

prólogo . . .

“La pérdida de hábitats es como quemar una librería sin leer sus libros”

Richard Deverell, director, Real Jardín Botánico, Kew, 2019

por qué esta presentación?

pérdida de territorio boscoso en la Amazonía colombiana

- desde los años 2000 el 65% de la deforestación ocurre en la Amazonía
- pérdida sostenida por deforestación de más de 50,000 Ha/ año
- pérdida afecta hasta los Parques Nacionales (e.g. La Macarena)

por qué se están destruyendo los bosques amazónicos?

por escala de valor?

por qué repetir la destrucción del bosque alto Andino o la del bosque seco tropical?

→ responsabilidad social y promoción social de los botánicos, ahora!

prólogo . . .



caña de azúcar:

- introducida en ~1535-1540
- ocupa > 80% tierra agrícola en el Valle
- produce el azúcar del país y exporta

abscisión foliar no funcional

pilosidad foliar cortante

→ quema para la cosecha



caña de azúcar:

- producción sostenible?
 - conflicto en varios municipios por el agua
- si se buscan otras opciones, cuáles?
- bosque seco tropical = reserva mayor de opciones
- del bosque original no queda 1.5%!



una práctica de ~460 años puede cambiar!

sí pueden haber más opciones gana-gana!

La Amazonía en el podio del *Tour de France*, o el uso inesperado de sus plantas

D.G. Debouck

X Congreso Colombiano de Botánica
Florencia, 20 de agosto de 2019

PLAN

1. Unas definiciones (para meter a la Amazonía en [justa] perspectiva)
2. La Amazonía: zona de domesticación olvidada
3. La Amazonía, cuna de la primera migración americana
más tiempo = mayor conocimiento de las plantas
4. En un 'océano verde', qué comer?
domesticación diferencial de las raíces y de los árboles
5. Los usos no esperados por contextos diferentes (espacio, tiempo)
ejemplos de la yuca, el caucho, y el cacao
6. Epílogo
tiempos de cambio: tecnologías innovadoras, sugerencias de acción

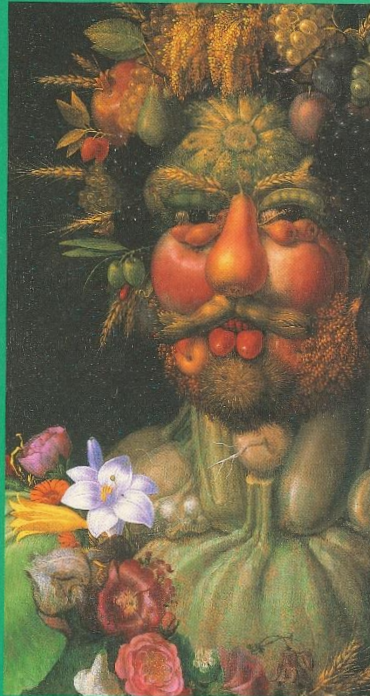
EL TRATADO INTERNACIONAL
SOBRE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS
PARA LA ALIMENTACIÓN
Y LA AGRICULTURA

Definiciones (1):

Por “recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura” se entiende cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura.

Observaciones:

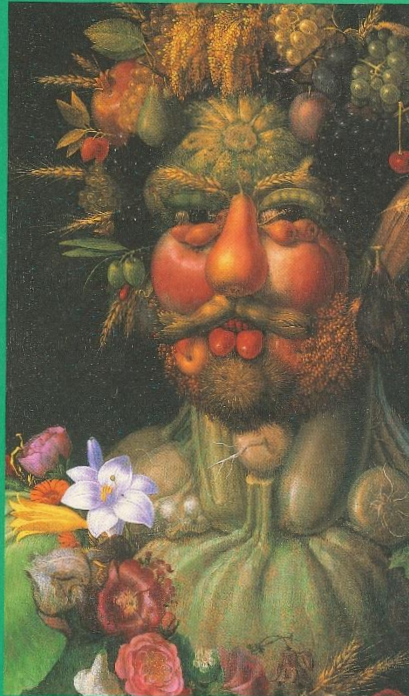
- no define “recurso”, pero deja entender un “medio”, una “ayuda”, algo que puede usarse. No fija ámbitos de espacio ni de tiempo.
- uso presente, pasado y futuro. Se trata de plantas sin más detalle. No hace distinción entre estado cultivado *versus* silvestre.
- no define “valor”, aunque indica un doble propósito (a+a); valor: alimenticio!, técnico (p.ej. en mejoramiento)?, económico?, cultural?



EL TRATADO INTERNACIONAL SOBRE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

Definiciones (2):

Por “material genético” se entiende cualquier material de origen vegetal, incluido el material reproductivo y de propagación vegetativa, que contiene unidades funcionales de la herencia.



Observaciones:

- incluye semillas, tejidos (*in vitro*), esquejes
- se refiere (indirectamente) a genes, o por ende a ácidos nucleicos que orientan procesos bioquímicos y finalmente biológicos
- no hace referencia a acervos genéticos; por ende va más allá de los límites de las especies de plantas ahora consideradas

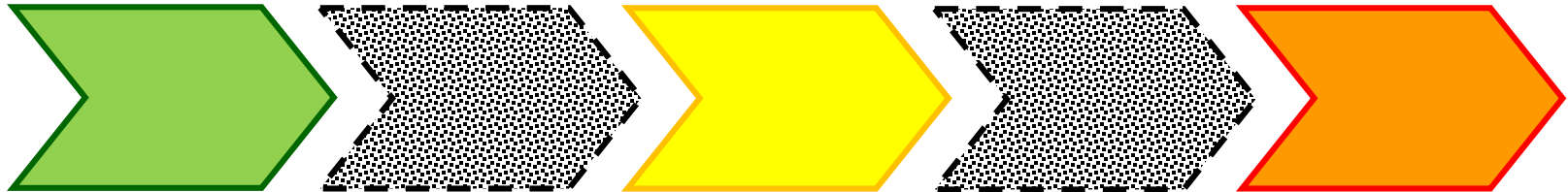
Definiciones (3):

planta en estado

silvestre

semi-domesticado

domesticado



Reproducción:

libre, sin intervención humana

Ambiente:

original, sin alteración

Fenotipo:

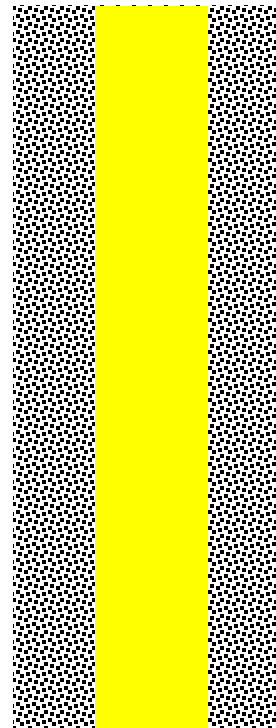
normal p.ej. sin gigantismo

Permanencia:

secular, co-evolución con el ecosistema

Aprovechamiento:

oportunista, no constante



dependencia total de los humanos

modificado hasta remplazado

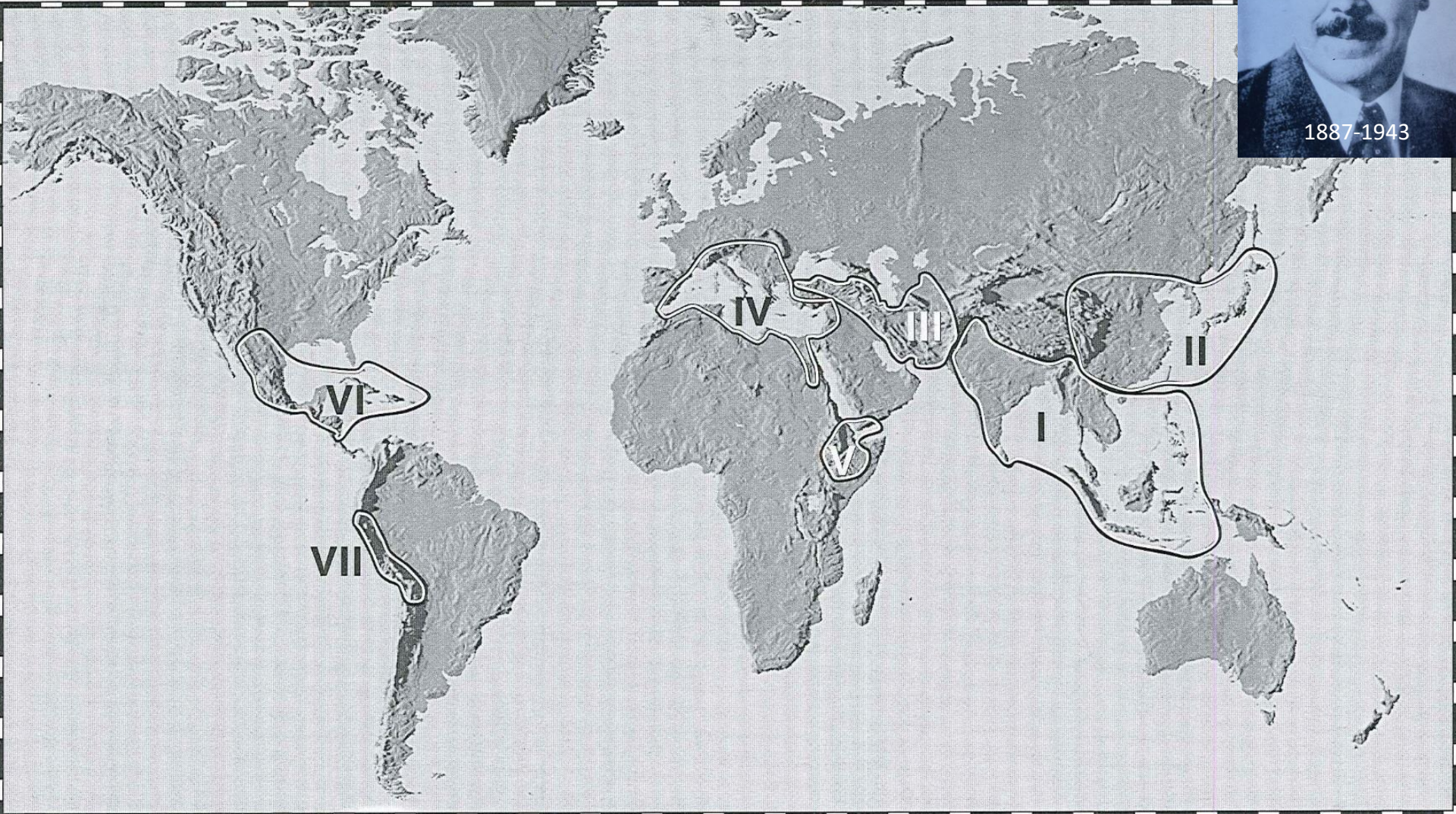
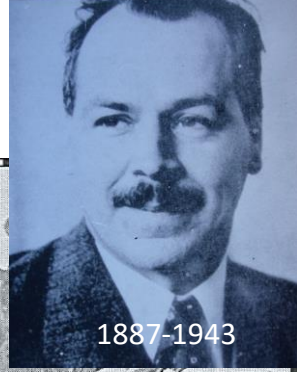
alterado, carácter. antropocentr.

1-30 años, luego desaparición

intencional, permanente

Centros de Origen de Plantas Cultivadas según N.I. Vavilov (1939)

de su libro no publicado "Five Continents"



VI Centro Centroamericano

IV Centro Mediterráneo

III Centro Suroccidente Asiático

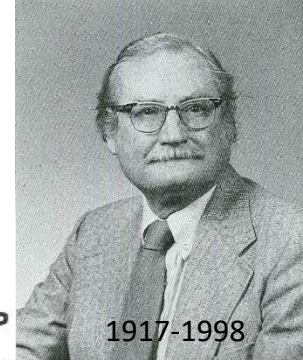
VII Andino

V Abisinia

I Centro Tropical

II Centro Asiático Oriental

Centros y no-Centros según Jack Harlan (1971)



C1: centro Mesoamericano

A1: centro Crescente Fértil

B1: centro Norte de China

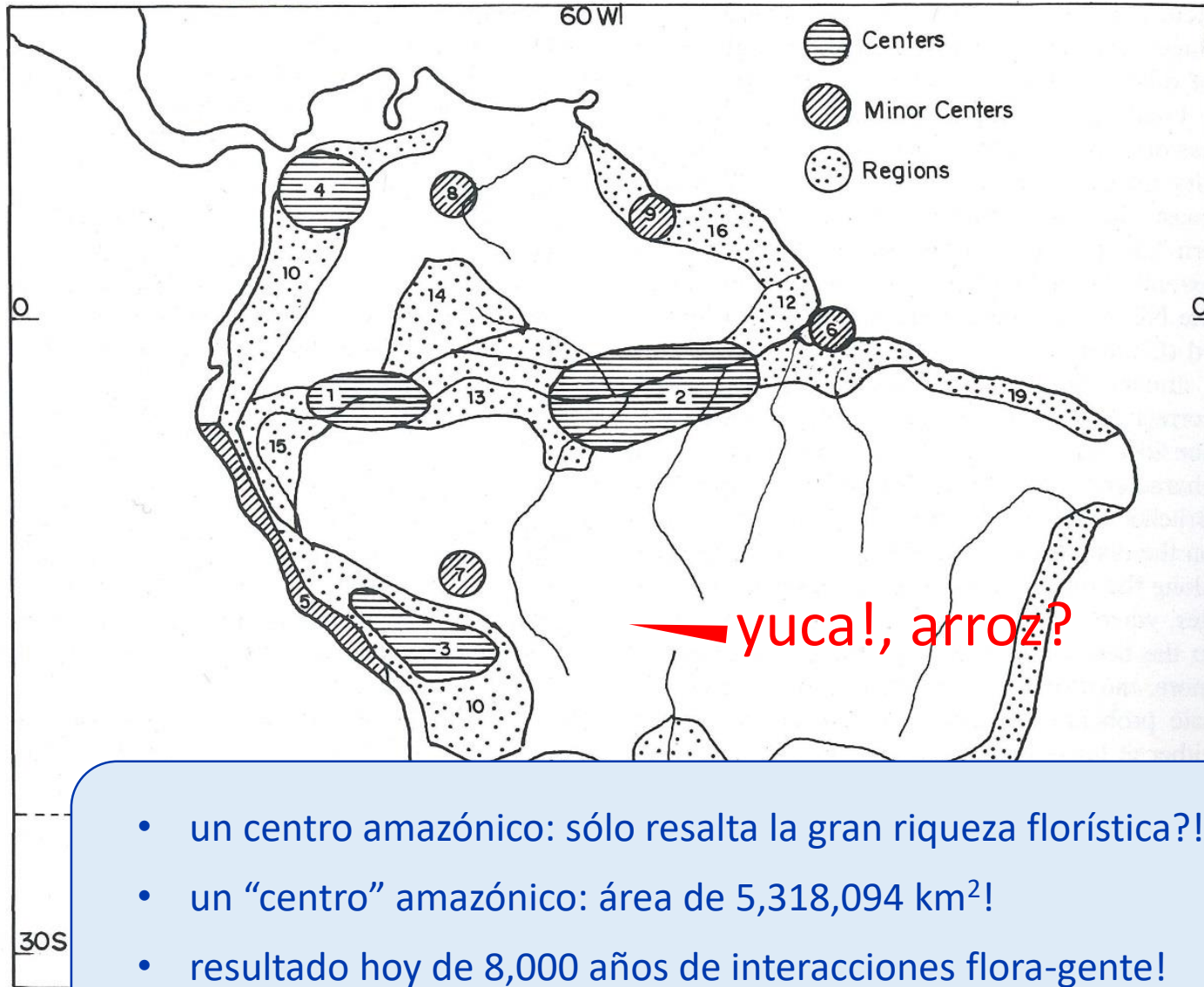
C2: no-Centro Suramericano

A2: no-Centro Africano

B2: no-Centro Sureste Asiático

fuentes: Harlan 1971, 1992

Centros amazónicos y suramericanos según Charles Clement (1999)



Condiciones para que aparezcan y se mantengan RFGs originales

1. condiciones ecológicas favorables para la planta considerada
2. espacio, permitiendo grandes poblaciones
3. tiempo para la aparición y selección de mutaciones
4. cultura humana que garantice la continuidad de selecciones originales
5. condiciones tecnológicas favorables para conservar los propágulos



foto: Debouck 1979

4 grandes migraciones (independientes):

migración Eskimo-Aleut
7,000 años a.P.

migración Na-Dene
10,000 años a.P.

migración Amerindia
15-20,000 años a.P.

Beringia

Portugal
500 years a.P.

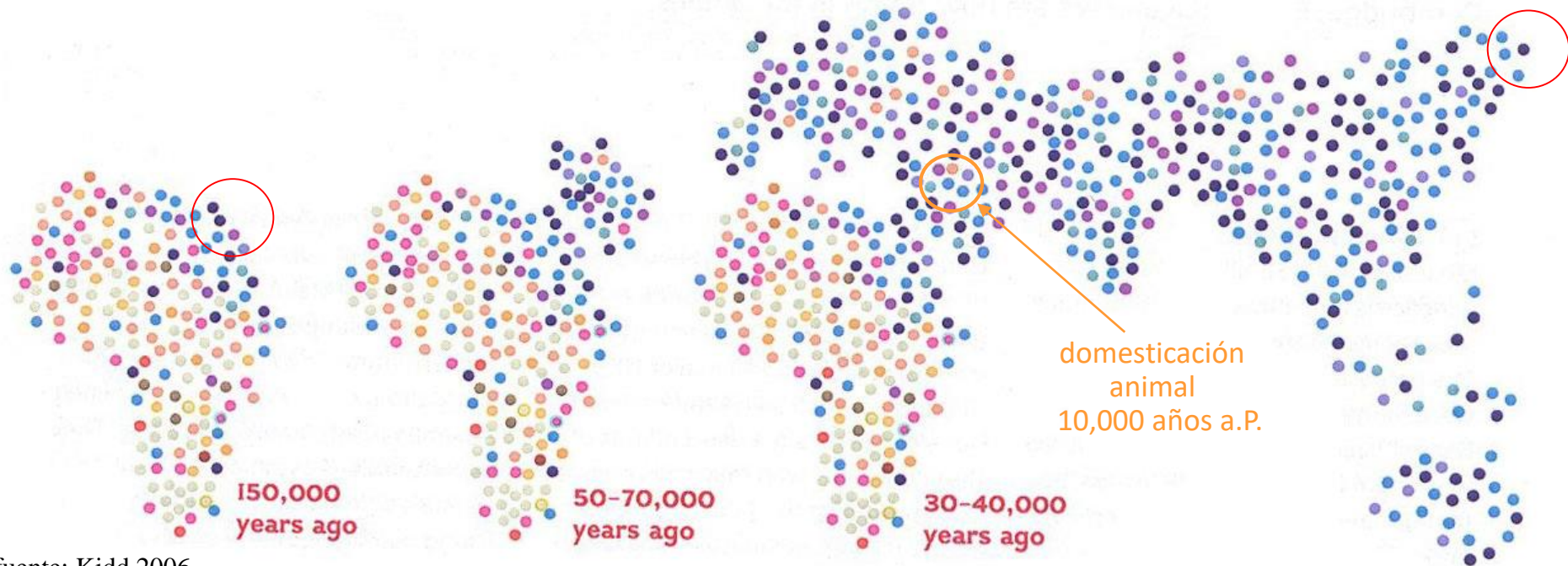
Monteverde: 12,500 años a.P.

fuentes: Cavalli-Sforza et al. 1994; Dillehay et al. 2008; Greenberg 1987; Greenberg & Ruhlen 1992; Nichols 1998

Wells 2003



Consecuencias de las 3 migraciones por Beringia:



fuelle: Kidd 2006

- diversidad genética de los pueblos migrantes, reducida
- los pueblos migrantes entraron sin exposición a ningún ganado
- ellos compartieron el chamanismo con los Siberianos
- ellos compartieron también al inicio caza y colecta (10k años)

- con el tiempo y migraciones humanas, los idiomas se diferencian
- con aculturación o extinciones humanas, los idiomas desaparecen

language groups
at contact



■ Amerindia (más antigua): 583 idiomas; 6 sub-familias

• Almosan-Penutian: 20 idiomas (e.g. Zuni, Quiché, Totonac, Maya)

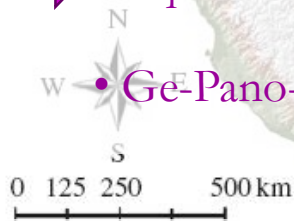
• Central Amerindio: 10 idiomas (e.g. Pima, Nahuatl, Zapotec)

➡ • Chibcha-Paezan: >100 idiomas (e.g. Cuna, Paez, Yanomamĩ)

• Andino: 20 idiomas (e.g. Quechua, Aymara, Mapuche)

➡ • Equatorial-Tucanoan: >150 idiomas (e.g. Desana, Guaraní, Arawak)

➡ • Ge-Pano-Caribe: >50 idiomas, varios extintos (e.g. Shipibo, Surinam, Cayapo)



mapa: Clement et al. 2015

La catastrófica disminución demográfica

Región amazónica *sensu stricto*:

1491: 3-6,000,000

1493-1693: 200,000

Descenso: > 90%

Pueblos afectados: > 80%

Triste ejemplo:

Kayapó; un solo misionario

1903: 6-8,000 personas

1918: 500 personas

1927: 27 personas

fuelle: McNeill 1998

Enfermedades introducidas:

viruela

influenza

sarampión

malaria

fiebre amarilla

fuentes: Balée 1992; Clement 1992, 1999; Clement et al. 2015; Crosby 2003;

Denevan 1992, 2001; Kohn 1998; Mann 2011a,b; McNeill 1998; Steward 1963

foto: Englebert 1993

no. total sp. plantas; no. sp. endémicas
% endemismo; índice no. sp/ área total país

Canadá + EE-UU: 15,447; 4,636
30.0%; 0.0008

Niveles de endemismos y concentración florística

México: 22,969; 12,069
52.5%; 0.0117

Islas Caribe: 10,992; 7,378
67.1%; 0.0476

Centroamérica: 16,335; 5,624
34.4%; 0.0715

Venezuela: 15,116; 3,359
22.2%; 0.0166

Colombia: 23,104; 6,739
29.2%; 0.020

Guianas: 8,271; 1,113
13.5%; 0.0176

Ecuador: 17,548; 5,480
31.2%; 0.0619

Brasil: 33,161; 18,316
55.2%; 0.0039

Perú: 19,147; 7,590
39.6%; 0.0149

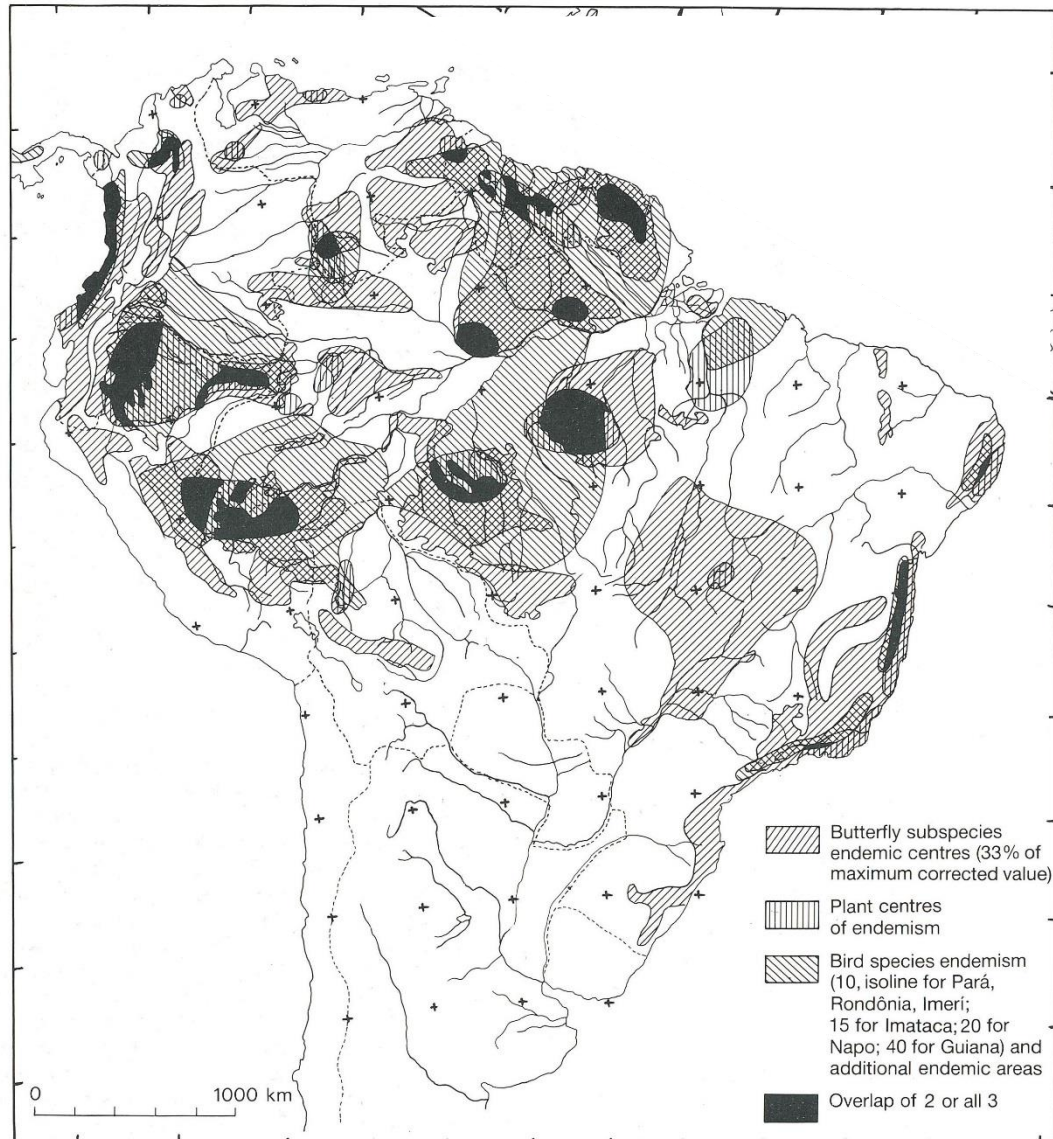
Bolivia: 14,431; 2,923
20.2%; 0.0131

Cono Sur: 13,125; 5,853
44.6%; 0.0032

fuentes: no. especies plantas: Ulloa-Ulloa et al. 2017
superficies geográficas: Merriam-Webster 2007

0 400
Km

Por qué hay tantas plantas en la Amazonía?



mapa: Brown 1987

tamaño y ubicación de la Cuenca:

> 5 mi. km² y N Trop. Capricornio

Graham 2010

edad de la Cuenca: 90 mi. años

Graham 2011

heterogeneidad de los suelos:

Brown 1987

“*terras pretas*”: Arroyo-Kalin 2010,

Barlow et al. 2012

Fraser et al. 2011

refugio en tiempos de sequía:

Graham 2011

refugio en climas templados:

Haffer 1987; Graham 2011

Número de plantas superiores con uso alucinógeno

América del Norte: 3

Euro

Caribe: 1

México, Am. Central: 39

América del Sur: 40

Total Nuevo Mundo: > 90

Drogas

Anadenanthera peregrine, yopo

Banisteriopsis caapi, yagé

Brugmansia suaveolens, floripondio

Lophophora williamsii, peyote

Trichocereus pachanoi, San Pedro

Turbina corymbosa, ololiuqui

Viola theidora, epená

Total Viejo Mundo: ~ 20

Atención: uso reportado hoy (~ 100 últimos años de encuestas etnobotánicas)

contacto en América tropical: 20,000 años ⇔ 1,000,000 África tropical

posible explicación: tradiciones ligadas al chamanismo (← Siberia oriental)

Número de plantas superiores ictiotóxicas

(~800 sp.; Fabaceae 229 sp.; Sapindaceae 110 sp.; Euphorbiaceae 92 sp.)

América del Norte: 22

Europa: 35

Asia (4 Japón): 167



México, Am. Central: 70

América del Sur: 254

Venenos: no. sp.

Clibadium: 10

Derris: 3

Jacquinia: 5

Lonchocarpus: 20

Paullinia: 28

Serjania: 38

Tephrosia: 7

Total sp. países

Brasil: 66

Colombia: 2

Ecuador: 2

Guyana: 29

Perú: 13

Venezuela: 18

África: 155

Australia y Pacífico: 42

Total Nuevo Mundo: ~ 360

Total Viejo Mundo: ~ 400

Posible explicación: alta humedad constante: redes se pudren y no ofrecen resistencia
observación: detoxificación de raíces de yuca brava río abajo

Algunos RFGs amazónicos: plantas domesticadas (1)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Rollinia mucosa</i>	Annonaceae	fruta	ortodoxo?
<i>Xanthosoma brasiliense</i>	Araceae	hortaliza	ortodoxo?
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Araceae	raíz	ortodoxo?
<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	herramienta	---
<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	colorante	intermedio
<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	fruta	ortodoxo
<i>Ananas erectifolius</i>	Bromeliaceae	fibra	---
<i>Eupatorium ayapana</i>	Compositae	especia	
<i>Spilanthes acmella</i>	Compositae	especia	ortodoxo
<i>Spilanthes oleracea</i>	Compositae	especia	---
<i>Cyclanthera pedata</i>	Cucurbitaceae	hortaliza	---
<i>Lagenaria siceraria</i>	Cucurbitaceae	herramienta	ortodoxo
<i>Sicana odorifera</i>	Cucurbitaceae	hortaliza	---
<i>Dioscorea trifida</i>	Dioscoreaceae	raíz	---
<i>Erythroxylum coca</i>	Erythroxylaceae	estimulante	recalcitrante?
<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	raíz	ortodoxo

fuentes: Brücher 1989; Cavalcante 1991; Clement 1992, 1999a; Denevan 2001; Harlan 1975, 1992; Hong et al. 1996; León 1992

Algunos RFGs amazónicos: plantas domesticadas (2)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	Fabaceae	raíz	---
<i>Phaseolus lunatus</i>	Fabaceae	grano	ortodoxo
<i>Oryza glumaepatula</i> (?)	Gramineae	grano	---
<i>Zea mays</i>	Gramineae	grano	ortodoxo
<i>Poraqueiba paraensis</i>	Icacinaceae	fruta (aceite)	---
<i>Poraqueiba sericea</i>	Icacinaceae	fruta (aceite)	---
<i>Gossypium barbadense</i>	Malvaceae	fibra	ortodoxo
<i>Calathea allouia</i>	Marantaceae	raíz	---
<i>Maranta arundinacea</i>	Marantaceae	raíz	---
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmae	fruta	intermedio
<i>Passiflora edulis</i>	Passifloraceae	fruta	intermedio
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	colorante	---
<i>Paullinia cupana</i>	Sapindaceae	estimulante	---
<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Capsicum chinense</i>	Solanaceae	especia	---
<i>Solanum topiro</i>	Solanaceae	fruta	---

fuentes: Brücher 1989; Cavalcante 1991; Clement et al. 2010; Denevan 2001; Harlan 1992; Hilbert et al. 2017; Hong et al. 1996

Algunos RFGs amazónicos: plantas semi-domesticadas (1)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	fruta, nuez	ortodoxo
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	fruta	---
<i>Annona montana</i>	Annonaceae	fruta	ortodoxo?
<i>Macoubea witotorum</i>	Apocynaceae	fruta	---
<i>Ilex guayusa</i>	Aquifoliaceae	estimulante	---
<i>Mansoa alliacea</i>	Bignoniaceae	especia	---
<i>Quararibea cordata</i>	Bombacaceae	fruta	---
<i>Couepia subcordata</i>	Chrysobalanaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Platonia insignis</i>	Clusiaceae	fruta	---
<i>Rheedia acuminata</i>	Clusiaceae	fruta	---
<i>Dioscorea dodecaneura</i>	Dioscoreaceae	raíz	---
<i>Heliconia hirsuta</i>	Heliconiaceae	raíz	recalcitrante
<i>Cassia leiandra</i>	Legum.-Caesalp.	fruta	---
<i>Inga cinnamomea</i>	Legum.-Mimosoid.	fruta	---
<i>Inga edulis</i>	Legum.-Mimosoid.	fruta	recalcitrante?
<i>Inga macrophylla</i>	Legum.-Mimosoid.	fruta	---

fuentes: Brücher 1989; Cavalcante 1991; Clement 1992, 1999a; Denevan 2001; Harlan 1992; Hong et al. 1996; León 1992

Algunos RFGs amazónicos: plantas semi-domesticadas (2)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Bunchosia armeniaca</i>	Malpighiaceae	fruta	---
<i>Maranta ruiziana</i>	Marantaceae	raíz	---
<i>Pourouma cecropiaefolia</i>	Moraceae	fruta	---
<i>Eugenia stipitata</i>	Myrtaceae	fruta	---
<i>Myrciaria cauliflora</i>	Myrtaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	fruta	ortodoxo
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	Palmae	fruta	intermedio
<i>Borojoa sorbilis</i>	Rubiaceae	fruta	---
<i>Paullinia yoco</i>	Sapindaceae	estimulante	---
<i>Micropholis acutangula</i>	Sapotaceae	fruta	---
<i>Pouteria macrocarpa</i>	Sapotaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Pouteria macrophylla</i>	Sapotaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Theobroma bicolor</i>	Sterculiaceae	fruta	---
<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiaceae	fruta	recalcitrante

Algunos RFGs amazónicos: plantas aprovechadas (1)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Couma utilis</i>	Apocynaceae	fruta	ortodoxo
<i>Hancornia speciosa</i>	Apocynaceae	fruta, látex	recalcitrante
<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaraceae	nuez	---
<i>Caryocar nuciferum</i>	Caryocaraceae	nuez	---
<i>Caryocar villosum</i>	Caryocaraceae	fruta	---
<i>Couepia bracteosa</i>	Chrysobalanaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Couepia edulis</i>	Chrysobalanaceae	nuez	recalcitrante?
<i>Couepia longipendula</i>	Chrysobalanaceae	nuez	recalcitrante?
<i>Rheedia brasiliensis</i>	Clusiaceae	fruta	---
<i>Rheedia macrophylla</i>	Clusiaceae	fruta	---
<i>Caryodendron orinocense</i>	Euphorbiaceae	nuez	---
<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	látex	recalcitrante
<i>Leersia hexandra</i>	Gramineae	grano	---
<i>Bertholletia excelsa</i>	Lecythidaceae	nuez	intermedio
<i>Lecythis pisonis</i>	Lecythidaceae	nuez	---
<i>Grias neubertii</i>	Lecythidaceae	fruta	---

fuentes: Cavalcante 1991; Clement 1992, 1999a; Denevan 2001; Hong et al. 1996; Schultes 1979; Shepard & Ramirez 2011

Algunos RFGs amazónicos: plantas aprovechadas (2)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Grias peruviana</i>	Lecythidiaceae	fruta	---
<i>Hymenaea coubaril</i>	Legum.-Caesalp.	fruta	ortodoxo
<i>Campsiandra comosa</i>	Legum.-Mimosoid.	fruta	---
<i>Mouriri trunciflora</i>	Melastomataceae	fruta	---
<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Psidium acutangulum</i>	Myrtaceae	fruta	---
<i>Acrocomia aculeata</i>	Palmae	fruta	---
<i>Astrocaryum murumuru</i>	Palmae	fruta	intermedio
<i>Elaeis oleifera</i>	Palmae	fruta	intermedio
<i>Euterpe oleracea</i>	Palmae	fruta	recalcitrante?
<i>Jessenia bataua</i>	Palmae	fruta	recalcitrante?
<i>Mauritia flexuosa</i>	Palmae	fruta	recalcitrante
<i>Maximiliana maripa</i>	Palmae	fruta	---
<i>Oenocarpus bacaba</i>	Palmae	fruta	recalcitrante?
<i>Oenocarpus distichus</i>	Palmae	fruta	recalcitrante?
<i>Orbignya phalerata</i>	Palmae	fruta	intermedio?

fuentes: Cavalcante 1991; Clement 1992, 1999a; Denevan 2001; Duke 1989; Harlan 1975; Hong et al. 1996; Schultes 1979

Algunos RFGs amazónicos: plantas aprovechadas (3)

Especie	Familia	Uso	Semilla
<i>Phytelephas macrocarpa</i>	Palmae	nuez	intermedio?
<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	fruta	---
<i>Talisia esculenta</i>	Sapindaceae	fruta	---
<i>Manilkara huberi</i>	Sapotaceae	fruta	---
<i>Pouteria ucuqui</i>	Sapotaceae	fruta	recalcitrante?
<i>Sterculia speciosa</i>	Sterculiaceae	fruta	---
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Sterculiaceae	fruta	---
<i>Theobroma speciosum</i>	Sterculiaceae	fruta	---
<i>Theobroma subincanum</i>	Sterculiaceae	fruta	---
<i>Erisma jopura</i>	Vochysiaceae	fruta	---

- total: 130-140 especies
- 40-50 familias
- 68% árboles o perennes leñosas

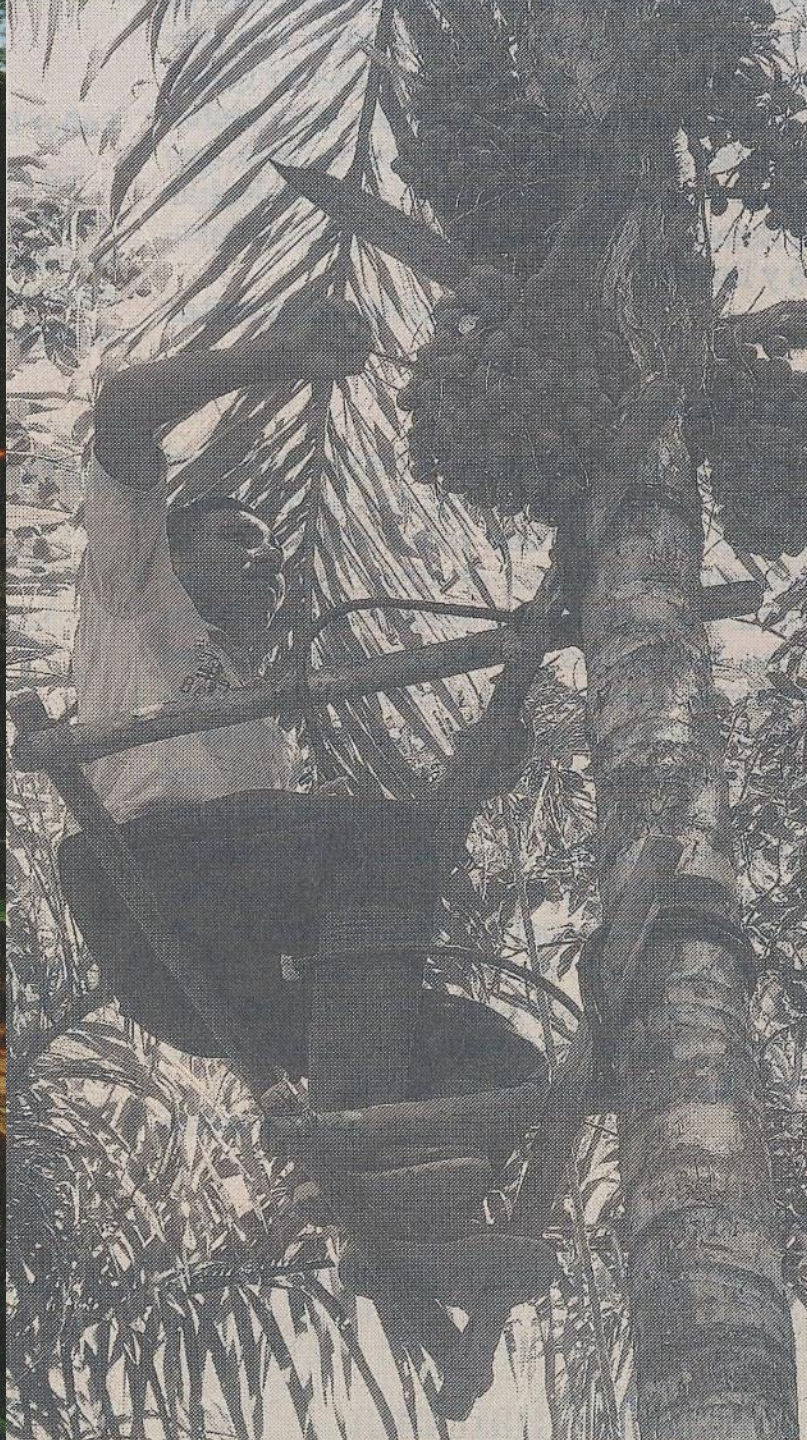
- ~ 50 especies domesticadas
- 1/3 domesticadas = árboles
- ~ 40 semi-domesticadas, 87% árboles

Los RFGs amazónicos en comparación a los de otras partes

- lista larga: refleja la abundante diversidad de la flora + conocimiento botánico
← necesidad de alimentarse desde una flora muy amplia ← suelos pobres
- dominan los árboles; frutas/ nueces para aporte energético, vitaminas
← roza-tumba-quema limitada: corta estación seca, no hubo acero, poca piedra
proteína animal: constante ← caza, pesca, ranas, insectos, ← nomadismo
- domesticación incipiente ← árboles: ciclo de vida largo, semillas recalcitrantes
- domesticación → manejo del ecosistema: fuego, relaciones flora - fauna
- humedad constante y altas temperaturas no favorecieron a los granos:
 - difícil conservación para comer o sembrar a lo largo del año
 - muchas sp. tienen semillas no longevas → siembra inmediata
- selección de plantas-raíces: cosecha en cualquier época
conservación de alimentos limitada → suelo conserva un alimento vivo



foto: Friedel 1993



Cultivos rinden mejor afuera de sus centros de origen

Cultivo	Centro de Origen	Rdto. (% en países ajenos)
trigo	Próximo Oriente (N Mesopotamia)	148
arroz	China oriental	167
maíz	SW México	244
cebada	Próximo Oriente (N Mesopotamia)	195
sorgo	Sahel oriental, S Sudan luego Etiopia	174
girasol	NW México	150
papa	Andes centrales	134
yuca	W Brasil	119
soja	NE China	210
caupí	Sahel occidental	192
caña azuc.	Papúa Nueva Guinea, luego SE Asia, luego India	113
banano	Papúa Nueva Guinea	150
café	Etiopía	163

Manihot esculenta Crantz (Euphorbiaceae)

Río Negro: 28-40 clones/ familia

Calorías aportadas por Ha (en millones)			
Cultivos Nuevo Mundo		Cultivos Viejo Mundo	
camote	7.1	arroz	7.3
maíz	7.3	avena	5.5
papa	7.5	cebada	5.1
yuca	9.9	trigo	4.2

fuentes: Cooper 1963; Crosby 2003; Emperaire et al. 1998; Reichel-Dolmatoff 1996; Stone 1984



cultivo: glotocronología Maya
4,600 años a.P.

cultivo: Aguadulce, sw Coclé
7,000 años a.P.

cultivo: Ñanchoc, w Cajamarca
9,000 años a.P.

cultivo: El Jazmín, Risaralda
7,500 años a.P.

domesticación: Rondônia

- propagación por estaca
(rapidez, material deseado)
- difusión rápida:
 - ← *casabe* se conserva bien
 - ← amargas: defensa contra arrieras y jabalíes

fuentes: Dickau et al. 2007, 2015; Dillehay et al. 2007; Isendahl 2011; Olsen 2004

Olsen & Schaal 2006; Piperno 2012; Stone 1984; Wilson 2003

0 400
Km

Impacto de KU50 (Kasetsart University)



Rayong 1 x Rayong 90

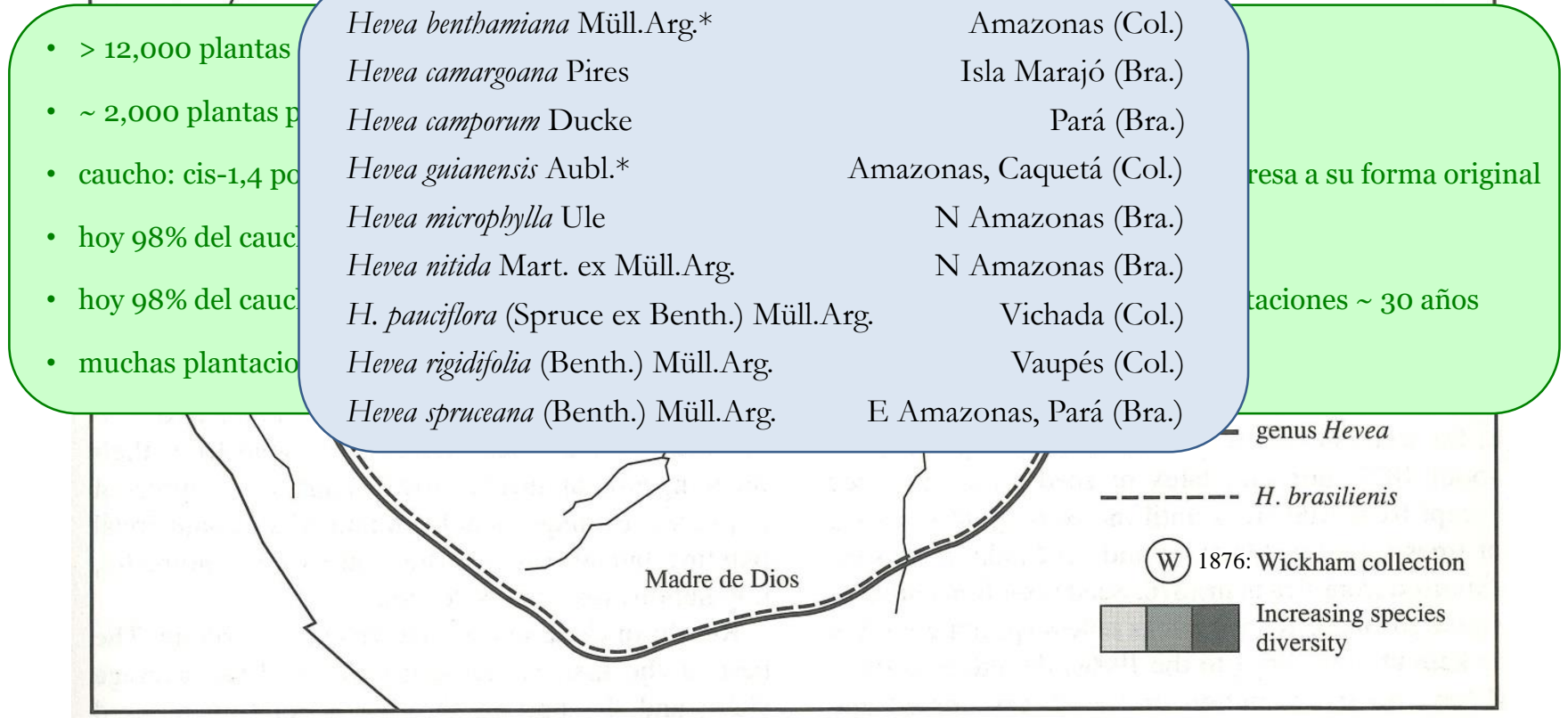
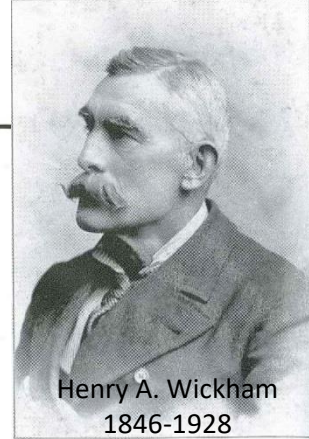


CMC76 (orig. VEN) x V43 (orig. Virgin Islands)

Yuca en Tailandia (2010)

- 1.2 mi Ha; Tailandia = no. 5 mundial
 - 22 mi ton (9.6% total mundial)
 - valor salida campo US\$ 3.14 millares
 - 70% exportaciones yuca seca
 - 90% exportaciones almidón de yuca
- un clon KU50
 - 55% área sembrada
 - liberado en 1992
 - valor aportado: US\$ 3.9 bi

Hevea Aublet (Euphorbiaceae)



mapa: Wycherley 1995

Un otro futbol, por 3,000 años



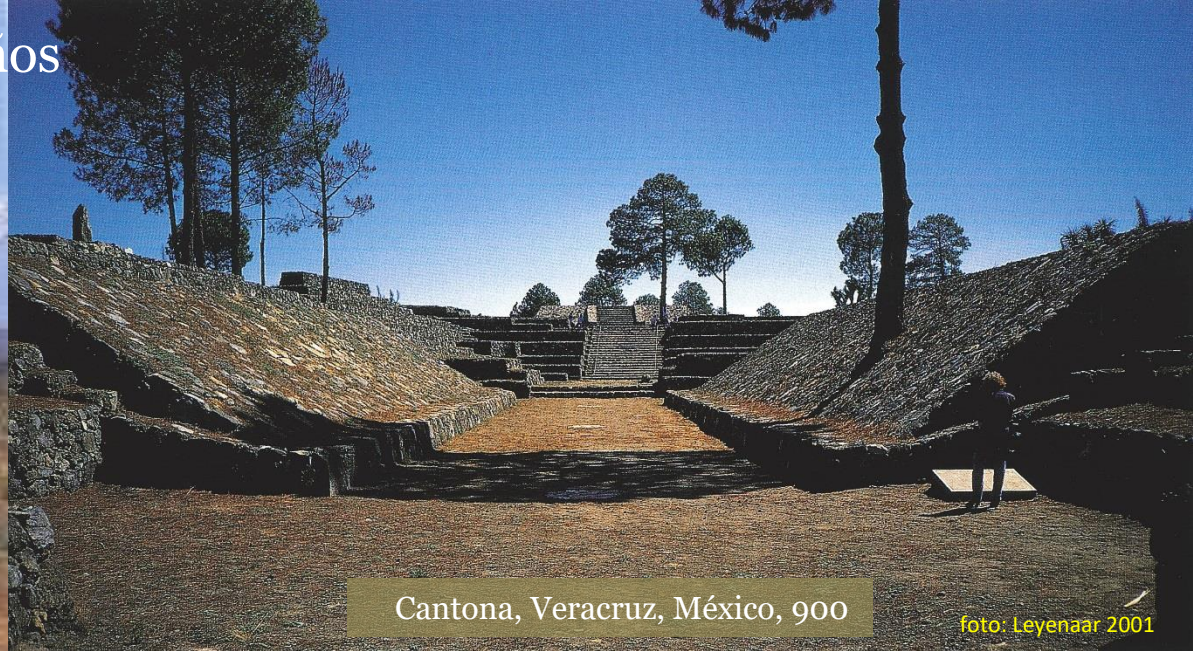
foto: Leyenaar 2001

▲ Sinaloa, México, 1970

látex de *Castilla elástica* Sessé ex Cerv. (Mor.)
estabilizado con sabia de *Ipomoea alba* L.
bola llena; juego con la cadera
jugado en Mesoamérica 1,500 a.C. – d.C.

Nayarit, México, 100 a.C. ►

fuentes: Filloy-Nadal 2001; Taladoire 2001



Cantona, Veracruz, México, 900

foto: Leyenaar 2001



foto: LACMA 2001

Hevea brasiliensis (Willd.) Müll-Arg.

Usos antes de 1492:

- semillas detoxificadas para comer
- semillas como señuelos para pesca
- látex coagulado con ácido para hacer bola para jugar
- látex quemado para iniciar el fuego
- jeringa para inyectar estimulante en la nariz
- bandas para sujetar plumas en ceremonias



foto: Schultes 1945

fuentes: Hobhouse 2005; Métraux 1963; Patiño 1967; Schultes 1984a; Smith et al. 1992

La rueda de la revolución industrial!



fuente: Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris

1818: Karl von Drais: “draisine”

1839: Kirkpatrick Macmillan: pedales y engranaje

1868: Clément Ader: tubo de caucho lleno

1885: John Kemp Starley: mecanismo de fuerza y cadena

1888: John Dunlop: tubo de caucho neumático

- versatilidad (p.ej. llevar en el tren)
- movilidad individual (género, edad, clase social)

Usos después de 1492:

- borrador de lápiz
- aeróstatos (1770)

vulcanización
(Charles Goodyear, 1839)

1850-1880:

- botas de caucho
- mangueras, empaques
- impermeables

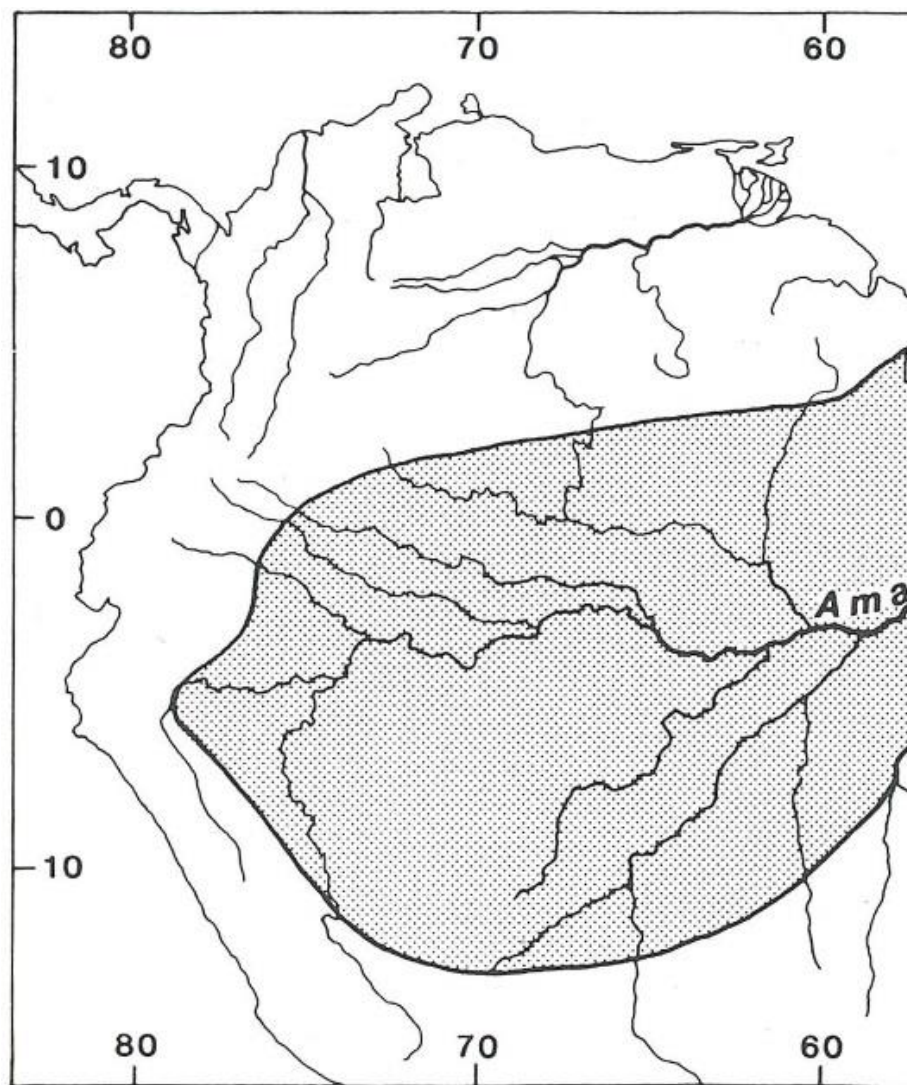
1880-1895:

- llantas de bicicletas
- cables eléctricos
- cables telegráficos

1900- hoy:

- llantas de carros

Theobroma L. (Sterculiaceae)



<i>Theobroma angustifolium</i> Mociño & Sessé	Guatemala, Panamá
<i>Theobroma bernouillii</i> Pittier	Colón
<i>Theobroma bicolor</i> Humb. & Bonpl.	Oaxaca, Loreto
<i>Theobroma canumanense</i> Pires & Froes	Amazonas (Bra.)
<i>Theobroma chocoense</i> Cuatr.	Chocó, Valle
<i>Theobroma cirmolinae</i> Cuatr.	Valle
<i>Theobroma gileri</i> Cuatr.	Antioquia
<i>Theobroma glaucum</i> Karst.	Caquetá, Napo
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd.) Schum.	Pará, Loreto
<i>Theobroma hyaleum</i> Cuatr.	Antioquia
<i>Theobroma mammosum</i> Cuatr. & León	Limón
<i>Theobroma microcarpum</i> Mart.	Esmeraldas
<i>Theobroma nemorale</i> Cuatr.	Valle, Chocó
<i>Theobroma obovatum</i> Klotzsch	Amazonas, Loreto
<i>Theobroma simiarum</i> Donn. Smith	Limón, Cartago
<i>Theobroma sinuosum</i> (Pavon) Huber	Loreto, Ucayali
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	Ucayali, Pará
<i>Theobroma stipulatum</i> Cuatr.	Antioquia, Valle
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Pará, Loreto
<i>Theobroma sylvestre</i> Mart.	Amazonas, Pará
<i>Theobroma velutinum</i> Benoist	Surinam, Maroni



mico barbudo

mono araña

capuchino

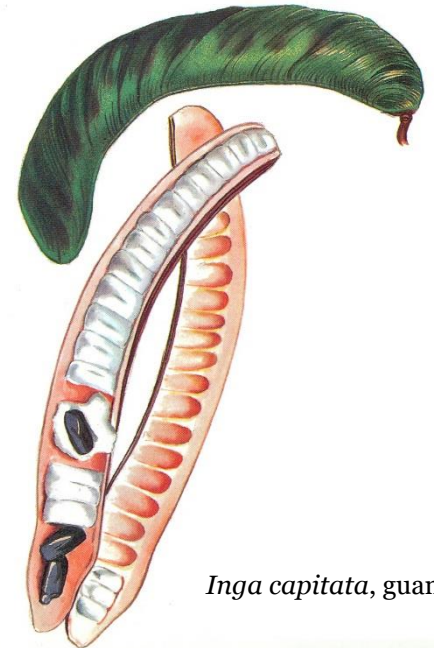
aullador

tití dorado

mono ardilla



- vida arborícola, todo el año
- desde el suelo → la cima
- → potencial de señalar lo comestible
- presencia por ~ 30 mi. años
- varias sp. con cola prensil
- capacidad para abrir frutos



Inga capitata, guamo

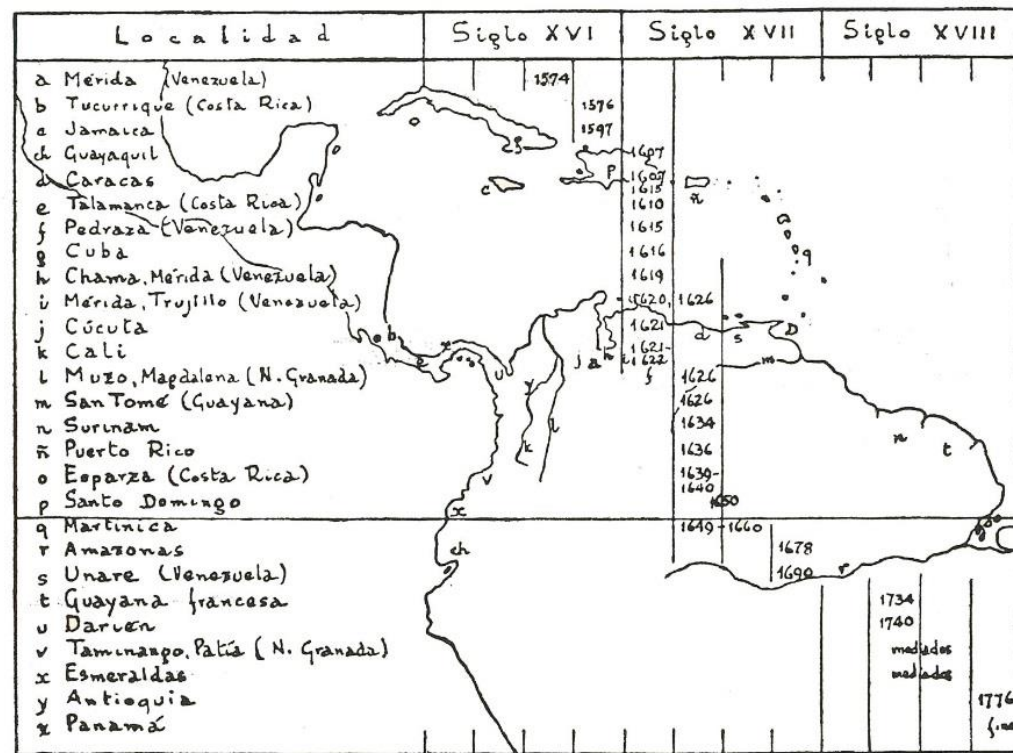
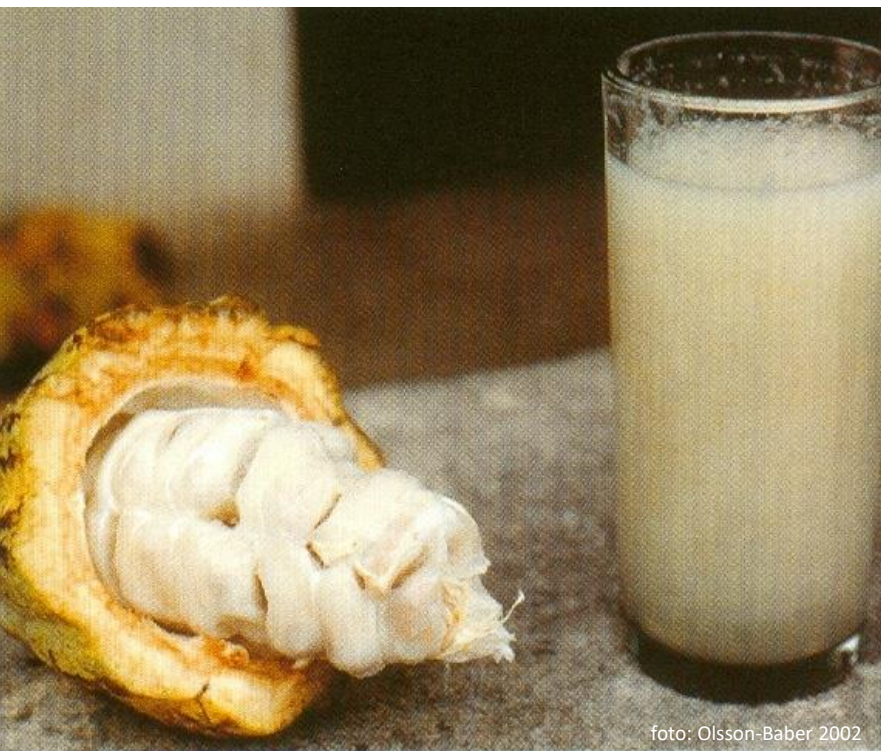
Otras especies:

Cassia leiandra

Couroupita guianensis

Theobroma subincanum

Noroccidente de Suramérica: uso de *Theobroma cacao*: como fruta



- uso de la pulpa alrededor de la almendra; se descarta la semilla
- consumo directo en fresco, en jugo
o después de corta fermentación
- posibilidad de transportar el fruto sin abrir
- hipótesis: es este uso que permitió la introducción de *T. cacao* a Centroamérica?

Golfo de México hasta Panamá: uso de *Theobroma cacao*: como bebida



foto: Olsson-Baber 2002



foto: Hinojosa 2004

- metate: uso desde 7,000 años a.P.; en Mesoamérica hay piedra para metates
- uso para maíz, yuca, sagú, mapuey (⇔ canasto en Amazonía)
- tostado de granos desde 6,000 años a.P.
- uso del grano de cacao por los Mayas y Aztecas como moneda (semilla recalcitrante)
- dos innovaciones postcolombinas: azúcar y leche → ‘chocolate santaferño’ (desde 1790)

epílogo . . .

- el impacto de unas pocas plantas amazónicas – jamás previsto – ha sido enorme:
→ varios países (Costa de Marfil, Ghana, Malasia) hoy existen gracias a ellas
- la agenda HOY es de de-carbonizar la economía, incluyendo agricultura
→ no sólo parar la deforestación, sino devolver tierras al bosque
Dilema: exportar tecnología hacia otras regiones equinocciales pero conservando la selva
- Conservación *ex situ* ‘clásica’ en caso de RFGs amazónicos no funcionaría:
 - costos y vulnerabilidad de colecciones vivas de árboles en zona de origen
 - sp. alógamas y con semillas de comportamiento intermedio/ recalcitrante
- Conservación *in situ* mediante áreas protegidas, con inventario genético primero:
 - involucrando como actores principales los pueblos amazónicos
 - uso de tecnologías innovadoras → problemas de escala, fragmentación; monitoreo
- hay urgencia por desaparición de conocimientos tradicionales ← modificaciones humanas
Dilema: entrar en contacto para describir el conocimiento ancestral ⇔ introducir enfermedades

Dron en evaluación contra sequía



- Cuál es esta planta?
- Cuál es su distribución?
- Cuál es su estado de conservación?

foto: JJ Gonzalez 2019

Radeau des cimes, Francis Hallé, 1986-



foto: Gaillarde 1993

Probar ADN en el campo



foto: Pennisi 2019

teléfono celular



posicionador GPS

disco duro



Eddy Merckx, Giro, 1967

foto: Le Soir Illustré 1967



Egan Bernal, Tour de France, 2019

foto: Associated Press 2019

Gracias a Ustedes por su amable atención!
Gracias a una planta amazónica, a los pueblos amazónicos, y a unas
personas excepcionales quienes nos dejaron tan lindas emociones!

Algumas referencias (1)

- Acevedo-Rodríguez, P. 1990. The occurrence of piscicides and stupefactants in the plant kingdom. *Adv. Econ. Bot.* 8: 1-23
- Arkcoll, D.B. & C.R. Clement. 1989. Potential new food crops from the Amazon. *in*: "New crops for food and industry", G.E. Wickens, N. Haq & P. Day (eds.). Chapman & Hall Limited, London, United Kingdom. Pp. 150-165.
- Arroyo-Kalin, M. 2010. The Amazonian formative: crop domestication and anthropogenic soils. *Diversity* 2 (4): 473-504.
- Balée, W. 1992. People of the fallow: a historical ecology of foraging in lowland South America. *in*: "Conservation of Neotropical forests: working from traditional resource use", K.H. Redford & C. Padoch (eds.). Columbia University Press. New York, New York, USA. Pp. 35-57.
- Barlow, J., T.A. Gardner, A.C. Lees, L. Parry & C.A. Peres. 2012. How pristine are tropical forests? An ecological perspective on the pre-Columbian human footprint in Amazonia and implications for contemporary conservation. *Biol. Conserv.* 151 (1): 45-49.
- Beck, H.T. 1990. A survey of the useful species of *Paullinia* L. (Sapindaceae). *Adv. Econ. Bot.* 8: 41-56.
- Brown, K.S. 1987. Conclusions, synthesis, and alternative hypotheses. *in*: "Biogeography and quaternary history in tropical America", T.C. Whitmore & G.T. Prance (eds.). Clarendon Press, Oxford, United Kingdom. Pp. 175-196.
- Brücher, H. 1989. Useful plants of neotropical origin and their wild relatives. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany. 296p.
- Cavalcante, P.B. 1991. Frutas comestíveis da Amazônia. 5a edição. Museu Paraense Emilio Goeldi. Belém, Pará, Brasil. 279p.
- Cavalli-Sforza, L.L., P. Menozzi & A. Piazza. 1994. The history and geography of human genes. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA. 1059p.
- Clement, C.R. 1992. Los cultivos de la Amazonía y Orinoquía: origen, decadencia y futuro. *in*: "Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492", E. Hernández Bermejo & J. León (eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Pp. 193-201.
- Clement, C.R. 1999a. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. 1. The relation between domestication and human population decline. *Econ. Bot.* 53 (2): 188-202.
- Clement, C.R. 1999b. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. 2. Crop biogeography at contact. *Econ. Bot.* 53 (2): 203-216.
- Clement, C.R., M. de Cristo-Araújo, G. Coppens d'Eeckenbrugge, A. Alves-Pereira & D. Picanço-Rodrigues. 2010. Origin and domestication of native Amazonian crops. *Diversity* 2 (1): 72-106.
- Clement, C.R., W.M. Denevan, M.J. Heckenberger, A. Braga-Junqueira, E.G. Neves, W.G. Teixeira & W.I. Woods. 2015. The domestication of Amazonia before European conquest. *Proc. Roy. Soc. B* 282: 1-9.
- Cock, J.H. 1985. Cassava: new potential for a neglected crop. Westview Press. Boulder, Colorado, USA. 191p.
- Coe, S.D. & M.D. Coe. 1996. The true history of chocolate. Thames & Hudson Inc. New York, New York, USA. 280p.
- Cooper, J.M. 1963. Stimulants and narcotics. *in*: "Handbook of South American Indians. Vol. 5. The comparative ethnology of South American Indians", J.H. Steward (ed.). Cooper Square Publishers, Inc. New York, New York, USA. Pp. 525-558.
- Crawford, M.H. 1998. The origins of native Americans: evidence from anthropological genetics. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 308p.
- Crosby, A.W. 2003. The Columbian exchange - Biological and cultural consequences of 1492. Praeger Publishers. Westport, Connecticut, USA. 283p.

Algunas referencias (2)

- Crystal, D. 2002. The Cambridge encyclopedia of language. 2nd edition. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 480p.
- Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contr. U.S. Natl. Herb. 35 (6): 379-614.
- Davis, W. 1996. One river: explorations and discoveries in the Amazon rain forest. Simon and Schuster Inc. New York, New York, USA. 537p.
- Debouck, D.G., R. Araya-Villalobos, R.A. Ocampo-Sánchez & W.G. González-Ugalde 1989. Collecting *Phaseolus* in Costa Rica. FAO/IBPGR Plant Genet. Resources Newsl. 78/79: 44-46.
- Denevan, W.M. 1992. The aborigineal population of Amazonia. *in*: "The native population of the Americas in 1492 - Second edition", W.M. Denevan (ed.). The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 205-234.
- Denevan, W.M. 2001. Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes. Oxford University Press Inc. New York, New York, USA. 396p.
- Diamond, J. 1997. Guns, germs and steel - The fate of human societies. W.W. Norton & Company. New York, New York, USA. 480p.
- Díaz-Merlano, J.M. 2006. Bosque seco tropical Colombia. Banco de Occidente Credencial. Cali, Colombia. 206p.
- Dickau, R., F.J. Aceituno, N. Loaiza, C. López, M. Cano, L. Herrera, C. Restrepo & A.J. Ranere. 2015. Radiocarbon chronology of terminal Pleistocene to middle Holocene human occupation in the Middle Cauca Valley, Colombia. Quaternary International 363: 43-54.
- Dickau, R., A.J. Ranere & R.G. Cooke. 2007. Starch grain evidence for the preceramic dispersals of maize and root crops into tropical dry and humid forests of Panama. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 104 (9): 3651-3656.
- Dillehay, T.D., C. Ramírez, M. Pino, M.B. Collins, J. Rossen & J.D. Pino-Navarro. 2008. Monte Verde: seaweed, food, medicine, and the peopling of South America. Science 320: 784-786.
- Dillehay, T.D., J. Rossen, T.C. Andres & D.E. Williams. 2007. Preceramic adoption of peanut, squash, and cotton in northern Peru. Science 316: 1890-1893.
- Duke, J.A. 1989. CRC Handbook of nuts. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA. 343p.
- Emperaire, L., F. Pinton & G. Second. 1998. Gestion dynamique de la diversité variétale du manioc en Amazonie du Nord-Ouest. Natures, Sciences, Sociétés 6 (2): 27-42.
- FAO. 2002. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 45p.
- FAO. 2015. FAO Statistical Pocketbook Coffee. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 194p.
- Filloy-Nadal, L. 2001. Rubber and rubber balls in Mesoamerica. *in*: "The sport of life and death: the Mesoamerican ballgame", E.M. Whittington (ed.). Thames and Hudson Inc. New York, New York, USA. 20-31.
- Fleagle, J.G. 2013. Primate adaptation and evolution. 3rd edition. Academic Press. San Diego, California, USA. 445p.
- Fraser, J.A., A.B. Junqueira & C.R. Clement. 2011. Homegardens on Amazonian dark earths, non-anthropogenic upland, and floodplain soils along the Brazilian middle Madeira River exhibit diverging agrobiodiversity. Econ. Bot. 65 (1): 1-12.
- Graham, A. 2010. Late Cretaceous and Cenozoic history of Latin America vegetation and terrestrial environments. Monographs in systematic botany, volume 113, Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri, USA. 617p.

Algunas referencias (3)

- Graham, A. 2011. A natural history of the New World: the ecology and evolution of plants in the Americas. The University of Chicago Press. Chicago, Illinois, USA. 387p.
- Greenberg, J.H. 1987. Language in the Americas. Stanford University Press. Stanford, California, USA. 438p.
- Greenberg, J.H. & M. Ruhlen. 1992. Linguistic origins of native Americans. Scientific American 267 (5): 94-99. Haffer, J. 1987. Quaternary history of tropical America. *in*: "Biogeography and quaternary history in tropical America", T.C. Whitmore & G.T. Prance (eds.). Clarendon Press, Oxford, United Kingdom. Pp. 1-18.
- Harlan, J.R. 1971. Agricultural origins: centers and non-centers. Science 174: 468-474.
- Harlan, J.R. 1975. Crops and man. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA. 295p.
- Harlan, J.R. 1992. Crops and man. 2nd edition. American Society of Agronomy, Inc. and Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 284p.
- Heizer, R.F. 1963. Fish poisons. *in*: "Handbook of South American Indians. Vol. 5. The comparative ethnology of South American Indians", J.H. Steward (ed.). Cooper Square Publishers, Inc. New York, New York, USA. Pp. 277-281.
- Hernández-Camacho, J., A. Hurtado-Guerra, R. Ortiz-Quijano & T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. *in*: "La diversidad biológica de Iberoamérica", G. Halffter (ed.). Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. Jalapa, Veracruz, México. Pp. 105-151.
- Hilbert, L., E. Góes-Neves, F. Pugliese, B.S. Whitney, M. Shock, E. Veasey, C.A. Zimpel & J. Iriarte. 2017. Evidence for mid-Holocene rice domestication in the Americas. Nature Ecol. Evol. 1 (11): 1693-1698.
- Hobhouse, H. 2005. Seeds of wealth: five plants that made men rich. Shoemaker & Hoard. New York, New York, USA. 313p.
- Hong, T.D., S. Linnington & R. Ellis. 1996. Seed storage behavior: a compendium. Handbooks for genebanks no. 4. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 656p.
- Isendahl, C. 2011. The domestication and early spread of manioc (*Manihot esculenta* Crantz): a brief synthesis. Latin Amer. Antiq. 22 (4): 452-468.
- Jennings, P.R. & J.H. Cock. 1977. Centres of origin of crops and their productivity. Econ. Bot. 31 (1): 51-54.
- Kohn, G.C. 1998. The Wordsworth encyclopedia of plague and pestilence. Wordsworth Editions Ltd., Ware, Hertfordshire, United Kingdom. 408p.
- LangenHeim, J.H. 2003. Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany. Timber Press. Portland, Oregon, USA. 586p.
- Larson, G., D.R. Piperno, R.G. Allaby, M.D. Purugganan, L. Andersson, M. Arroyo-Kalin, L. Barton, C. Climer-Vigueira, T. Denham, K. Dobney, A.N. Doust, P. Gepts, M.T.P. Gilbert, K.J. Gremillon, L. Lucas, L. Lukens, F.B. Marshall, K.M. Olsen, J.C. Pires, P.J. Richerson, R. Rubio de Casas, O.I. Sanjur, M.G. Thomas & D.Q. Fuller. 2014. Current perspectives and the future of domestication studies. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 111 (17): 6139-6146.
- Lentz, D.L., M.E.D. Pohl, K.O. Pope & A.R. Wyatt. 2001. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. Econ. Bot. 55 (3): 370-376.

Algunas referencias (4)

- León, J. 1992. Los recursos fitogenéticos del Nuevo Mundo. *in*: “Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492”, E. Hernández Bermejo & J. León (eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Pp. 3-22.
- López, R. 2002. Chocolate: the nature of indulgence. Harry N. Abrams, Inc., Publishers. New York, New York, USA. 144p.
- Mann, C.C. 2011a. 1491: new revelations of the Americas before Columbus. Second edition. Vintage Books, Random House Inc. New York, New York, USA. 553p.
- Mann, C.C. 2011b. 1493: uncovering the new world Columbus created. Alfred A. Knopf, Random House Inc. New York, New York, USA. 535p.
- Martin, F.W., C.W. Campbell & R.M. Ruberté. 1987. Perennial edible fruits of the tropics - An inventory. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook No. 642. Washington, D.C., USA. 247p.
- McKenna, D.J., L.E. Luna & G.N. Towers. 1995. Biodynamic constituents in ayahuasca admixture plants: an uninvestigated folk pharmacopeia. *in*: “Ethnobotany: evolution of a discipline”, R.E. Schultes & S. von Reis (eds.). Dioscorides Press, Portland, Oregon, USA. Pp. 349-361.
- McNeill, W.H. 1998. Plagues and peoples. Anchor Books. Random House, Inc., New York, New York, USA. 365p.
- Métraux, A. 1963. Rubber. *in*: “Handbook of South American Indians. Vol. 5. The comparative ethnology of South American Indians”, J.H. Steward (ed.). Cooper Square Publishers, Inc. New York, New York, USA. Pp. 227-228.
- Motamayor, J.C., A.M. Risterucci, P.A. López, C.F. Ortiz, A. Moreno & C. Lanaud. 2002. Cacao domestication. 1. The origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89 (10): 380-386.
- Nichols, J. 1998. The origin and dispersal of languages: linguistic evidence. *in*: “The origin and diversification of language”, N.G. Jablonski & L.C. Aiello (eds.). Mem. Calif. Acad. Sci. 24. San Francisco, California, USA. Pp. 127-170.
- Olsen, K.M. 2004. SNPs, SSRs and inferences on cassava's origin. *Plant Molec. Biol.* 56 (4): 517-526.
- Olsen, K.M. & B.A. Schaal. 2006. DNA sequence data and inferences on cassava's origin of domestication. *in*: “Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms”, M.A. Zeder, D.G. Bradley, E. Emshwiller & B.D. Smith (eds.). University of California Press, Berkeley, California, USA. Pp. 123-133.
- Patiño, V.M. 1963. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Tomo 1. Frutales. Imprenta Departamental, Cali, Colombia. 547p.
- Patiño, V.M. 1967. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Tomo 3. Fibras, medicinas, misceláneas. Imprenta Departamental, Cali, Colombia. 569p.
- Patiño, V.M. 1969. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Tomo 4. Plantas introducidas. Imprenta Departamental, Cali, Colombia. 573p.
- Patiño, V.M. 1990. Historia de la cultura material en la América equinoccial. Tomo 1. Alimentación y alimentos. Instituto Caro y Cuervo. Biblioteca Ezequiel Uricoechea. Bogotá, Colombia. 345p.

Algunas referencias (5)

- Piperno, D.L. 2012. New archaeobotanical information on early cultivation and plant domestication involving microplant (phytolith and starch grain) remains. *in*: “Biodiversity in agriculture – Domestication, evolution, and sustainability”, P. Gepts, Th.R. Famula, R.L. Bettinger, S.B. Brush, A.B. Damania, P.E. McGuire & C.O. Qualset (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 136-159.
- Piperno, D.R. & D.M. Pearsall. 1998. The origins of agriculture in the lowland Neotropics. Academic Press. San Diego, California, USA. 400p.
- Politis, G.G. 1996. Nukak. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, D.C., Colombia. 426p.
- Prance, G.T. 1987. Biogeography of Neotropical plants. *in*: “Biogeography and quaternary history in tropical America”, T.C. Whitmore & G.T. Prance (eds.). Clarendon Press, Oxford, United Kingdom. Pp. 46-65.
- Reichel-Dolmatoff, G. 1996. The forest within: the world-view of the Tukano Amazonian Indians. Themis Book. Totnes, Devon, United Kingdom. 229p.
- Reichel-Dolmatoff, G. 1997. Rainforest shamans - Essays on the Tukano Indians of the Northwest Amazon. Themis Books. Totnes, Devon, United Kingdom. 344p.
- Robinson, J. & C.S. Srinivasan. 2013. Case-studies on the impact of germplasm collection, conservation, characterization and evaluation in the Consultative Group on International Agricultural Research. Standing Panel on Impact Assessment. Consultative Group on International Agricultural Research. The World Bank. Washington, D.C., USA. 41p.
- Roosevelt, A.C. 1980. Parmana: prehistoric maize and manioc subsistence along the Amazon and Orinoco. Academic Press, Inc. New York, New York, USA. 320p.
- Roosevelt, A.C. 1999. Twelve thousand years of human-environment interaction in the Amazon floodplain. *in*: “Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonia’s whitewater floodplains”, C. Padoch, J. Márcio-Ayres, M. Pinedo-Vasquez & A. Henderson (eds.). Advances in Economic Botany Vol. 13. Pp. 371-392.
- Sauer, J.D. 1993. Historical geography of crop plants - A select roster. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 309p.
- Schultes, R.E. 1945. Estudio preliminar del género *Hevea* en Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat. 6 (22-23): 18-45.
- Schultes, R.E. 1979. The Amazonia as a source of new economic plants. Econ. Bot. 33 (3): 259-266.
- Schultes, R.E. 1984a. The tree that changed the world in one century. Arnoldia 44 (2): 3-16.
- Schultes, R.E. 1984b. Amazonian cultigens and their northward and westward migrations in pre-Columbian times. *in*: “Pre-Columbian plant migration”, D. Stone (ed.). Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Vol. 76. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, USA. Pp. 19-37.
- Schultes, R.E. & A. Hofmann. 1992. Plants of the gods: their sacred, healing and hallucinogenic powers. Healing Arts Press. Rochester, Vermont, USA. 192p.
- Shepard, G.H. & H. Ramírez. 2011. “Made in Brazil”: human dispersal of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in ancient Amazonia. Econ. Bot. 65 (1): 44-65.
- Smith, N.J.H. & R.E. Schultes. 1990. Deforestation and shrinking crop gene-pools in Amazonia. Environ. Conserv. 17 (3): 227-234.

Algunas referencias (6)

- Smith, N.J.H., J.T. Williams, D.L. Plucknett & J.P. Talbot. 1992. Tropical forests and their crops. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA. 568p.
- Steward, J.H. 1963. The native population of South America. *in*: “Handbook of South American Indians. Vol. 5. The comparative ethnology of South American Indians”, J.H. Steward (ed.). Cooper Square Publishers, Inc. New York, New York, USA. Pp. 655-668.
- Stone, D. 1984. Pre-Columbian migration of *Theobroma cacao* Linnaeus and *Manihot esculenta* Crantz from northern South America into Mesoamerica: a partially hypothetical view. *in*: “Pre-Columbian plant migration”, D. Stone (ed.). Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Vol. 76. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, USA. Pp. 67-83.
- Taladoire, E. 2001. The architectural background of the pre-Hispanic ballgame: an evolutionary perspective. *in*: “The sport of life and death: the Mesoamerican ballgame”, E.M. Whittington (ed.). Thames and Hudson Inc. New York, New York, USA. Pp. 96-115.
- Ulloa-Ulloa, C., P. Acevedo-Rodríguez, S. Beck, M.J. Belgrano, R. Bernal, P.E. Berry, L. Brako, M. Celis, G. Davidse, R.C. Forzza, S.R. Gradstein, O. Hokche, B. León, S. León-Yáñez, R. E. Magill, D.A. Neill, M. Nee, P.H. Raven, H. Stimmel, M.T. Strong, J.L. Villaseñor, J.L. Zarucchi, F.O. Zuloaga & P.M. Jørgensen. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* 358: 1614-1617.
- Vavilov, N.I. 1997. Five continents. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 198p.
- Watson, P. 2012. The great divide: nature and human nature in the Old World and the New. Harper Collins Publishers, New York, New York, USA. 610p.
- Wells, S. 2003. The journey of man: a genetic odyssey. Random House, Inc. New York, New York, USA. 218p.
- Williams, T.I., W. E. Schaaf & A.E. Burnette. 1999. A history of invention. Little, Brown and Company. London, United Kingdom. 367p.
- Wilson, W.M. 2003. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz), cyanogenic potential, and predation in northwestern Amazonia: the Tukanoan perspective. *Human Ecol.* 31 (3): 403-416.
- Wink, M. & B.E. van Wyk. 2008. Mind-altering and poisonous plants of the world. Timber Press Inc. Portland, Oregon, USA. 464p.
- Wycherley, P.R. 1995. Rubber *Hevea brasiliensis* (Euphorbiaceae). *in*: “Evolution of crop plants. 2nd edition”, J. Smartt & N.W. Simmonds (eds.). Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, United Kingdom. Pp. 124-128.