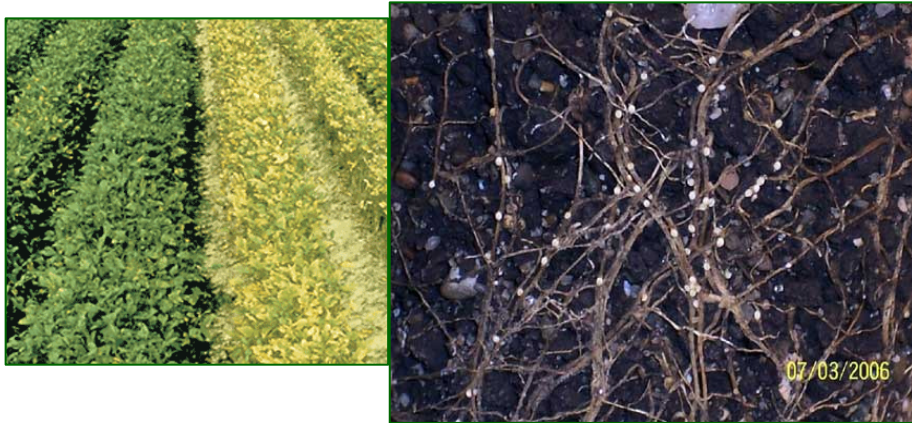
Resistência nematóide cisto



Nodulação eficiente com  
estirpes específicas. Quien ,1996



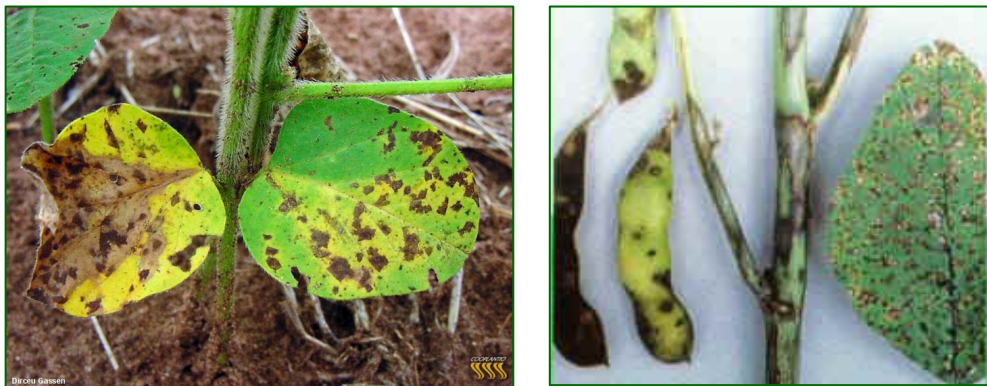
# Diversidade genética- Subg.*Glycine*



**Nematóide cisto** – Riggs *et al.*; 1998 e Bauer *et al.*; 2007



**Oídio** -Mignucci e Chamberlain, 1978



**Septoriose** - Lim e Hymowitz , 1987



**Ferrugem asiática** -Singh *et al.*; 1974; Hatman *et al.*; 1992 e Schoen *et al.*; 1992

Chuang *et al.* ; 2008



## Diversidade genética- Subg.*Glycine*

Mofo branco - *Sclerotinia sclerotiorum*



Podridão vermelha das raízes - *Fusarium solani* sp



## Diversidade genética- Subg.*Glycine*

### Evaluation of Perennial *Glycine* Species for Resistance to Soybean Fungal Pathogens That Cause Sclerotinia Stem Rot and Sudden Death Syndrome

G. L. Hartman,\* M. E. Gardner, T. Hymowitz, and G. C. Naidoo

Published in Crop Sci. 40:545-549 (2000).



Objetivo: Screening de todos acessos do subgênero *Glycine*, quanto a resistência aos fungos patogênicos *Fusarium solani* f. sp. *glycine* e *Sclerotinia sclerotiorum*

## Diversidade genética- Subg.*Glycine*



Germoplasma - *Sclerotinia sclerotiorum*

Species	2n	Genome†	No. of accessions
<i>G. arenaria</i> Tind.	40	HH	1
<i>G. argyrea</i> Tind.	40	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	3
<i>G. canescens</i> F.J. Herm.	40	AA	75
<i>G. clandestina</i> Wendl.	40	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	107
<i>G. curvata</i> Tind.	40	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	4
<i>G. cyrtoloba</i> Tind.	40	CC	25
<i>G. falcata</i> Benth.	40	FF	13
<i>G. latifolia</i> (Benth). Newell & Hymowitz	40	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	42
<i>G. latrobeana</i> (Meissn.) Benth.	40	A <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	1
<i>G. microphylla</i> (Benth.) Tind.	40	BB	31
<i>G. pindanica</i> Tind. & Craven	40	H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2
<i>G. tabacina</i> (Labill.) Benth.	40	B <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	13
<i>G. tabacina</i>	80	Complex‡	132
<i>G. tabacina</i>	?		87
<i>G. tomentella</i> Hayata	38	EE	22
<i>G. tomentella</i>	40	DD	47
<i>G. tomentella</i>	78	Complex§	56
<i>G. tomentella</i>	80	Complex§	53
<i>G. tomentella</i>	?	Complex§	73
<b>Total</b>			<b>787</b>

# Diversidade genética- Subg.*Glycine*



## Resultados – Mofo branco

Species	2n	Genome†	No. of accessions	SSR survival (%)			
				75–100	51–75	26–50	0–25
<i>G. arenaria</i> Tind.	40	HH	1	0	0	0	1
<i>G. argyrea</i> Tind.	40	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	3	0	0	1	2
<i>G. canescens</i> F.J. Herm.	40	AA	75	5	4	9	57
<i>G. clandestina</i> Wendl.	40	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	107	6	12	30	60
<i>G. curvata</i> Tind.	40	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	4	0	0	0	4
<i>G. cyrtoloba</i> Tind.	40	CC	25	0	4	2	19
<i>G. falcata</i> Benth.	40	FF	13	3	1	1	8
<i>G. latifolia</i> (Benth.) Newell & Hymowitz	40	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	42	16	10	11	5
<i>G. latrobeana</i> (Meissn.) Benth.	40	A <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	1	0	1	0	0
<i>G. microphylla</i> (Benth.) Tind.	40	BB	31	8	11	5	7
<i>G. pindanica</i> Tind. & Craven	40	H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2	0	0	2	0
<i>G. tabacina</i> (Labill.) Benth.	40	B <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	13	9	1	3	0
<i>G. tabacina</i>	80	Complex‡	132	79	36	6	11
<i>G. tabacina</i>	?		87	56	17	6	8
<i>G. tomentella</i> Hayata	38	EE	22	0	1	0	21
<i>G. tomentella</i>	40	DD	47	0	1	0	46
<i>G. tomentella</i>	78	Complex§	56	0	0	4	52
<i>G. tomentella</i>	80	Complex§	53	1	4	5	43
<i>G. tomentella</i>	?	Complex§	73	0	0	6	67
<b>Total</b>			<b>787</b>	<b>183</b>	<b>103</b>	<b>91</b>	<b>411</b>



# Diversidade genética- Subg.*Glycine*



## Resultados -Mofo branco

Species	Entry†	2n	Genome‡	Survival (%)§		AUSC¶	
				Screen-1	Screen-2	Screen-3A	Screen-3A
<i>canescens</i>	690	40	AA	100	63	105	94
<i>clandestina</i>	895	?	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	100	82	170	111
<i>latifolia</i>	916	40	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	100	27	60	107
<i>microphylla</i>	307	40	BB	100	78	178	176
<i>microphylla</i>	1070	40	BB	100	75	302	182
<i>tabacina</i>	322	80	BBBB#	100	83	253	304
<i>tabacina</i>	456	40	B <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	100	92	360	338
<i>tabacina</i>	460	40	B <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	100	82	355	199
<i>tabacina</i>	509	80	BBBB#	100	95	338	201
<i>tabacina</i>	726	80	AAB <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	100	83	223	197
<i>tabacina</i>	1084	80	AAB <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	100	89	375	251
<i>tomentella</i>	782	40	DD	75	59	83	83
<i>max</i>	A2242	40	GG	-	29	115	151
<i>max</i>	S19-90	40	GG	-	100	377	324
LSD						112	108

## Diversidade genética- Subg.*Glycine*



### Resultados - Podridão vermelha das raízes

Species	2n	Genome†	No. of accessions	SDS severity			
				1-2	2-3	3-4	4-5
<i>G. arenaria</i> Tind.	40	HH	1	0	1	0	0
<i>G. argyrea</i> Tind.	40	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	3	2	1	0	0
<i>G. canescens</i> F.J. Herm.	40	AA	75	18	28	21	8
<i>G. clandestina</i> Wendl.	40	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	102	25	33	23	21
<i>G. curvata</i> Tind.	40	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3	2	1	0	0
<i>G. cyrtoloba</i> Tind.	40	CC	23	12	6	4	1
<i>G. falcata</i> Benth.	40	FF	11	1	3	2	5
<i>G. latifolia</i> (Benth). Newell & Hymowitz	40	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	37	3	6	14	14
<i>G. latrobeana</i> (Meissn.) Benth.	40	A <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	1	0	0	0	1
<i>G. microphylla</i> (Benth.) Tind.	40	BB	31	0	13	18	0
<i>G. pindanica</i> Tind. & Craven	40	H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2	0	1	1	0
<i>G. tabacina</i> (Labill.) Benth.	40	B <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	13	0	5	4	4
<i>G. tabacina</i>	80	Complex‡	132	1	36	47	48
<i>G. tabacina</i>	?		87	5	15	25	42
<i>G. tomentella</i> Hayata	38	EE	22	3	4	2	13
<i>G. tomentella</i>	40	DD	44	9	12	12	11
<i>G. tomentella</i>	78	Complex§	55	18	17	11	9
<i>G. tomentella</i>	80	Complex§	52	17	14	13	8
<i>G. tomentella</i>	?	Complex§	73	18	29	11	15
<b>Total</b>			<b>767</b>	<b>134</b>	<b>225</b>	<b>208</b>	<b>200</b>

# Diversidade genética- Subg.*Glycine*



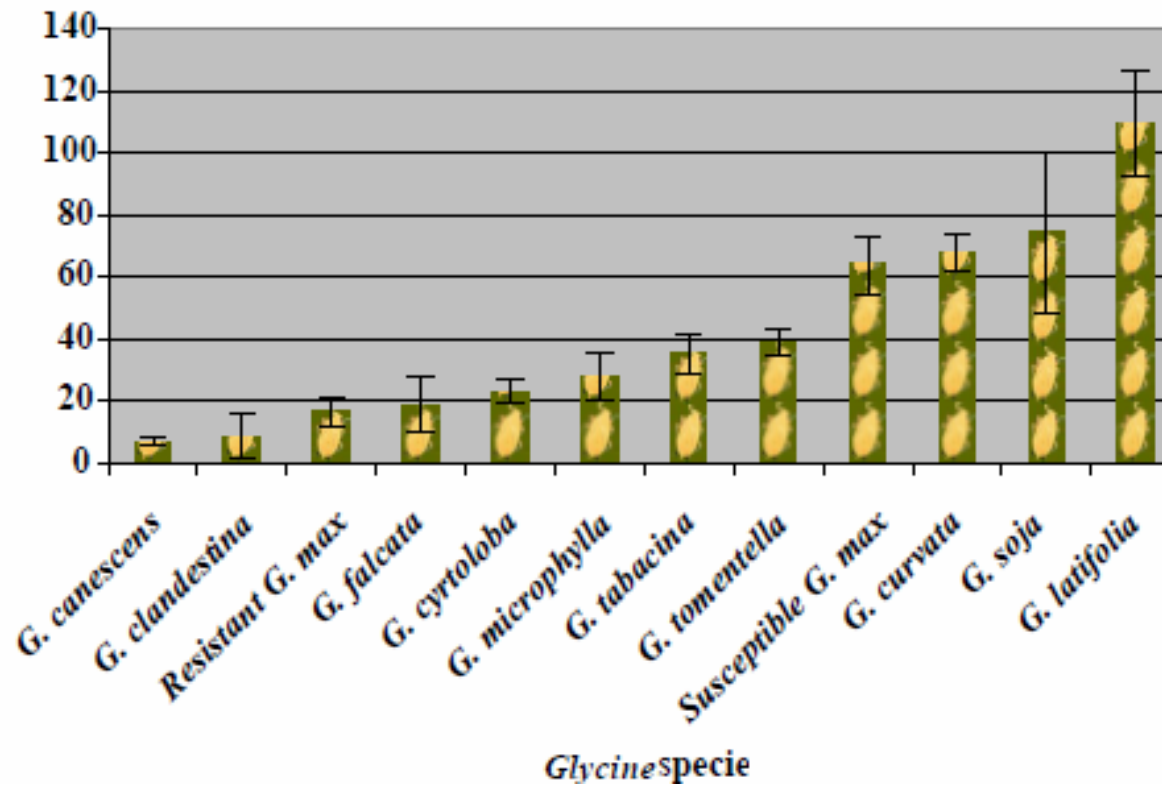
## Resultados - Podridão vermelha das raízes

Species	Entry†	Severity§		AUDPC¶	
		Screen-1	Screen-2	Screen-3A	Screen-3B
<i>cyrtoloba</i>	783	3.3	2.7	21	17
<i>microphylla</i>	652	1.8	2.9	19	19
<i>microphylla</i>	778	2.3	1.5	18	17
<i>tabacina</i>	349	2.5	2.7	27	24
<i>tabacina</i>	905	2.0	3.0	25	-
<i>tomentella</i>	353	1.3	2.7	17	-
<i>tomentella</i>	632	1.0	1.5	16	21
<i>tomentella</i>	653	1.0	1.8	22	20
<i>tomentella</i>	694	1.0	1.4	21	17
<i>tomentella</i>	707	1.0	1.8	18	18
<i>tomentella</i>	722	1.0	1.6	18	19
<i>tomentella</i>	773	1.0	1.2	18	14
<i>tomentella</i>	871	1.0	1.3	17	14
<i>tomentella</i>	885	1.3	1.5	16	16
<i>tomentella</i>	1232	1.5	1.3	18	18
<i>max</i>	Spencer	4.0	3.7	26	28
<i>max</i>	PI523 733	-	2.0	19	13
LSD				5.9	6.9

# Diversidade genética- *Subg. Glycine*



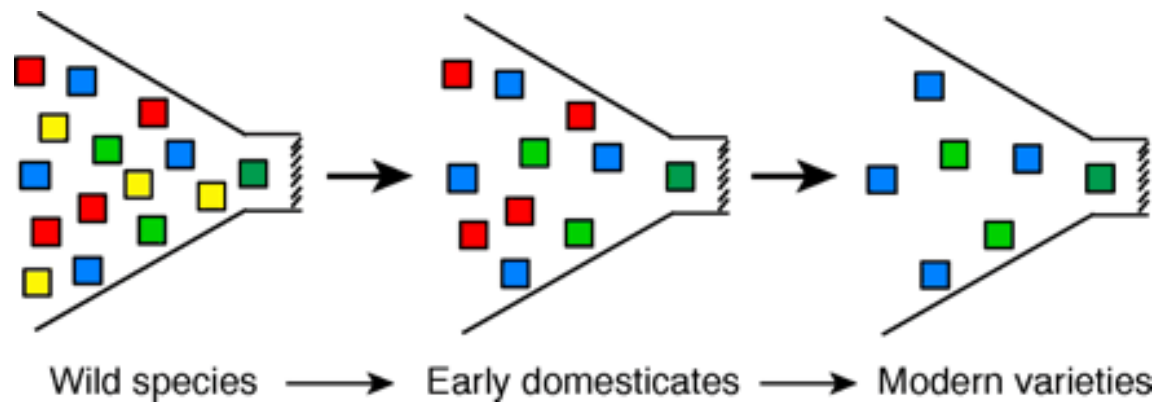
Resistência à pulgão





# Perda da diversidade

Os programas de melhoramento envolve geralmente materiais elites, devido a concentração de alelos favoráveis, com objetivo de atender o mercado com menor tempo e custo.



- Satisfação dos melhoristas pelos materiais elite
- Maioria dos germoplasma não-adaptado tem fenótipo inferior em relação aos caracteres quantitativos

# Ampliar base genética

Uso material exótico

Caracteres indesejáveis	Caracteres desejáveis
Acamamento	Fontes de variabilidade
Retenção foliar	Resistência à pragas
Trepadeiras	Resistência à doenças
Deiscência vagem	
Tegumento preto	



## Ampliar base genética

Incorporar diretamente o germoplasma exótico ao programa de melhoramento



Devido a perda de combinações gênicas favoráveis, que demoraram anos para serem selecionadas. Para que os genes potencialmente úteis mantidos nas coleções sejam utilizados é necessário que sejam incorporados nos materiais elite.

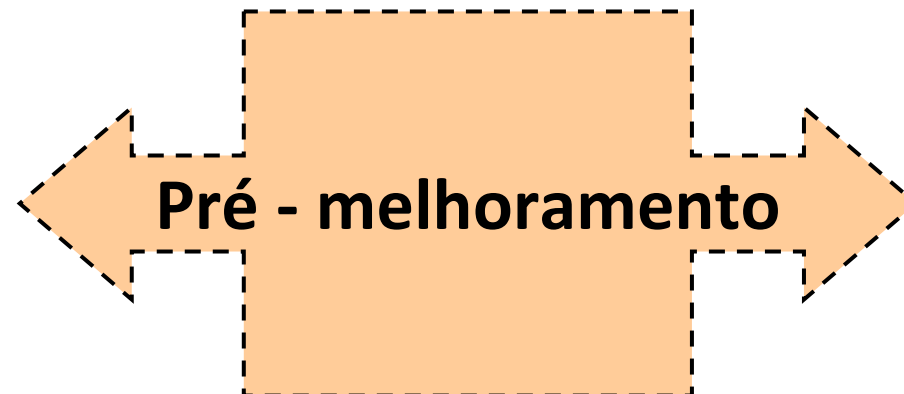
# Ampliar a base genética

Vello, Fehr e Bahrenfus (1984)

Populações de soja com diferentes proporções de PI's.

25% de germoplasma exótico

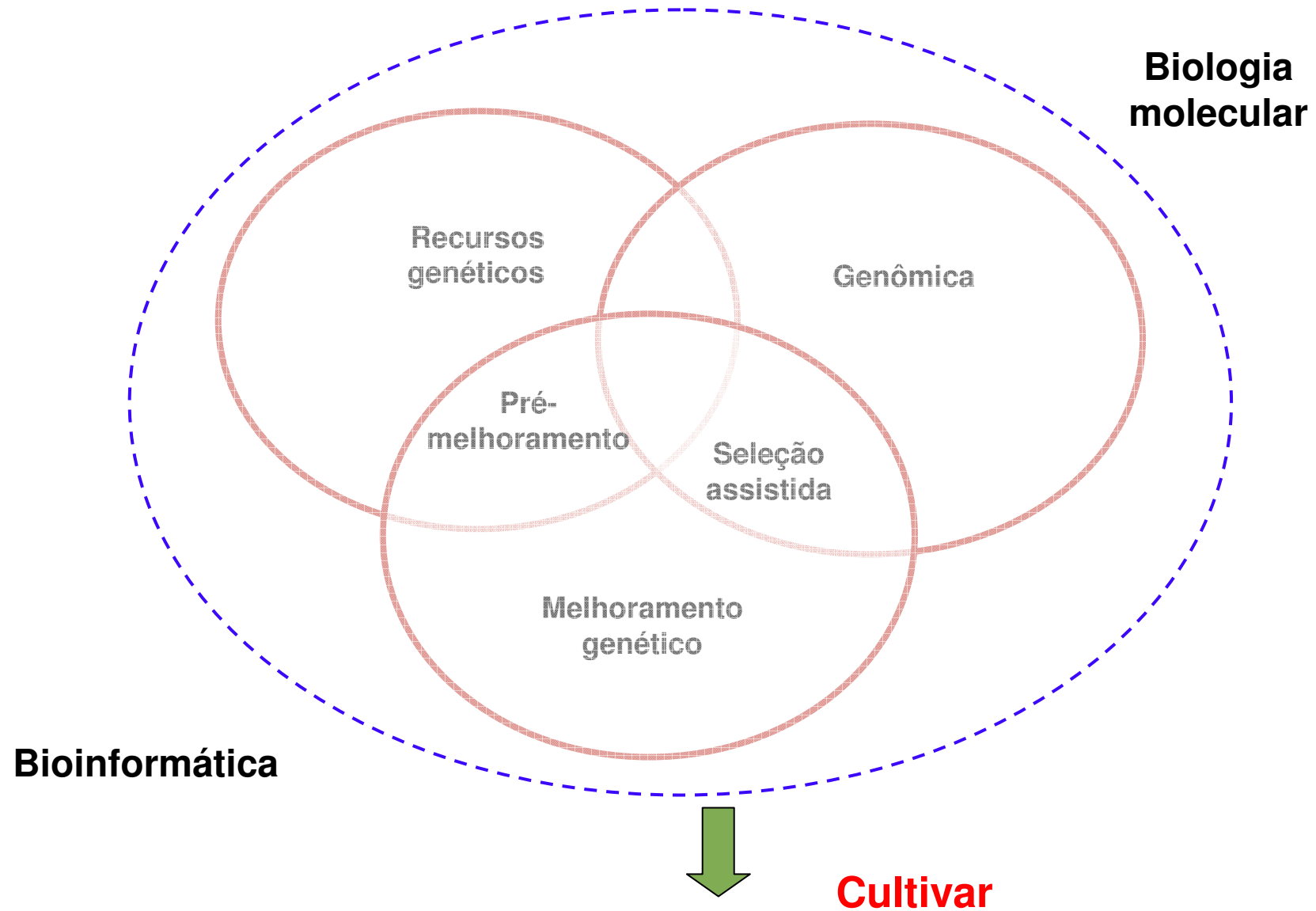
**Recursos  
genéticos**



**Melhoramento  
genético**



# Conclusão





Obrigada  
[flavia@esalq.usp.br](mailto:flavia@esalq.usp.br)