

1

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

1. O que é domesticação? O que está envolvido nesse processo? (3) ▶
2. Em termos comportamentais, qual mudança na humanidade está associada a domesticação? (4) ▶
3. Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente? (5, 7-13) ▶
4. Qual a designação dada aos locais onde espécies de importância econômica foram domesticadas? Como eles são reconhecidos? (15-17) ▶
5. Como pode ser feita a distinção de uma espécie domesticada e uma selvagem relacionada a ela? (castanha-do-pará) (6) ▶
6. Quais os pontos importantes nos estudos (pesquisas) de plantas domesticadas? (mandioca) (18 – 25) ▶
7. O que são híbridos?
8. Quais os objetivos do melhoramento genético? Quais técnicas envolvidas nesse processo? (29 – 36) ▶
9. Caso da fome na Irlanda. Qual a razão da rápida e ampla disseminação do fungo na cultura da batata? (40) ▶
10. Como diferenciar uma planta selvagem de uma domesticada com relação a adaptação e adaptabilidade? (37 – 39) ▶
11. O que é banco genético?
12. Como podemos conservar o patrimônio genético? (42 – 53) ▶

2

## Domesticação, evolução, dispersão e conservação do germoplasma de plantas de importância econômica

Processo que envolve alteração genética nas plantas direcionadas pelo homem

SELAÇÃO ARTIFICIAL

### AGRICULTURA

Latim – *ager*: campo, território  
*cultura*: cultivo

cuidado (cultivo) de plantas



3

## A humanidade sempre praticou a agricultura?

CAÇADOR-COLETOR



AGRICULTOR

Grupos pequenos

Nômades

Maiores aglomerados

Sedentários

Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?



4

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais 2023


**Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?**

- ✓ Escavações arqueológicas  
fóssil humano + restos de plantas (sementes, pólen)  
ferramentas
- ✓ Datação por <sup>14</sup>C

↓

ca. 12.000 anos

Vale de Tehuacán (México)



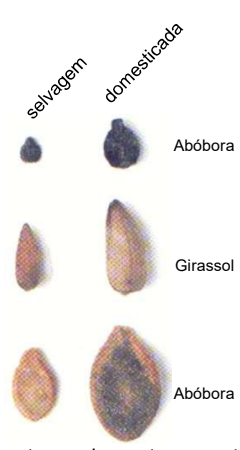
Fonte: Smith, B.D. (1995) The emergency of agriculture

- ✓ Há pelo menos 2.000 anos atrás, a maior parte das grandes civilizações humanas já se sustentavam pela agricultura;
- ✓ 10.000 – 2.000 anos atrás: mudança radical e definitiva na forma de vida.

5

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais 2023

selvagem      domesticada

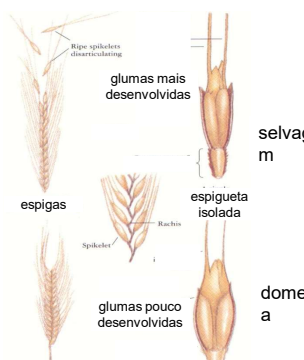


Abóbora

Girassol

Abóbora

sementes maiores, tegumentos mais finos



glumas mais desenvolvidas

glumas pouco desenvolvidas

espigas

espigueta isolada

selvagem

domesticada

frutos presos infrutescência

Características das primeiras plantas cultivadas:

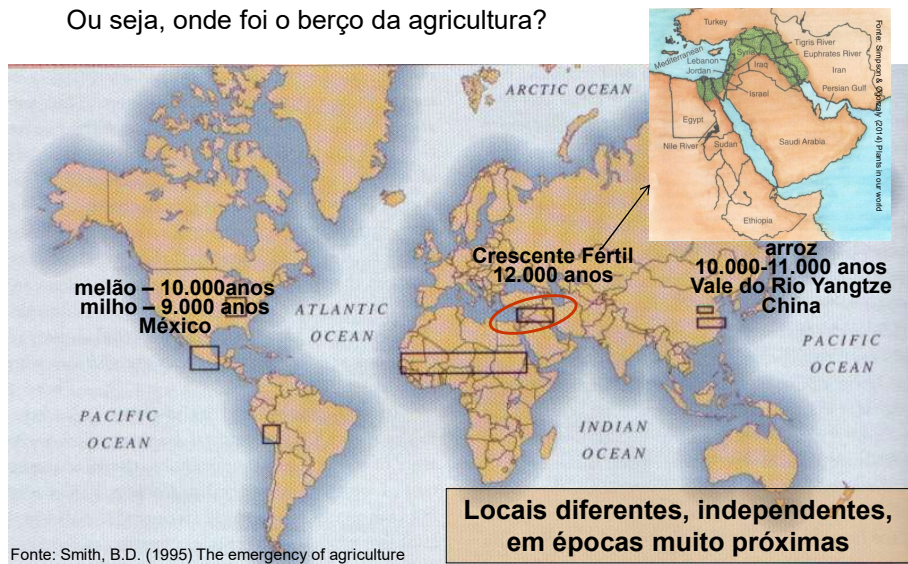
- 1) herbáceas
- 2) ciclo de vida curto
- 3) crescimento rápido
- 4) estrategistas r

Fonte: Smith, B.D. (1995) The emergency of agriculture

6

Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

Ou seja, onde foi o berço da agricultura?



7



Características comuns:

✓ áreas localizadas em regiões tropicais ou subtropicais

(35° N – 35° S)

✓ geralmente montanhosas

✓ ausência de florestas (vegetações) densas

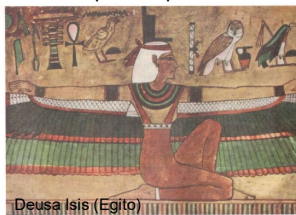
✓ abundância de recursos

8

Quando, onde, **como** e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

Como a humanidade aprendeu a cultivar a plantas?

Para a maioria das civilizações antigas (egípcios, gregos, chineses, astecas, incas...) existem várias lendas, ligadas a deuses, para explicar como o homem



Deusa Isis (Egito)



Shen Nung (China)



Livro do Gênesis – quando Adão e Eva foram punidos e expulsos do jardim do Edem, viram-se obrigados a produzir o próprio alimento.

Fonte: Simpson & Ogorzaly (2014) Plants in our world

9

Quando, onde, **como** e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

Como a humanidade aprendeu a cultivar a plantas?

CONHECIMENTO ANTERIOR  
(Carl Sauer, 1952)



Humanidade teria, conscientemente, adotado a agricultura, para garantir um melhor suprimento de comida.

✓ Atualmente, há evidências que povos modernos não-agricultores têm o conhecimento de como cultivar, mas optam por não fazê-lo.

✓ Curandeiros e xamãs pré-agricultores já cultivam algumas plantas importantes para uso medicinal.

10



Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

#### Sec. XIX e início Sec. XX:

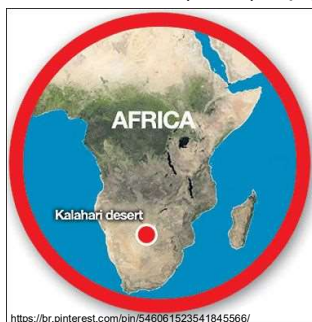
- ✓ parte do progresso da civilização primitiva para a moderna
- ✓ forma de aprimoramento da humanidade

#### Na segunda metade Sec. XX:

- ✓ estudos arqueológicos mais detalhados e o melhor conhecimento de populações modernas não-agricultoras demonstraram que a agricultura não é praticada por opção (falta de necessidade) e não por falta de conhecimento
- ✓ agricultura primitiva era, provavelmente, mais difícil e trabalhosa que a caça-coleta

11

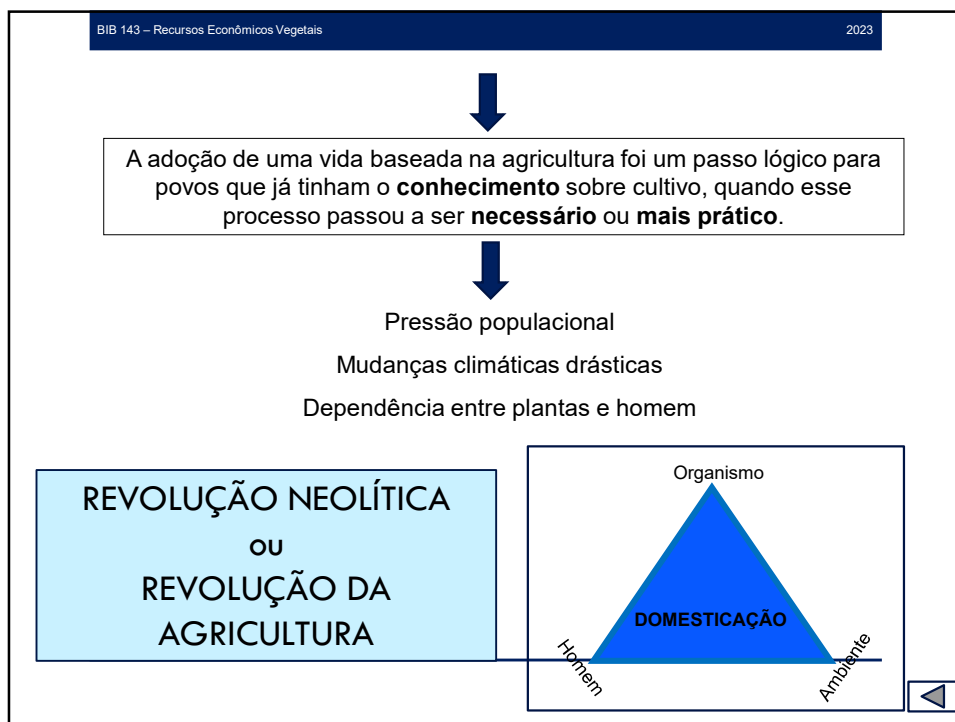
Lee & DeVore (1968) – pigmeus do deserto de Kalahari (África)



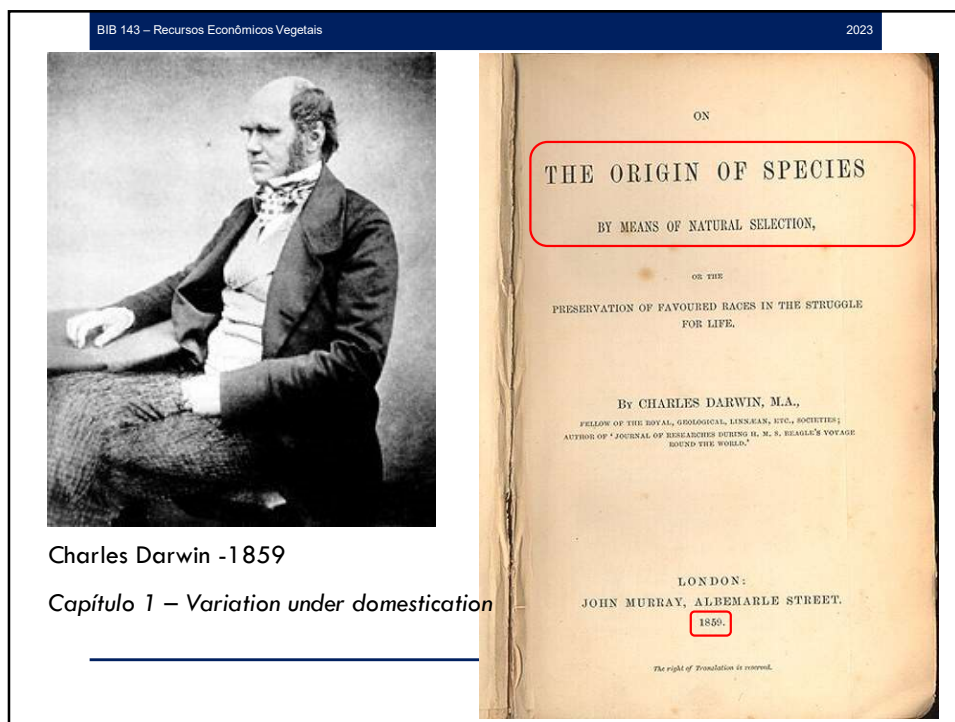
- ✓ Não observaram problemas relacionados a má nutrição ou sofrimento;
- ✓ Conhecimento de cerca de 105 espécies plantas comestíveis - 14 preferenciais;
- ✓ Dieta: 96g de proteínas e 2355 Kcal/dia  
(estimativas atuais: homem de 70Kg – 60 g proteínas e 2300 Kcal / dia)
- ✓ Trabalho associado a obtenção de alimento:  

	2,5 dias/semana/pessoa ou 400-1000h/pessoa/ano
	(sociedades com agricultura rudimentar - mínimo 1000h/pessoa/ano)

12



13



14

**Nikolai Vavilov**

Geneticista soviético

Décadas de 1920 e 1930

Realizou mais de 180 expedições por 52 países coletando sementes de plantas cultivadas/selvagens buscando padrões de distribuição geográfica.

### CENTROS DE ORIGEM

1. Locais onde parentes selvagens de espécies cultivadas podem ser facilmente encontrados atualmente (centros de diversidade) são, provavelmente, bons candidatos para o início da domesticação.
2. Esse locais devem apresentar a maior abundância de variabilidade natural dessas plantas cultivadas.

15



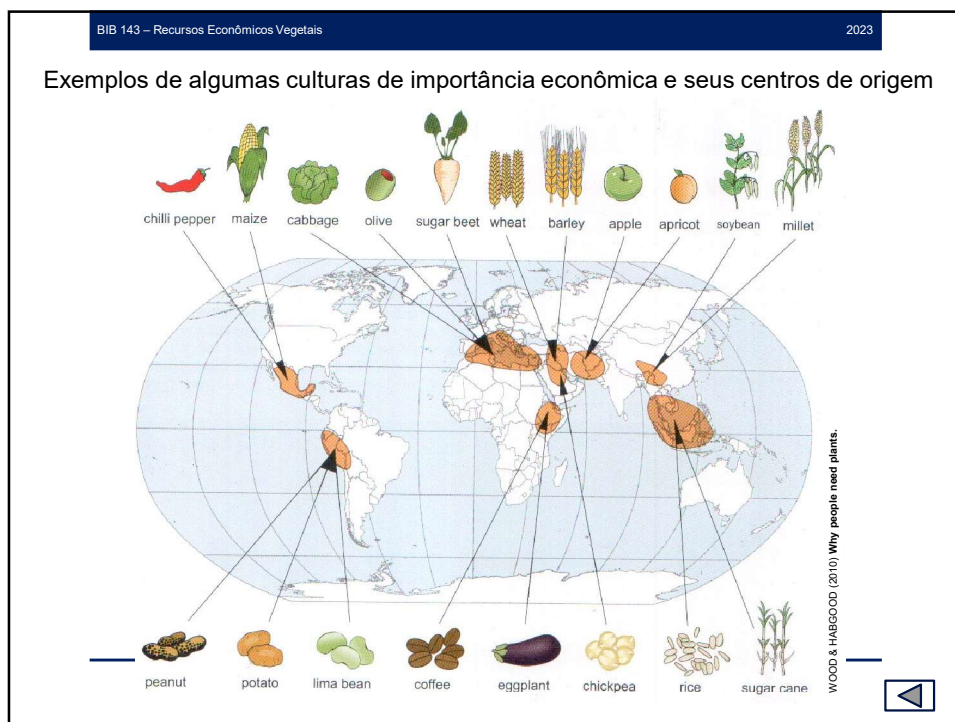
- 1- Chinês
- 2- Indo-Malaio
  - a. S
  - b. Indochina e Malásia
- 3- Asiático Central (Indo-Afegão)
- 4- Oriente Próximo
- 5- Mediterrâneo
- 6- Abssínio
- 7- México-América Central
- 8- Sul-americano
  - a. Peru, Equador e Bolívia
  - b. Chile
  - c. Brasil e Paraguai

<http://biogeografia-ufsm.blogspot.com/2010/06/vavilov-e-domesticacao-das-plantas.html>

Mapa proposto por Vavilov (1940) mostrando 8 centros de origem de plantas cultivadas

16





17

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Dentre as espécies de plantas cultivadas, alguns cereais (gramíneas) são os mais amplamente estudados.

*La Grande Tenochtitlán* – Diego Rivera 1945

O **milho** foi uma cultura de grande importância econômica no México antigo.

*Zea mays mays*

Fonte: Smith, B.D. (1995) The emergence of agriculture

18

## Domesticação milho



Fonte: Smith, B.D. (1995). The emergence of agriculture.

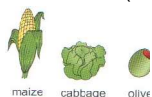
- ✓ No início da década de 1960, várias escavações no Vale de Tehuacán (México) renderam muitas evidências sobre as primeiras plantas domesticadas.
- ✓ 24.000 acessos - espécimens de *Zea mays*



- ✓ Espigas medindo de 19 a 25 mm
- ✓ 8 fileiras de 6 a 9 grãos

19

## Espécies taxonomicamente relacionadas ao milho moderno (*Zea mays mays*)



### Estudos de hibridação:

- ✓ facilidade de cruzamento
- ✓ híbridos férteis

### Teosinto – *Zea mays*



- ✓ Colmos finos que partem da base da planta
- ✓ Espiga com uma só fileira e não revestidas por "palhas"
- ✓ Grãos não aderidos ao eixo, eram liberados livremente
- ✓ Grãos pequenos e muito duros

20

### Maize x Teosinte Hybrid Cobs Do Not Prevent Crop Gene Introgression<sup>1</sup>

NANCY B. CHAVEZ<sup>2</sup>, JOSE J. FLORES<sup>2</sup>, JOSEPH MARTIN<sup>2</sup>, NORMAN C. ELLSTRAND<sup>\*,2</sup>, ROBERTO GUADAGNUOLO<sup>3</sup>, SYLVIA HEREDIA<sup>2</sup>, AND SHANA R. WELLES<sup>2</sup>  
*Economic Botany*, 66(2), 2012, pp. 132–137

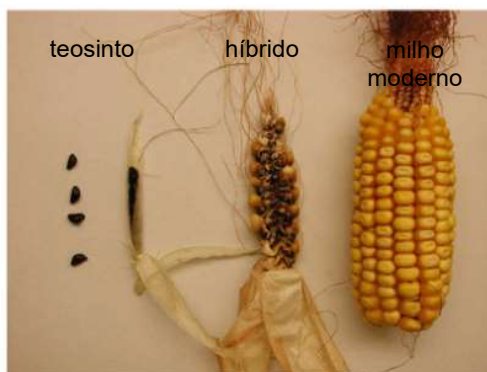
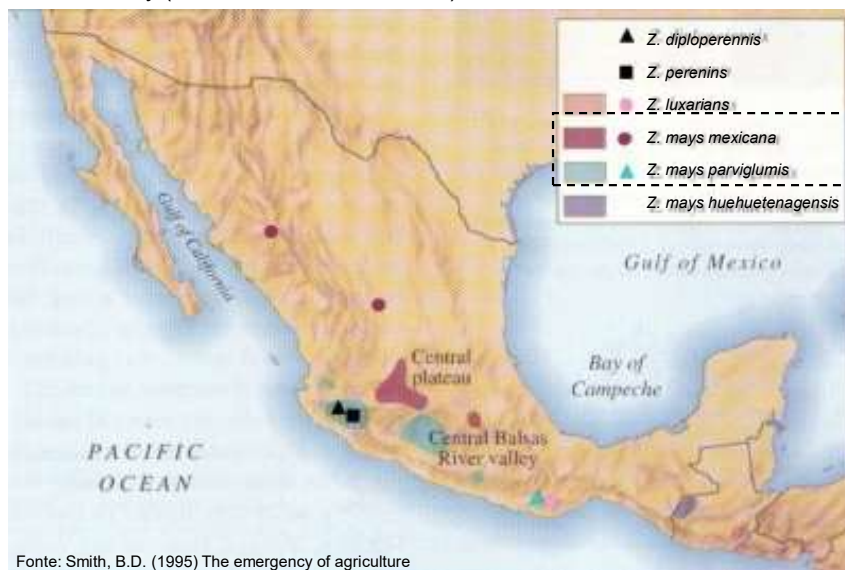


Fig. 1. From left to right, teosinte (*Zea mays* ssp. *mexicana*) fruits, teosinte infructescence, F<sub>1</sub> hybrid infructescence, and maize (*Zea mays* ssp. *mays*) infructescence (photo by Janet Clegg, with permission).

21

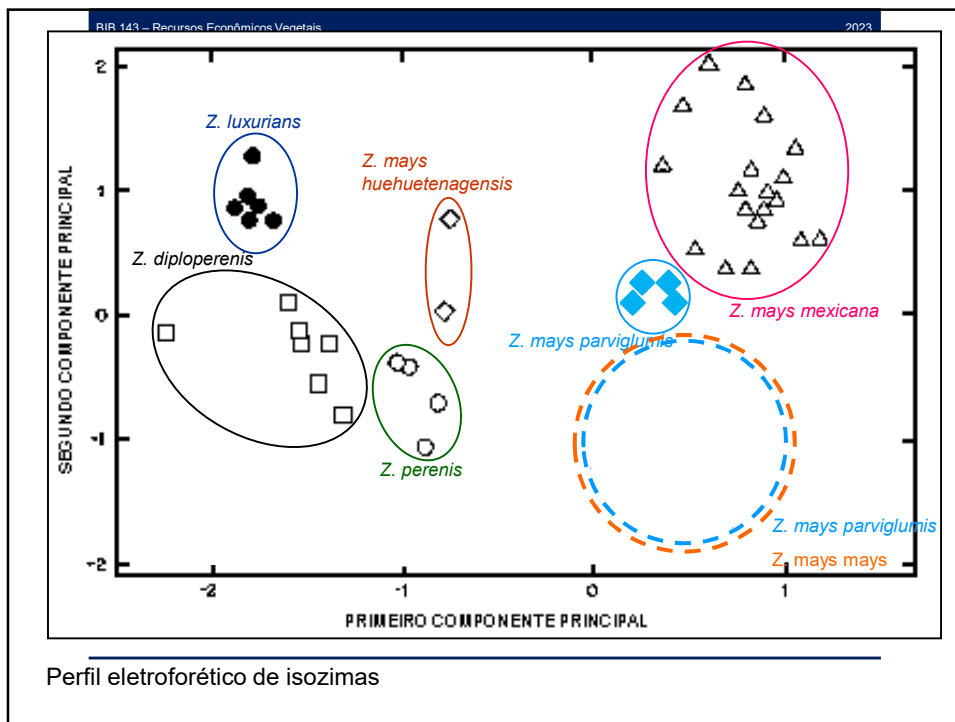
John Doebley (Universidade de Minesota) – década 1980



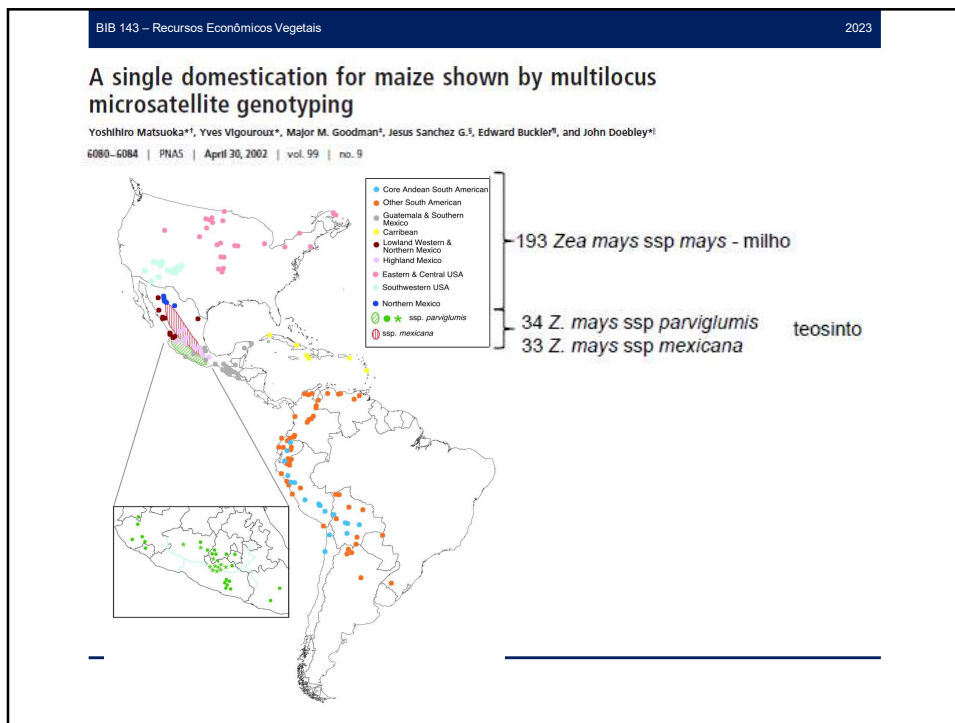
Fonte: Smith, B.D. (1995) The emergency of agriculture

Distribuição geográfica de espécies atuais de teosinto no México e América Central, identificadas na década de 1980.

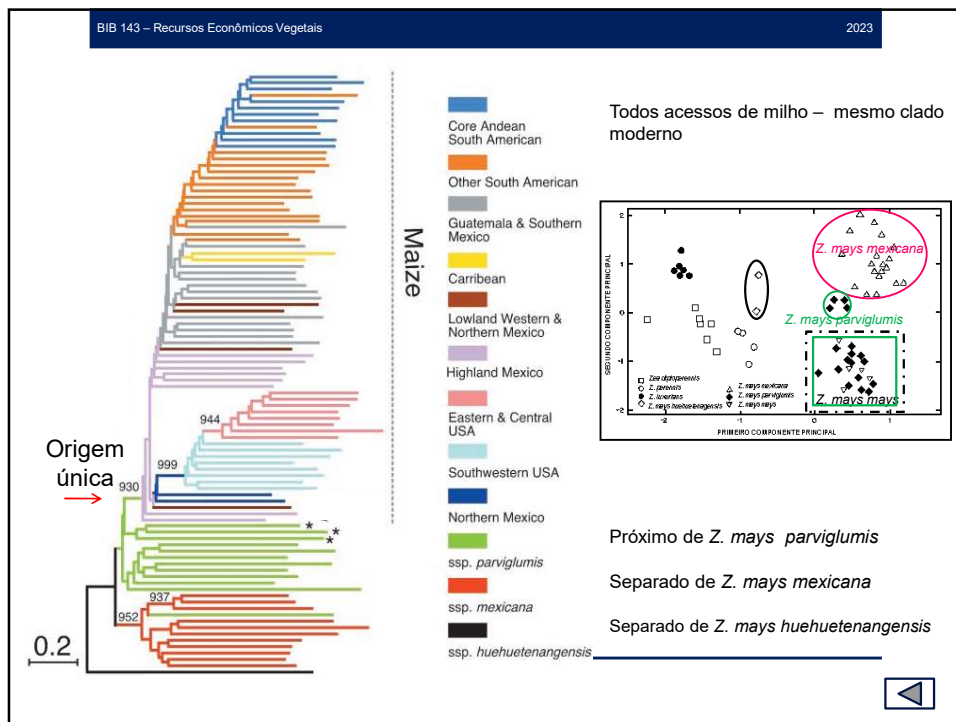
22



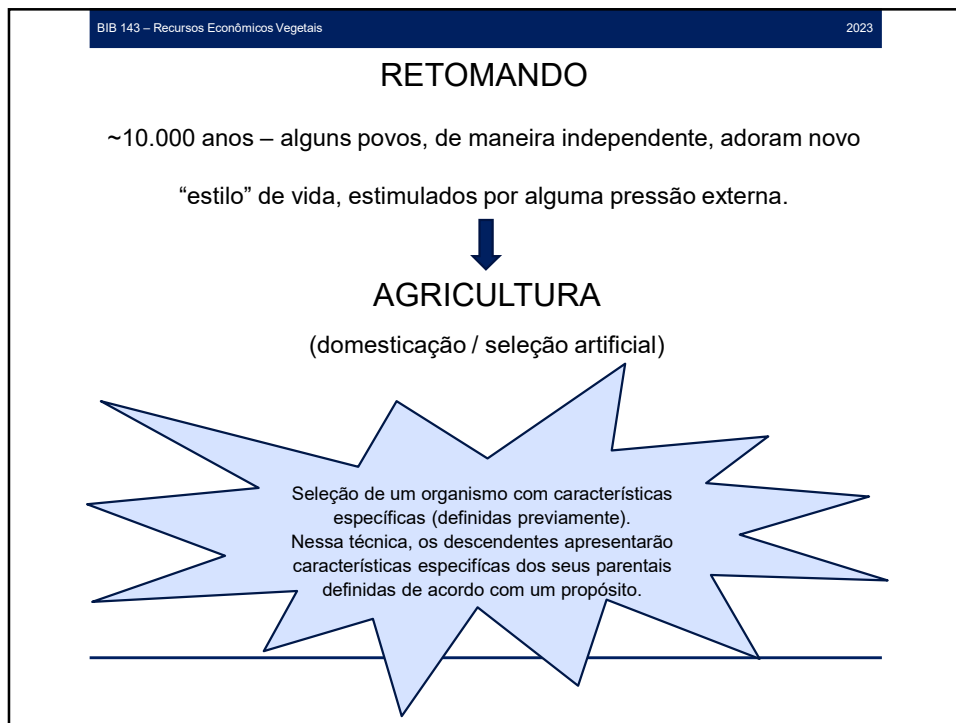
23



24



25



26



BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Algumas espécies de plantas domesticadas apresentam uma enorme diversidade de variedades e linhagens

*Brassica oleracea* (Brassicaceae)

seleção de características específicas

Strain	Kohlrabi	Kale	Broccoli	Brussels sprouts	Cabbage	Cauliflower
Modified trait	Stem	Leaves	Flower buds and stem	Lateral leaf buds	Terminal leaf bud	Flower buds

http://www.reddit.com/r/food/comments/2jgm4tll/bricol\_cauliflower\_cabbage\_brussels\_sprouts/

**MELHORAMENTO GENÉTICO**

27

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Quando teve início o processo de **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

~10.000

Seleção não intencional

Atual

Uso de biotecnologia OGM e transgênicos

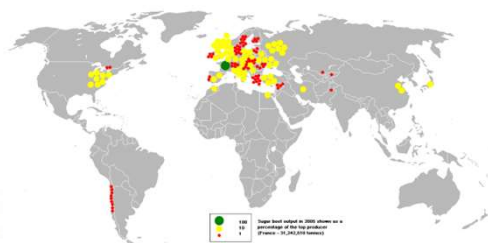
Fase científica do melhoramento: redescoberta dos estudos

28

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

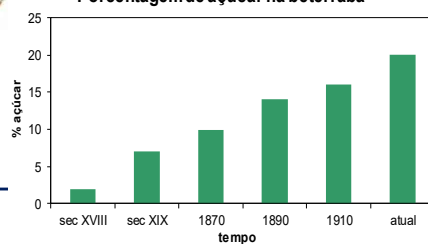
### 1. Produção

Beterraba - *Beta vulgaris*  
Amaranthaceae

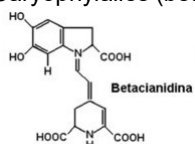


<http://my-changeover.blogspot.com.br/2012/09/our-white-refined-sugar-worlds.html>

Porcentagem de açúcar na beterraba



Caryophyllales (betalainas)



29

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

### 2. Uniformidade

Cana-de-açúcar – *Saccharum officinarum* (Poaceae)  
~6000 anos – Nova Guiné



<http://www.britannica.com/plant/sugarcane/images-videos/A-cutting-machine-on-a-plantation-in-southeastern-Brazil-harvesting/109073>

<http://br.depositphotos.com/5379103/stock-photo-panorama-of-sugar-cane-plantation.html>

30

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

3. Tolerância a fatores externos (climáticos)

Agência **FAPESP** NOTÍCIAS AGENDA VÍDEOS ASSINE

**Pesquisadores do IAC desenvolvem feijão mais resistente à seca**  
11 de novembro de 2014

**Climate Change**  
Natural Causes  
HUMANS = Burning of fossil fuels  
MARINE EFFECTED  
LAND EFFECTED  
Potential for Drought by the End of This Century

**Feijão – *Phaseolus vulgaris* Fabaceae**

Planta é capaz de se desenvolver com volume de água até 30% menor do que o usual; pesquisadores tentam identificar genes que confirmam à cana-de-açúcar tolerância ao estresse hídrico (foto: Arquivo IAC)

**Feijão imperador  
30% menos de água**

31

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

4. Resistência a pragas e doenças

**Tomate – *Solanum lycopersicum* Solanaceae**

*S. lycopersicum*

*S. chilense*  
*S. hirsutum*  
*S. peruvianum*  
*S. pimpinellifolium*

HÍBRIDO

RETROCRUZAMENTO

xxxx

Linhagem melhorada de *S. lycopersicum*, resistente a doença por fungo

Foi conseguida através de cruzamentos com espécies selvagens de *Solanum*

32

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

5. Melhora da palatabilidade

Qualidade ou característico do que é **palatável**

Sabor agradável

**Metabólitos secundários – defesa das plantas**

33

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2023

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

5. Melhora da palatabilidade

Resistência a herbívoros

ALCALOIDES

C1CN2CC[C@H]1N2  
(-)-Lupinine

TREMOÇO – *Lupinus albus* (Fabaceae)

TRABALHO DE MELHORAMENTO REALIZADO EM 1947

1.500.000 PLANTAS  
OBTIDAS POR SEMENTES

6 PLANTAS SEM ALCALOIDES

muitas sementes

1 planta sem alcaloide e com sementes  
retidas nas vagens

TREMOÇO "DOCE"

34

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais 2023

## ORGANISMOS MODIFICADOS GENETICAMENTE

↓

- ✓ Melhoramento genético clássico
- ✓ Produção de organismos transgênicos

---

35

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais

### Melhoramento genético clássico

Uma nova cultivar, como a do cafeeiro, demora décadas para chegar ao produtor desde a seleção inicial das plantas

Seleção de linhagens endogâmicas

Aumento da homozigose - uniformidade

	0%	50%	75%
Aa		AA x AA → AA AA AA AA	
x		Aa x Aa → AA Aa Aa aa	
Aa		Aa x Aa → AA Aa Aa aa	
		aa x aa → aa aa aa aa	

Fixação de caracteres

- 1 Seleção e cultivo de plantas com as características desejadas
- 2 Cruzamento entre as plantas selecionadas e formação de mudas
- 3 Avaliação e seleção das plantas resultantes dos cruzamentos
- 4 Novos cruzamentos e avaliações das descendentes, por mais duas gerações, para fixação dos caracteres almejados
- 5 Plantaio no campo e produção de sementes da nova cultivar
- 6 Registro da cultivar
- 7 Distribuição aos produtores

IAC 130 anos Revista Pesquisa Fapesp – setembro 2017

36



BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais 2023

## CONSEQUÊNCIAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO

- ✓ grande uniformidade
- ✓ alta produtividade
- ✓ elevado grau de adaptação

Acentuam-se determinados caracteres, enquanto outros que estavam armazenados em condição heterozigótica são perdidos

**ALTAMENTE  
ADAPTADAS**

**POSSUEM  
POUQUÍSSIMA  
ADAPTABILIDADE**

---

37

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais 2023

## CONSEQUÊNCIAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO

perda de linhagens selvagens abandonadas devido à preferência por linhagens modernas

**LINHAGENS SELVAGENS:**

ALTO GRAU DE HETEROZIGOSE

BASE GENÉTICA AMPLA

ELEVADO GRAU DE ADAPTABILIDADE

**LINHAGENS MELHORADAS GENETICAMENTE:**

ALTO GRAU DE HOMOZIGOSE

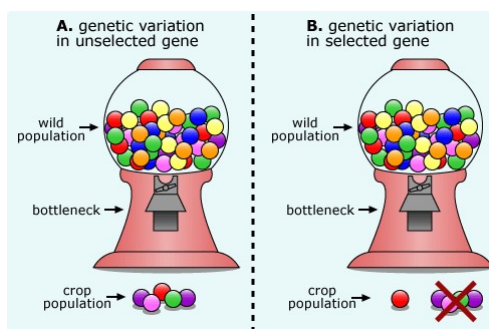
BASE GENÉTICA ESTREITA

BAIXO GRAU DE ADAPTABILIDADE

---

38

A perda do patrimônio genético correspondente a espécies selvagens proximoamente relacionadas às espécies cultivadas, linhagens primitivas e genes que se perderam nos processos de melhoramento constituem um processo perigoso denominado **erosão gênica**



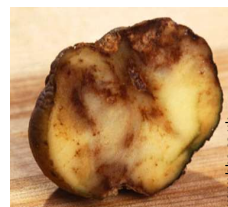
University of California Museum of Paleontology's Understanding Evolution (<http://evolution.berkeley.edu>).

39

O elevado grau de uniformidade das linhagens modernas e a falta de recursos naturais para a defesa contra herbívoros e patógenos (que são combatidos com defensivos químicos) é uma das importantes causas de rápida disseminação das doenças nas culturas comerciais.

#### A grande fome – Irlanda

- ✓ Sec. XVIII – batata passou a ser base da alimentação, principalmente para população mais pobre, sendo bastante propagada
- ✓ Sec. XIX - infecção da batata por fungo *Phytophthora infestans*
- ✓ Em 3 anos a produção população rural foi perdida em ~100%
- ✓ 1846 – 1850: a população da Irlanda caiu em 25% (2 milhões de pessoas morreram de fome ou migraram para América do Norte ou para Inglaterra)



40

Por essa razão são fundamentais os programas de estudos em centros de origem, além daqueles de **conservação** do **patrimônio genético** de espécies selvagens e de linhagens primitivas de plantas cultivadas. Dessa forma, é possível que se mantenham em **bancos de germoplasma** genes disponíveis para futuros programas de melhoramento

Germoplasma – patrimônio genético de um organismo disponível e viável para reprodução e propagação.

41

### Estratégias para a conservação da biodiversidade

*ex situ*

*in situ*

- ✓ Conservação de órgãos e sementes
  - ✓ Campos de banco gênico
  - ✓ Conservação *in vitro*
  - ✓ Jardins botânicos
  - ✓ Criopreservação

- ✓ Reservas genéticas
- ✓ Áreas protegidas

#### Vantagens:

- Permite a conservação, ainda que os habitats tenham sido destruídos.
- Fácil acesso a plantas e animais de muitos locais.

#### Desvantagens:

- Interrompe processos evolutivos: pressão para adaptação a mudanças ambientais; competição com outras plantas; patógenos e pragas.

#### Vantagens:

- Conservar a diversidade genética, permitindo que os organismos continuem evoluindo naturalmente.
- Proteger área representativa de uma paisagem ou ecossistema.

#### Desvantagens:

- Sujeitas a desastres naturais ou criminosos.

42

### Conservação *in situ*

1. Reservas genéticas (*farm gene banks*) – agricultura tradicional como mantenedora da diversidade
  - ✓ Cultivo de variedades primitivas e tradicionais em jardins, hortas ou roças domésticas, nas áreas de origem das respectivas espécies.
  - ✓ Contribui para a manutenção da base genética da espécie cultivada.
  - ✓ Estimula a agricultura familiar, gerando renda para populações indígenas e tradicionais.
  - ✓ Pode oferecer germoplasma de reposição e atualização das coleções *ex situ*.



43

### Conservação *in situ*

#### 2. Áreas protegidas – Ministério do Meio Ambiente

Unidades de Proteção Integral  
 Estação Ecológica  
 Reserva Biológica  
 Parque Nacional  
 Monumento Natural  
 Refúgio de Vida Silvestre

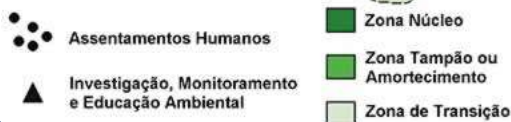
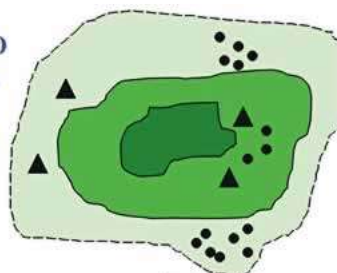
Unidades de Uso Sustentável  
 Área de Proteção Ambiental  
 Área de Relevante Interesse Ecológico  
 Floresta Nacional  
 Reserva Extrativista  
 Reserva de Fauna  
 Reserva de Desenvolvimento Sustentável  
 Reserva Particular do Patrimônio Natural

44

**RESERVA DA BIOSFERA:**

- Modelo internacional
- Preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.
- Público ou privado
- Reconhecida pelo programa Intergovernamental "O HOMEM E A BIOSFERA - MAB", estabelecido pela UNESCO.

**ILUSTRAÇÃO  
IDEALIZADA  
DE UMA  
RESERVA DA  
BIOSFERA**



45

**Áreas para preservação *in situ* de espécies selvagens relacionadas às plantas de valor econômico**

Rússia - trigo, pistache e algumas frutas

Índia - "santuários gênicos" - arroz, cana-de-açúcar, manga, banana, laranja

Etiópia - espécies selvagens de café

Reserva da biosfera – Siera de Manatlán (México) – milho



*Zea diploperenis* (Teosinto)

46



### Conservação *ex situ*

1. Bancos de sementes – desidratação e manutenção a -20oC  
Sementes ortodoxas

Svalbard Global Seed Vault (Caverna Global de Sementes Svalbard)  
Ilha norueguesa de Spitsbergen, no arquipélago de Svalbard



Fevereiro/2018 - > 1 milhão sementes

### ARCA DE NOÉ

Vídeo - 'Jornada da Vida' visita 'Arca de Noé' das plantas com sementes do mundo – Fantástico 14/02/2016

<http://g1.globo.com/fantastico/quadros/A-Jornada-da-Vida/noticia/2016/02/jornada-da-vida-visita-arca-de-noe-das-plantas-com-sementes-do-mundo.html>

47

### Conservação *ex situ*

2. Campos de bancos gênicos  
Espécies com baixa produção de sementes, com sementes recalcitrantes, com períodos juvenis longos



Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural  
de Santa Catarina

Banco de palmáceas

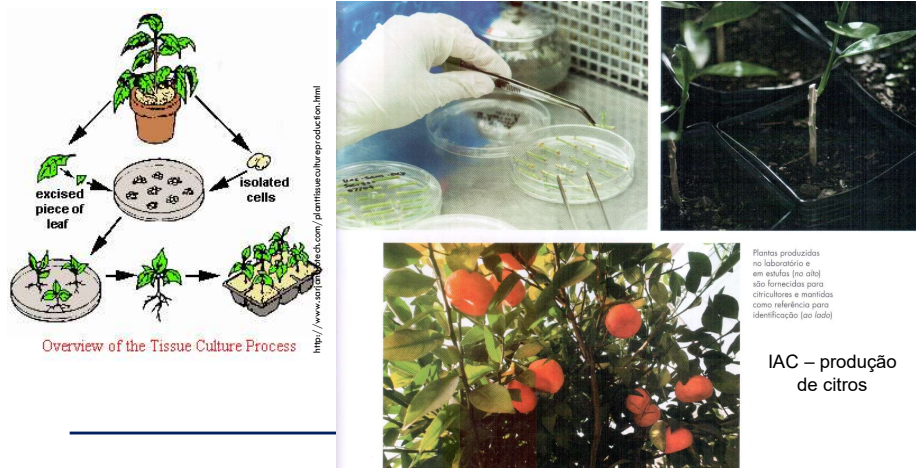


48

## Conservação *ex situ*

### 3. Cultura de tecidos

Explantos – tubos de ensaio com meio de cultura; Clonagem  
Importante na obtenção de OT



Overview of the Tissue Culture Process

<http://www.santitas.com/planttissuecultureproduction.html>

Plantas produzidas no laboratório e em estufas (no alto) são fornecidas para coliturales e mantidas como referência para identificação (ao lado)

IAC – produção de citros

49

## Conservação *ex situ*

### 4. Criopreservação

Tecido obtido *in vitro* armazenado em nitrogénio líquido (-196 °C)



50

## Conservação *ex situ*

### 4. Criopreservação



Review

## Cryopreservation of Woody Crops: The Avocado Case

Chris O'Brien <sup>1,\*</sup>, Jayeni Hiti-Bandaralage <sup>1</sup>, Raquel Folgado <sup>2</sup>, Alice Hayward <sup>1</sup>, Sean Lahmeyer <sup>2</sup>, Jim Folsom <sup>2</sup> and Neena Mitter <sup>1</sup>

*Plants* 2021, 10, 934. <https://doi.org/10.3390/plants10050934>

**Table 2.** Some examples of cryo-storage gene banks maintaining collections of economically important crops.

Country	Gene Bank	Genus/Species	Accessions Held	Reference
France	Institute of Research Development	<i>Coffea</i> spp. (coffee)	~500	[12]
Columbia	International Centre for Tropical Agriculture	<i>Manihot esculenta</i> (cassava)	5690	[43]
Japan	National Institute of Agrobiological Sciences	<i>Morus</i> spp. (mulberry) <i>Juncus effusus</i> (rush)	~1000 50	[12]
Japan	Shimane Agriculture Research Centre	<i>Wasabi japonica</i> M. (Japanese horseradish)	40	[12]
USA	National Clonal Germplasm Repository	<i>Malus</i> spp. (apple) <i>Pyrus</i> spp. (pear) <i>Rubus</i> spp. (raspberry) <i>Vitis</i> spp. (grape)	6073 131 57 1405	[44,45]
Belgium	Bioversity International Transit Centre	<i>Musa</i> spp. (banana)	1600	[7]

51

## Conservação *ex situ*

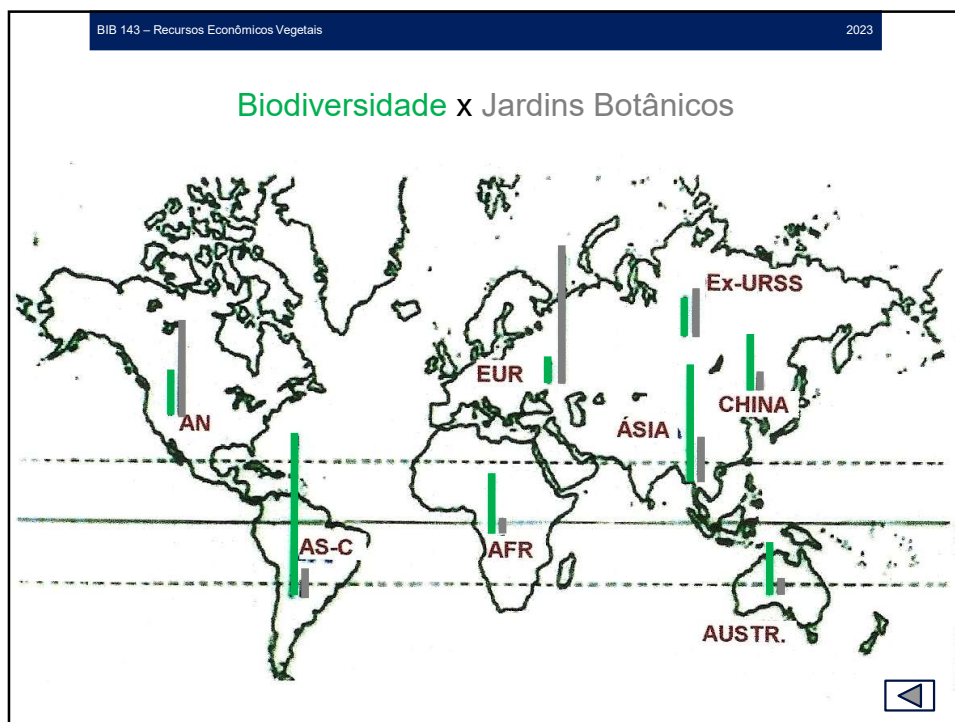
### 5. Jardins botânicos / Hortos

HORTO FLORESTAL EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE; RIO CLARO, SP



<http://www.ponoramio.com/photo/25725386>

52



53

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais 2023

### Material complementar:

- ✓ Vídeo - 'Jornada da Vida' visita 'Arca de Noé' das plantas com sementes do mundo – Fantástico 14/02/2016  
<http://g1.globo.com/fantastico/quadros/A-Jornada-da-Vida/noticia/2016/02/jornada-da-vida-visita-arca-de-noe-das-plantas-com-sementes-do-mundo.html>
- ✓ Jared, D. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature* 418: 700-707.
- ✓ IAC 130 anos. Revista Pesquisa Fapesp – setembro 2017
- ✓ Stokstad, E. 2019. The new potato. *Science* 363(6427): 574-577

---

54