

Domesticação de Plantas

Domesticação de Paisagens

DOMESTICAÇÃO - definições:

Bender (1975) = domesticação implica na manipulação de plantas e animais de tal maneira que mudanças genéticas ocorreram resultando em novas raças e espécies;

Redman (1978) = A mais importante característica evolucionária da domesticação de plantas foi a perda do poder de dispersão, da qual sua contínua propagação depende;

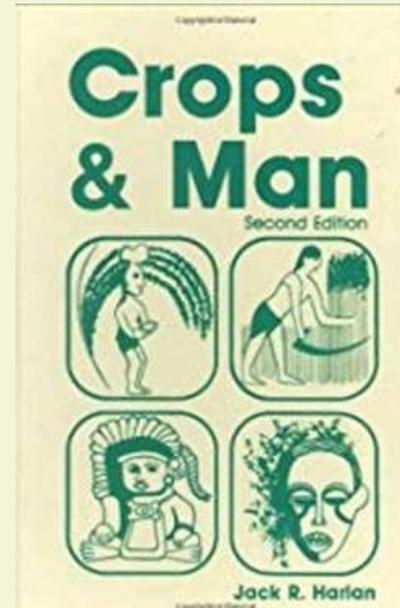
Reed (1984) = Domesticação é um exemplo de simbiose em que dois diferentes tipos de organismos interagem com benefício a ambos;

MacNeish (1991) = Domesticado - uma planta ou animal que difere de seu progenitor selvagem porque foi modificado geneticamente através da seleção humana, tanto consciente como inconsciente;

Hillman & Davies (1990) = Processo que causa em populações de plantas cultivadas a perda de características (principalmente as reprodutivas) necessárias à sua sobrevivência na natureza em ambientes primários; i.e., o processo que torna as populações de plantas dependentes da intervenção humana para sua reprodução;

Harlan (1992):

Crops and Man (1992)



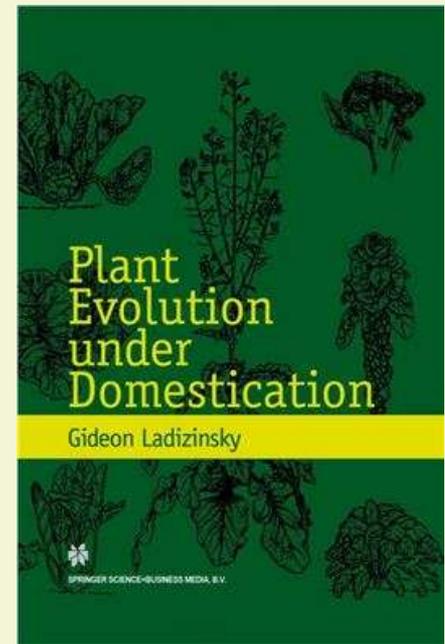
=> Plantas domesticadas são aquelas que são levadas para as casas, quintais, jardins, roças, hortas e pastos. Podem ser incluídos também parques, cemitérios, beiras de estradas, florestas e outras áreas manejadas.

Harlan (1992):

- => Em termos ecológicos, é a mudança no habitat que é crítica.
- => Em termos genéticos, o crítico são os genes que conferem adaptação ao novo ambiente.
- => A arquitetura genética da domesticação ocorre no sentido de tornar as populações dependentes da interferência do homem e dos ambiente criados pelo homem;

Ladizinsky (1998):

=> Domesticação é um processo que é baseado na mudança genética nas populações domesticadas tornando-as mais adaptadas ao ambiente criado pelo cultivo, mas ao mesmo tempo pouco adaptadas ao seu habitat original na natureza.



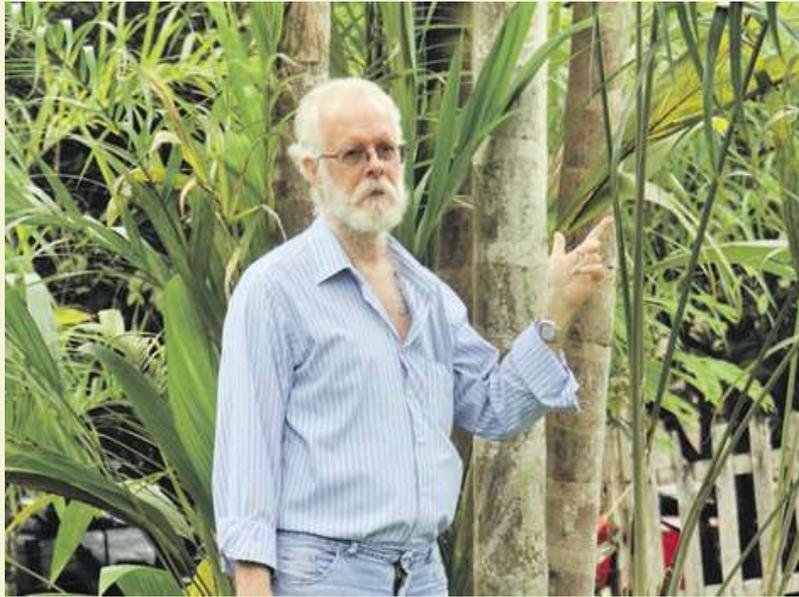
Harlan (1992), citado por Clement (2001):

=> A evolução natural melhora a adaptação de uma população a seu meio, mas não às necessidades humanas;

Em contraste:

=> A domesticação adapta uma população às necessidades humanas.

Clement (2001):



=> A domesticação é uma classe de evolução em que humanos adicionam suas ações à ação da seleção natural, às vezes em consonância com esta, às vezes em dissonância.

Clement (1999):

=> A domesticação de plantas é um processo co-evolucionário onde a seleção humana sobre os fenótipos de populações **promovidas, manejadas** ou **cultivadas** resulta em mudanças nos genótipos das populações que os tornam úteis aos humanos e melhor adaptadas à **intervenção humana na paisagem**.



Domesticação de Paisagens (Clement, 2001):

=> Um processo inconsciente e consciente em que a intervenção humana na paisagem resulta em mudanças na ecologia da paisagem e na demografia de suas populações de plantas e animais, resultando numa paisagem mais produtiva e "segura" para os humanos.

Domesticação de paisagens (Clement et al., 2009):

➤ *Pristine*

=> paisagem na qual os humanos não têm manipulado o ambiente, nem das populações de plantas ou animais



Promovida

=> Plantas individuais e/ou populações de plantas úteis favorecidas pela eliminação ou poda de algumas plantas competidoras, especialmente com o uso do fogo.



➤ *Manejada*

=> Paisagem onde a abundância e diversidade de populações de plantas úteis são favorecidas pela eliminação de plantas competidoras, transplante de mudas ou sementes individuais, uso de adubos, de modo a melhorar o ambiente para favorecer o crescimento e reprodução de plantas desejadas.





➤ *Cultivada*

=> Paisagem totalmente transformada pela eliminação do ecossistema original pela derrubada e queima do ecossistema original, aração localizada ou extensiva, eliminação de plantas daninhas, adubação e uso de coberturas mortas ou vivas, irrigação e outras técnicas para favorecer o crescimento e a reprodução das plantas semeadas e das voluntárias toleradas.

Monocultura

=> Paisagem cultivada dominada por uma população monoespecífica





➤ *Roça/capoeira*
(swidden fields)

=> Paisagem que se tornou espaço característico de comunidades sedentárias, na qual os humanos combinam o cultivo e o manejo;

=> A roça é uma paisagem cultivada, que produz bem durante alguns anos, mas se torna cada vez mais difícil de cuidar conforme aumentam as ervas daninhas e diminui a fertilidade;

=> Ervas, arbustos e árvores úteis, voluntárias ou transplantadas, são manejadas com intensidade cada vez menor até uma floresta secundária (capoeira) se formar.









Domesticação de Plantas - Clement (1999):

=> A domesticação de plantas é um processo co-evolucionário onde a seleção humana sobre os fenótipos de populações **promovidas, manejadas** ou **cultivadas** resulta em mudanças nos genótipos das populações que os tornam úteis aos humanos e melhor adaptadas à intervenção humana na paisagem.

Definições de categorias de populações ao longo do contínuo de silvestre a domesticada (Clement, 2001):

➤ *Silvestre*

=> Naturalmente evoluída, sem intervenção humana



➤ *Incidentalmente coevoluída*

=> População voluntária que se adapta em ambientes perturbados por humanos, possivelmente com mudanças genéticas, mas sem seleção ou intervenção humanas - ervas daninhas (weeds)



➤ *Incipientemente domesticada*

=> tem sido modificada pela seleção e intervenção humana (no mínimo sendo promovida);

=> fenótipo médio ainda dentro do encontrado para populações silvestres para os caracteres sujeitos à seleção

=> a seleção começou a **reduzir a variância genética, pelo efeito de deriva (amostragem)**

=> **variância fenotípica pode ser menor, ou não, que a da população selvagem**

Ex: castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*)

castanha-do-Brasil

(*Bertholletia excelsa*)



Euterpe oleracea - açai



APPENDIX 3. SOME SPECIES WITH INCIPIENTLY DOMESTICATED POPULATIONS IN AMAZONIA AT CONTACT (BALÉE 1988, 1989; CAVALCANTE 1991; LEÓN 1987, 1992; LÉVI-STRAUSS 1950; PATIÑO 1963, 1964).

Species	Family	Probable origin	Uses
<i>Couma utilis</i> Muell.	Apocynaceae	Amazonia	fruit, latex
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	N. E. Brazil	fruit, latex
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae	W. Amazonia	nut
<i>C. nuciferum</i> L.	Caryocaraceae	N. S. America	nut
<i>C. villosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae	C. Amazonia	fruit
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Chrysobalanaceae	N. S. America	fruit
<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Chrysobalanaceae	C. Amazonia	fruit
<i>C. edulis</i> Prance	Chrysobalanaceae	Amazonia	nut
<i>C. longipendula</i> Pilger	Chrysobalanaceae	Amazonia	nut
<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	Euphorbiaceae	W. Amazonia	nut
<i>Hevea</i> spp. (various)	Euphorbiaceae	Amazonia	seed, latex
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Graminae	E. Amazonia	seed
<i>Rheedia brasiliensis</i> Pl. & Tr.	Guttiferae	Amazonia	fruit
<i>R. macrophylla</i> Planch & Triana	Guttiferae	Amazonia	fruit
<i>Bertholletia excelsa</i> H. & B.	Lecythidaceae	E. Amazonia	nut
<i>Lecythis pisonis</i> Camb.	Lecythidaceae	Amazonia	nut
<i>Grias neubertii</i> MacBride	Lecythidaceae	W. Amazonia	fruit
<i>G. peruviana</i> Miers	Lecythidaceae	W. Amazonia	fruit
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Leg. Caesalpinioideae	Amazonia	starchy fruit
<i>Campsiandra comosa</i> Cowan	Leg. Mimosoideae	N. W. Amazonia	fruit
<i>Inga</i> spp. (numerous)	Leg. Mimosoideae	Amazonia	fruit
<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl.) DC.	Leg. Papilionoideae	Amazonia	poison
<i>Lonchocarpus urucu</i> Smith	Leg. Papilionoideae	Amazonia	poison
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	S. America	fruit
<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Myrtaceae	Amazonia	fruit
<i>P. guineensis</i> Sw.	Myrtaceae	N. S. America	fruit
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lood	Palmae	E. Amazonia	oily fruit
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	Palmae	E. Amazonia	oily fruit
<i>Elaeis oleifera</i> (H.B.K.) Cortés	Palmae	N. S. America	oily fruit
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Palmae	E. Amazonia	oily fruit
<i>Jessenia bataua</i> (Mart.) Burret	Palmae	N. S. America	oily fruit

➤ *Semi-domesticada*

- => população modificada de forma significativa pela seleção e intervenção humana (no mínimo sendo manejada)
- => fenótipo médio provavelmente extrapola a variação encontrada na população silvestre para o(s) caráter(s) sujeito(s) à seleção;
- => **variância fenotípica pode ser maior que a da população silvestre**, pois inclui tipos comuns e novos tipos; a **variação genética seria ainda mais reduzida pela seleção (gargalos seletivos sequenciais)**;
- => mas com adaptação ecológica suficiente para sobreviver sem a intervenção humana.



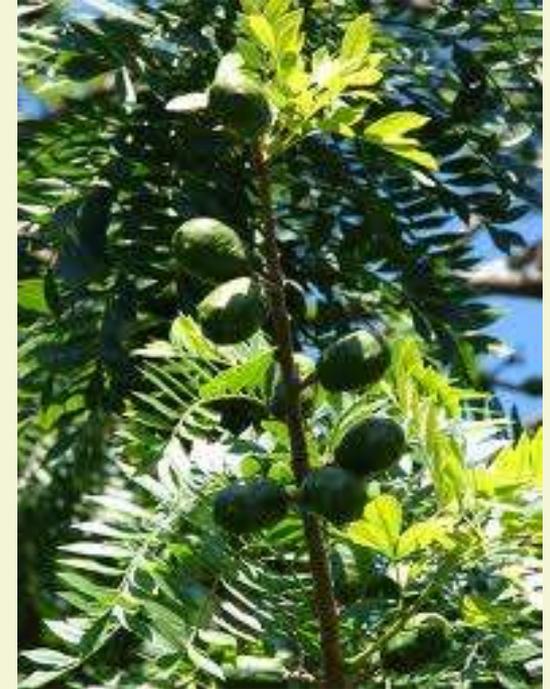
Cajú (*Anacardium occidentale*)



MR

© TopTropicals.com

Spondias monbim - cajá



APPENDIX 2. PROBABLY SEMI-DOMESTICATED CROPS GROWN IN AMAZONIA AT CONTACT (BRÜCHER 1989; LEÓN 1987, 1992; PATIÑO 1963, 1964; PICKERSGILL AND HEISER 1977; SCHULTES AND HOFMANN 1979).

Species	Family	Probable origin	Uses
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	N. E. Brazil?	fruit, nut
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	N. S. America	fruit
<i>Annona montana</i> Macf.	Anonaceae	Amazonia	fruit
<i>A. reticulata</i> L.	Anonaceae	MesoAmerica	fruit
<i>Macoubea witotorum</i> Schultes	Apocynaceae	W. Amazonia	fruit juice
<i>Thevetia peruvianum</i> Merr.	Apocynaceae	C. Andes	poison
<i>Ilex guayusa</i> Loes.	Aquifoliaceae	N. W. Amazonia	stimulant
<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) Gentry	Bignoniaceae	W. Amazonia	condiment
<i>Quararibea cordata</i> Vischer	Bombacaceae	W. Amazonia	fruit
<i>Couepia subcordata</i> Benth.	Chrysobalanaceae	Amazonia	fruit
<i>Clibadium sylvestre</i> Baill.	Compositae	N. S. America	poison
<i>Dioscorea dodecaneura</i> Steud.	Dioscoreaceae	Amazonia	root
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl.	Euphorbiaceae	N. S. America	poison
<i>Mammea americana</i> L.	Guttiferae	Antilles	fruit
<i>Platonia insignis</i> Mart.	Guttiferae	E. Amazonia	fruit, seed?
<i>Heliconia hirsuta</i> L. f.	Heliconiaceae	W. Amazonia	root
<i>Cassia leiandra</i> Benth.	Leg. Cesalpinioideae	Amazonia	fruit
<i>Anadenanthera peregrina</i> Speg.	Leg. Mimosoideae	N. S. America	drug
<i>Inga cinnamomea</i> Benth.	Leg. Mimosoideae	Amazonia	fruit
<i>I. edulis</i> Mart.	Leg. Mimosoideae	W. Amazonia	fruit
<i>I. feuillei</i> DC	Leg. Mimosoideae	W. Amazonia	fruit
<i>I. macrophylla</i> H.B.K.	Leg. Mimosoideae	W. Amazonia	fruit
<i>Lonchocarpus utilis</i> Smith	Leg. Papilionoideae	Amazonia	poison
<i>Banisteriopsis caapi</i> Morton	Malpighiaceae	W. Amazonia	drug
<i>B. inebrians</i> Morton	Malpighiaceae	W. Amazonia	drug
<i>Bunchosia armeniaca</i> DC	Malpighiaceae	Amazonia	fruit

➤ *Domesticada*

- => Semelhante à anterior, mas cuja adaptação ecológica tem sido reduzida de modo a sobreviver somente em paisagens criadas por humanos (cultivadas ou intensamente manejadas);
- => **variação genética ainda mais reduzida pela seleção, especialmente a variação responsável pela adaptação ecológica**
- => **variação fenotípica maior que a população silvestre**





Foto: Flaviane Malaquias Costa

APPENDIX 1. PROBABLY DOMESTICATED CROPS GROWN IN AMAZONIA AT CONTACT (BRÜCHER 1989; LEÓN 1987, 1992; PATIÑO 1963, 1964; PEARSALL 1992; PICKERSGILL AND HEISER 1977; SCHULTES 1984; SCHULTES AND HOFMANN 1979).

Species	Family	Probable origin	Uses
<i>Annona muricata</i> L.	Anonaceae	N. S. America	fruit
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baillón	Anonaceae	Amazonia	fruit
<i>Xanthosoma brasiliense</i> Engler	Araceae	N. S. America	vegetable
<i>X. sagittifolium</i> (L.) Schott	Araceae	N. S. America	root
<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	N. S. America	tree gourd
<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	S. W. Amazonia	colorant
<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Bromeliaceae	Brazil/Paraguay	fruit
<i>A. erectifolius</i> L.B. Smith	Bromeliaceae	Amazonia	fiber
<i>Neoglaziovia variegata</i> Mez.	Bromeliaceae	N. S. America	fiber
<i>Canna edulis</i> Ker.	Cannaceae	Andes/W Amaz	root
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	MesoAmerica	fruit
<i>Eupatorium ayapana</i> Vent.	Compositae	Amazonia	condiment
<i>Spilanthes acmella</i> (L.) Murr.	Compositae	Amazonia	condiment
<i>S. oleracea</i> Jacq.	Compositae	Amazonia	condiment
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	N. S. America	root
<i>Cucurbita maxima</i> Duch.	Cucurbitaceae	E. Bolivia	vegetable
<i>C. moschata</i> Duch. ex Poir.	Cucurbitaceae	MesoAmerica	vegetable
<i>Cyclanthera pedata</i> Schrad.	Cucurbitaceae	N. S. America	vegetable
<i>Lagenaria siceraria</i> Standl.	Cucurbitaceae	Africa	gourd
<i>Sicana odorifera</i> (Vell.) Naud.	Cucurbitaceae	Brazil/Paraguay	vegetable
<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae	Amazonia?	condiment
<i>Dioscorea trifida</i> L. f.	Dioscoreaceae	Guianas	root
<i>Erythroxylum coca</i> Lam.	Erythroxylaceae	Central Andes	stimulant
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	N. S. America	root
<i>Zea mays</i> L.	Gramineae	MesoAmerica	cereal
<i>Poraqueiba paraensis</i> Ducke	Icacinaeae	E. Amazonia	fruit, oil
<i>P. sericea</i> Tul.	Icacinaeae	W. Amazonia	fruit, oil
<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	MesoAmerica	fruit
<i>Arachis hypogaea</i> L.	Leg. Papilionoideae	Brazil/Paraguay	seed
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.	Leg. Papilionoideae	N. S. America	seed

População	Variação		Adaptação
	Fenotípica	Genotípica	ecológica
Silvestre	= silvestre	= silvestre	aos ambientes onde evoluiu naturalmente
Incidentalmente evoluída	? diferente	? diferente	às paisagens domesticadas
Incipientemente evoluída	< silvestre	< silvestre	às paisagens pristines, promovidas, manejadas e cultivadas
Semi-domesticada	> silvestre	<< silvestre	às paisagens promovidas, manejadas e cultivadas
Domesticada	>> silvestre	<<< silvestre	às paisagens muito manejadas e cultivadas

Fonte: Clement (2001)

➤ *Raça primitiva (landrace) ou variedades locais*

=> Populações domesticadas (ou semi-domesticadas) selecionadas numa paisagem cultivada numa região geográfica restrita e que apresenta alta variabilidade fenotípica e razoável variabilidade genética, geralmente pela acumulação de genes de outras populações e raças circunvizinhas.

➤ *Cultivar moderna*

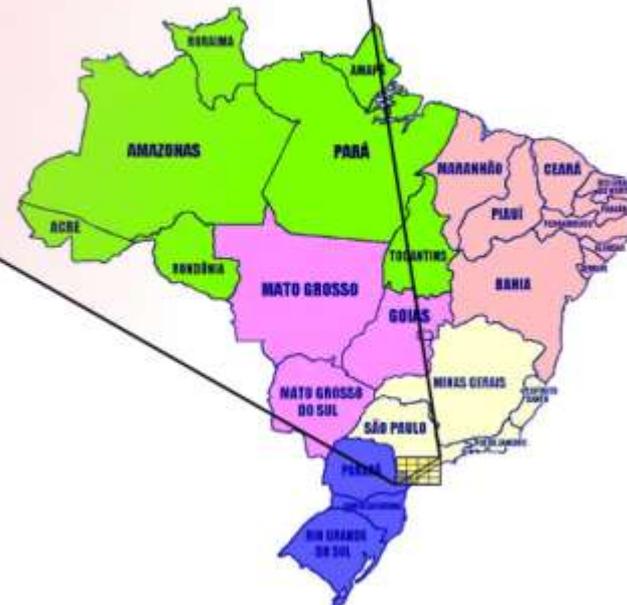
=> População (ou clone) altamente selecionada e modificada que é adaptada exclusivamente às monoculturas intensivas, com reduzida variabilidade fenotípica e genética.



Legenda:

1. Praia do Leste;
2. Vila Nova;
3. P. de Icapara;
4. Icapara;
5. Peropava;
6. Momuna;
7. Arataca;
8. Cavalcanti;
9. Agrossolar;
10. S.P. Bagre;
11. Aroeira;
12. Itapitangui;
13. P. Cubatão;
14. Prainha;
15. Rio branco;
16. Ex-Colônia;
17. Aldeia;
18. Palmeiras;
19. Mandira;
20. P. do Meio;
21. Stª Maria;
22. Pedrinhas;
23. Nhunguara;
24. Sapatu

Exemplo:
Estudo de variedades
tradicionais de cará
(*Dioscorea* spp.) no
Vale do Ribeira, SP.

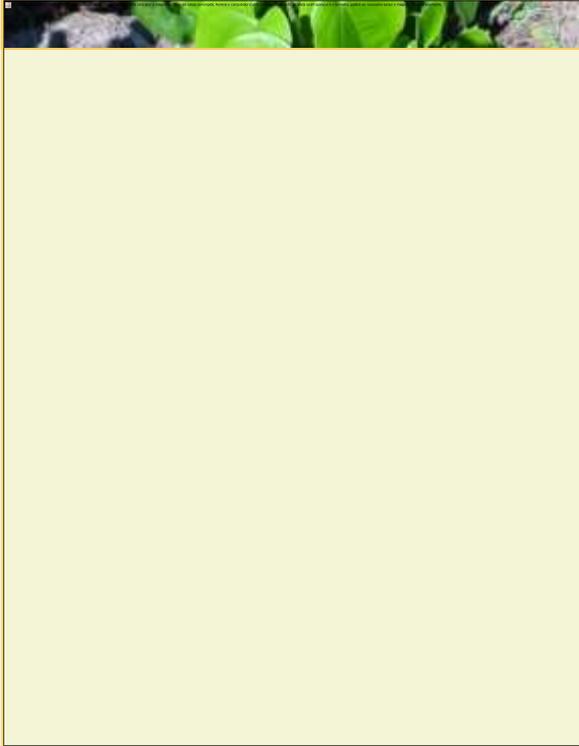


D. cayenensis
(28%)



D. trifida
(32%)

D. alata
(25%)



D. bulbifera
(15%)



Dioscorea alata (cará)

Análise de isoenzimas em *Dioscorea alata*

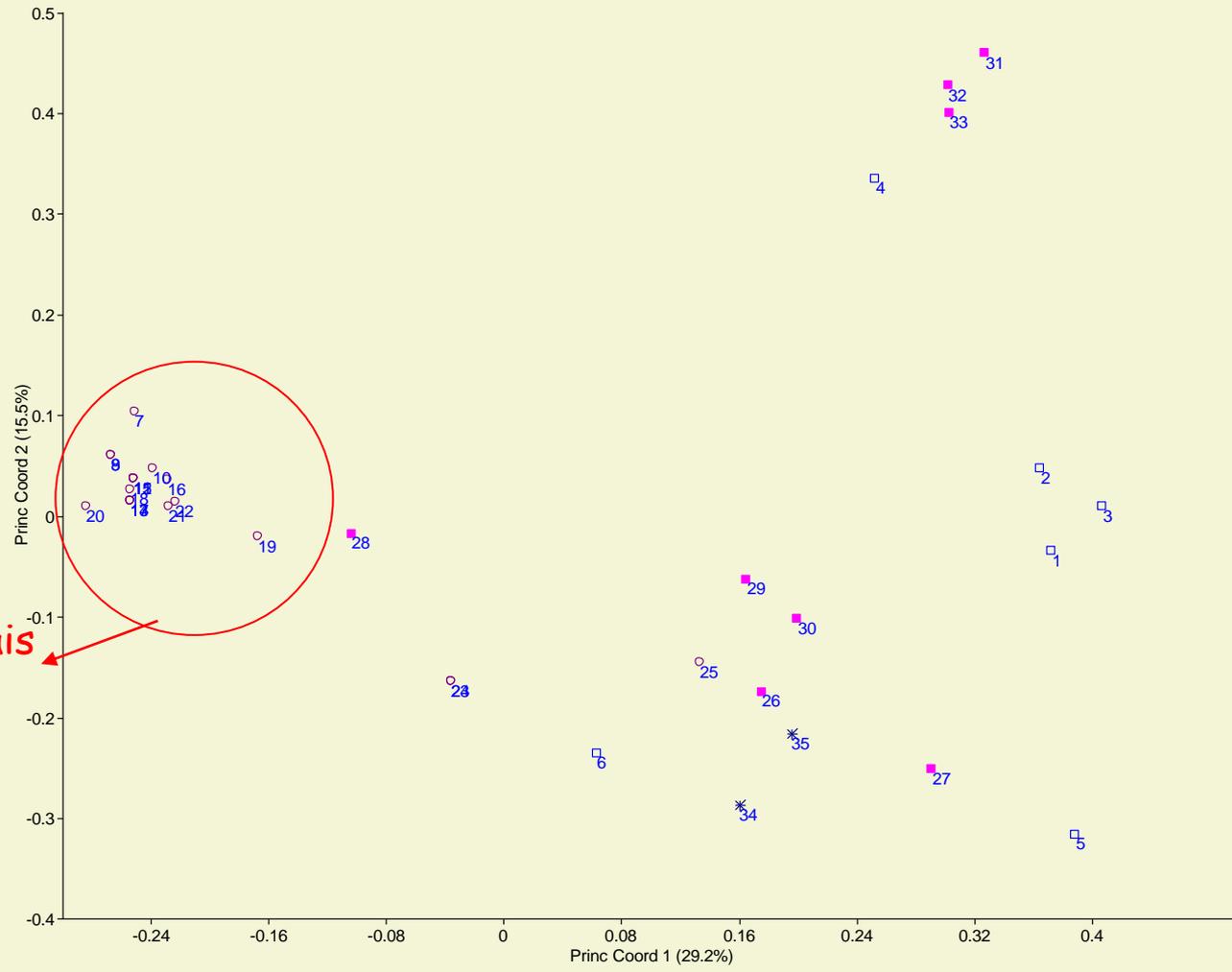


comercial

Coeficiente de similaridade de Jaccard

(Bressan et al., 2011)

Análise de isoenzimas em *Dioscorea alata*



Haplotype structure at seven barley genes: relevance to gene pool bottlenecks, phylogeny of ear type and site of barley domestication

Benjamin Kilian · Hakan Özkan · Jochen Kohl ·
Arndt von Haeseler · Francesca Barale ·
Oliver Deusch · Andrea Brandolini · Cemal Yucel ·
William Martin · Francesco Salamini

Foi avaliada a diversidade haplotípica de 20 acessos de cevada (*Hordeum vulgare*) domesticada e 25 acessos selvagens (*H. vultare spp. spontaneum*), para 7 locos de isoenzimas: *Adh2*, *Adh3*, *Amy1*, *Dhn9*, *GAPDH*, *PEPC* e *WAXY*.

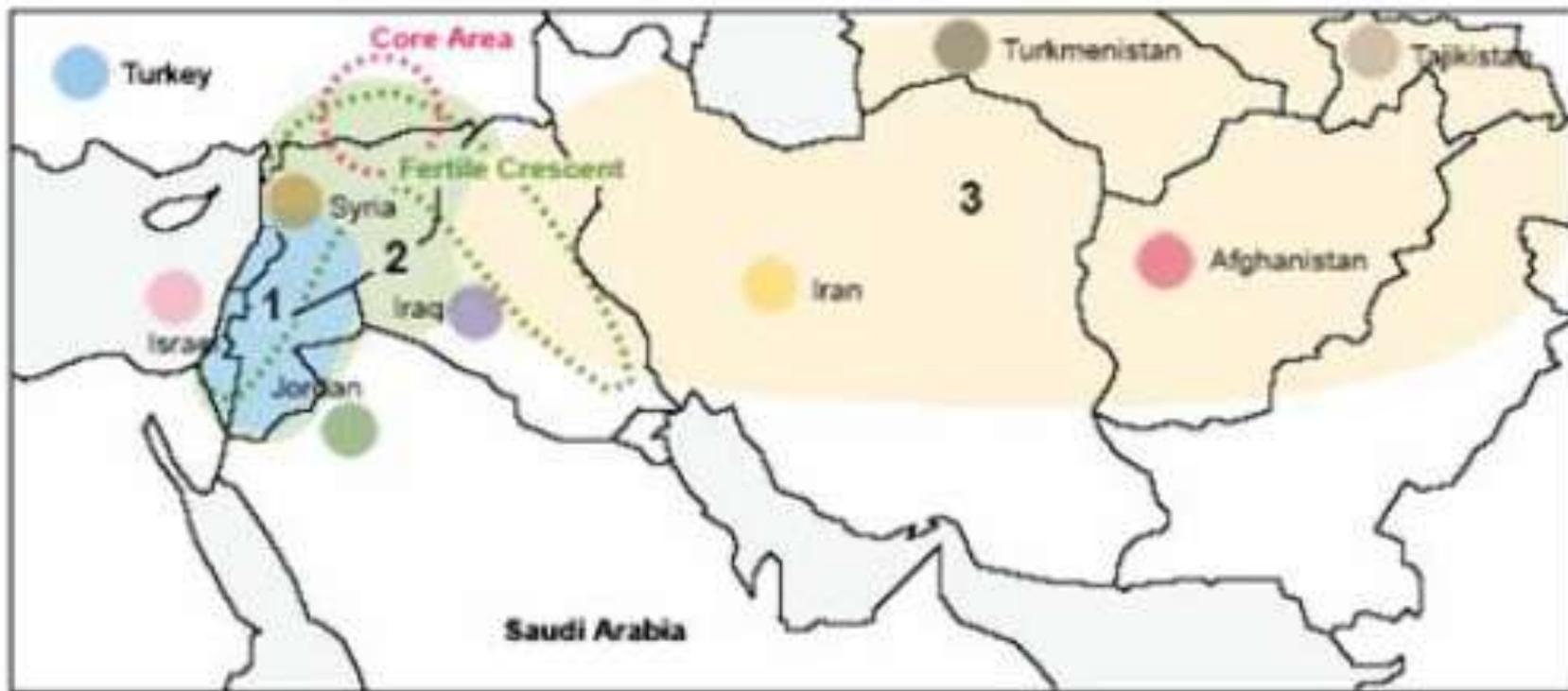


Cevada selvagem



cevada cultivada

b



O que são haplótipos ??



- ✓ Haplótipos são uma combinação de alelos em posição adjacente que podem ser transmitidos juntos
- ✓ Identificam vários sítios polimórficos (SNPs) em uma determinada região

	← 10,000 nucleotides →	
Person 1	...AA C CTTCGCC.....TTGAGGCATC...	Haplotype 1
Person 2	...AAGCTTCGCC.....T A GAGGCATC...	Haplotype 2
Person 3	...AAGCTT C CC.....TTGAGGCATC...	Haplotype 3
Person 4	...AAGCTT T CC.....TTGAGG C A A C...	Haplotype 4

Haplótipos e suas frequências

Comparando cevada selvagem (W) e domesticada (D)

Table 4 Haplotypes and their frequencies (%) recorded at seven loci in 25 wild and 20 domesticated lines

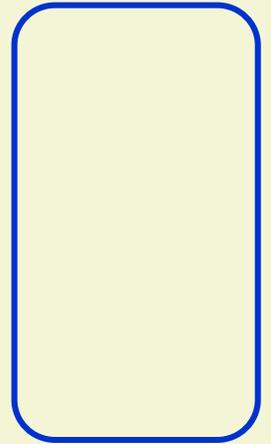
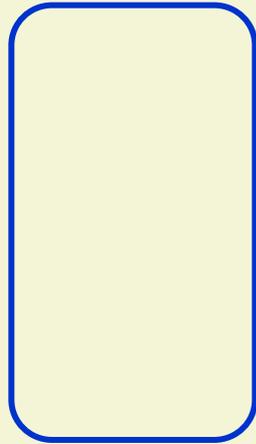
Haplotype	<i>Adh2</i>		<i>Adh3</i>		<i>Amy1</i>		<i>Dhn9</i>		<i>GAPDH</i>		<i>PEPC</i>		<i>WAXY</i>	
	W	D	W	D	W	D	W	D	W	D	W	D	W	D
I	28	10	4	60	88	100	20	0	15.4	60	52	100	11.1	65
II	4	70	4	15	4	0	8	65	0	10	4	0	0	15
III	0	20	4	25	4	0	0	35	0	30	4	0	3.7	10
IV	28	0	4	0	4	0	4	0	3.8	0	36	0	0	10
V	4	0	4	0	0	0	4	0	38.5	0	4	0	3.7	0
VI	4	0	4	0	0	0	4	0	3.8	0	0	0	3.7	0
VII	4	0	4	0	0	0	4	0	26.9	0	0	0	3.7	0
VIII	4	0	4	0	0	0	4	0	11.5	0	0	0	11.1	0
IX	4	0	28	0	0	0	32	0	0	0	0	0	3.7	0
X	4	0	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	3.7	0
XI	12	0	8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	7.4	0
XII	4	0	8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3.7	0
XIII	0	0	8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	7.4	0
XIV	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	0
XV	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	0
XVI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.4	0
XVII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	0
XVIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	0
XIX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0
NoofHaplotypes	11	3	15	3	4	1	12	2	6	3	5	1	17	4

Published sequence data for W lines were from Lin et al (2001); Lin et al (2002); Morrell et al (2003)

W wild lines, D domesticated varieties

Diversidade nucleotídica

Comparando cevada selvagem (w) e domesticada (D)



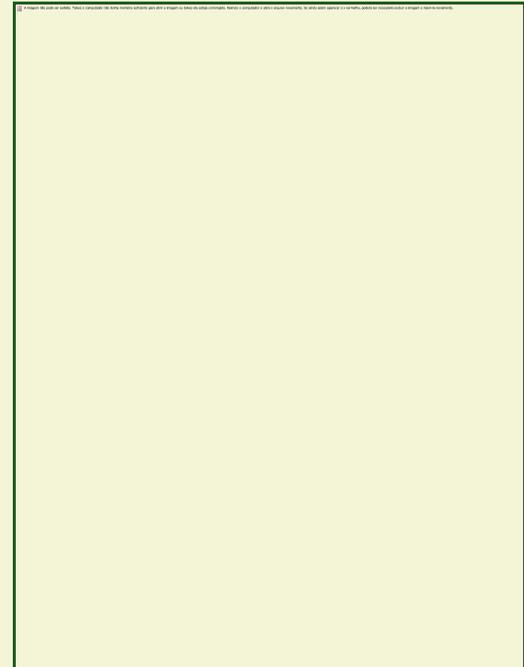
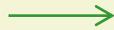
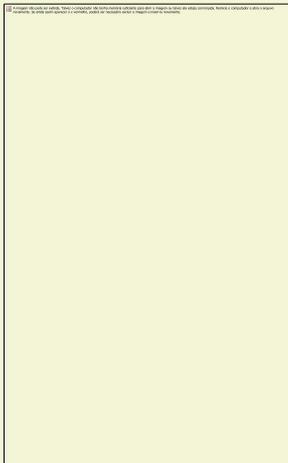
=> A resposta fenotípica de uma planta à domesticação de sua paisagem é imediata em caracteres que apresentam muita plasticidade fenotípica (de baixa a média herdabilidade)

=> Se esta resposta ocorre num carácter de interesse humano, atuará para reforçar o interesse humano na domesticação da paisagem e na domesticação da população de plantas.

=> Ex: cará (inhame)

Chiwendu and Okezie (1989) -> *Dioscorea rotundata*

- => espécie selvagem -> cresce em florestas e apresenta tubérculos de 2 a 3 m, com raízes com espinhos por todo o tubérculo.
- => após 8 anos de cultivo em área aberta (farm land) o tamanho dos tubérculos e as ramificações dos mesmos diminuiu, as raízes ficaram com menos espinhos e fibrosidade reduzida com o aparente aumento no conteúdo de amido.



Usos desses conceitos em coletas de germoplasma:

- > Espécies alvo silvestres: coleta de dados biogeográficos em herbáreos
- > Espécies c/ populações domesticadas: deve-se incluir a literatura antropológica
- > Espécie silvestre: conhecimentos sobre adaptação ecológica e biologia reprodutiva da espécie
- > Espécie c/ populações domesticadas: a população humana define a população alvo.

Uso desses conceitos num programa de melhoramento:

- > Quanto maior a domesticação, melhor a adaptação a um sistema de produção intensivo, típico da agricultura moderna.
- > Melhorista pode se concentrar no melhoramento de outras características do ideotipo
- > Quanto menor a domesticação, o melhorista deve incluir caracteres de adaptação ao meio também, e menor a probabilidade de encontrar caracteres de interesse econômico pronto para uso no mercado.

Referências:

Ladizinsky, G. (1998) **Plant evolution under domestication**. Chapter 1. p.31-46.

Clement, C. R. (2001) **Melhoramento de Espécies Nativas**. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S., Valadaris-Inglis, M.C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. p. 423-441.

Clement, C.R.; Borém, A.; Lopes, M.T.G. (2009) **Da domesticação ao melhoramento de plantas**. In: Borém, A.; Lopes, M.T.G.; Clement, C.R. **Domesticação e Melhoramento: Espécies Amazônicas**. UFV, Viçosa.