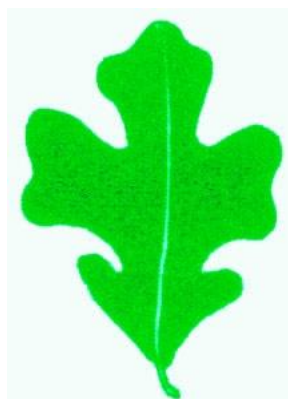
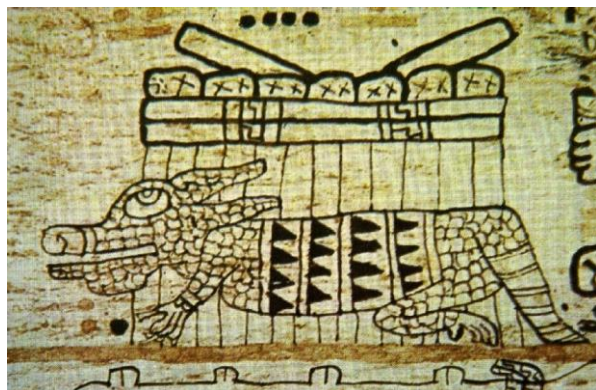
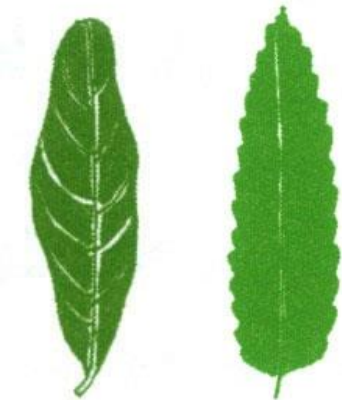


Los caminos de los Mazatl, Ayotochtli, Ahuatl, Yetl, y Etl :



flujos genéticos de largo alcance y sus consecuencias



D.G. Debouck

6^{to} SIRGEALC, Ciudad de México, 15 noviembre 2007

Problemática del Fríjol Común

Valor nutricional: 22% proteínas, 45% carbohidratos, fibra, minerales, oligoelementos

Producción total: 22 mi ton/ año (posiblemente mayor por autoconsumo !)

Valor de la producción: 10,000,000 US\$/ año (*ibidem*)

Rendimiento promedio: 700-900 kg/ Ha (1,900 kg/ Ha) (1/4 varios cereales !)

fuelle: Beebe & Debouck 2008

Dificultad de competir (contra la soya, entre otros)

Desde 1950 mejoramiento genético se ha enfocado en estabilizar la producción

buscando resistencias a enfermedades, plagas, estrés abióticos

Desde 1990 mejoramiento genético busca mejorar el rendimiento *per se*

Solución a tomar en cuenta: vigor híbrido, aptitud combinatoria

posible ejemplo a seguir: maíz (southern dent x northern flint), y varias hortalizas

Combinar acervos genéticos 'algo' distantes dentro de la misma especie

Pasos hacia el entendimiento de la estructura genética del cultivo

Relación forma silvestre/ forma cultivada:

Burkart & Brücher 1953; Colín 1967; Gentry 1969

Existencia de acervos genéticos en cultivados:

Evans 1973; Gepts 1988

Por lo menos dos domesticaciones distintas:

Gepts et al. 1986; Khairallah et al. 1990

Definición de 6 razas (2 en cada acervo):

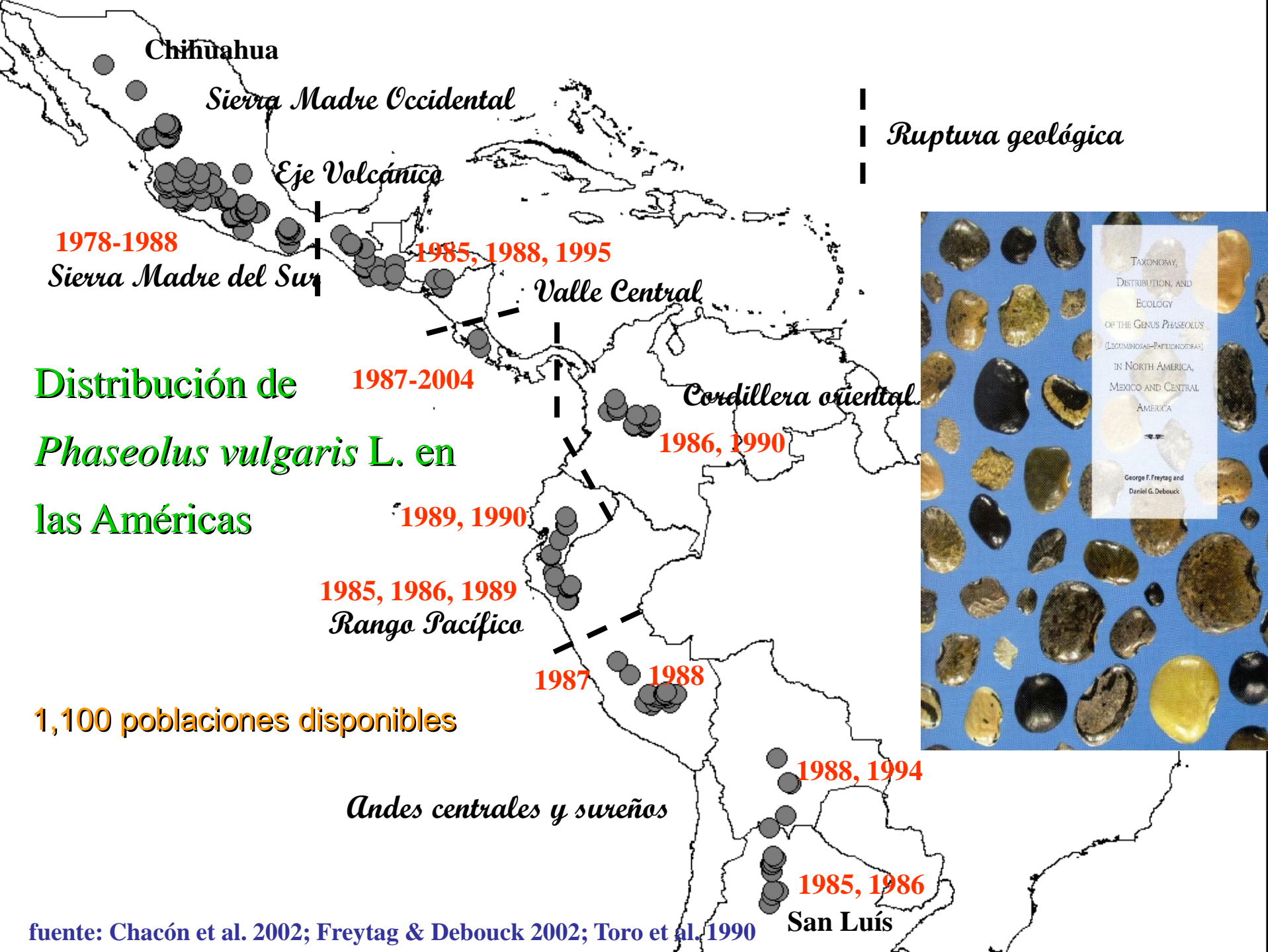
Singh et al. 1991

Ubicación de los sitios de domesticación:

Chacón et al. 2005



ya que el fenotipo engaña: entender primero las diferencias en la forma silvestre



Distribución de *Phaseolus vulgaris* L. en las Américas

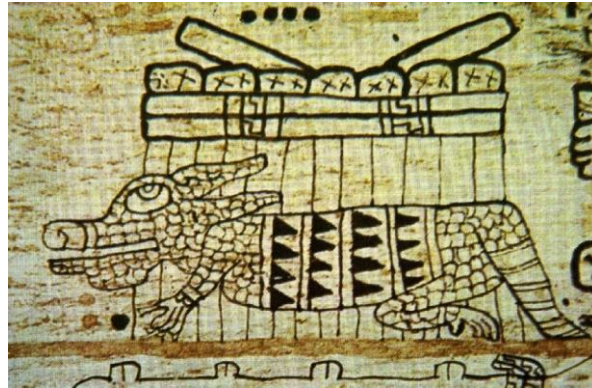
1,100 poblaciones disponibles

fuelle: Chacón et al. 2002; Freytag & Debouck 2002; Toro et al. 1990

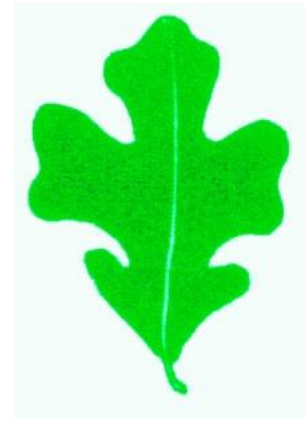
Qué tienen en común los Mazatl, Ayotochtli, Ahuatl, Yetl, y Etl ?



mazatl = venado

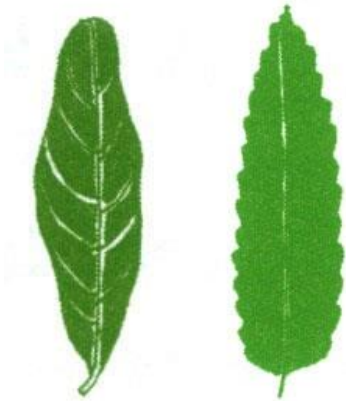


ayotochtli = armadillo



ahuatl = encino, roble

han cruzado el Istmo de Panamá en el Pleistocénico (1.3-0.6 mi A)



ahuatl = encino, roble



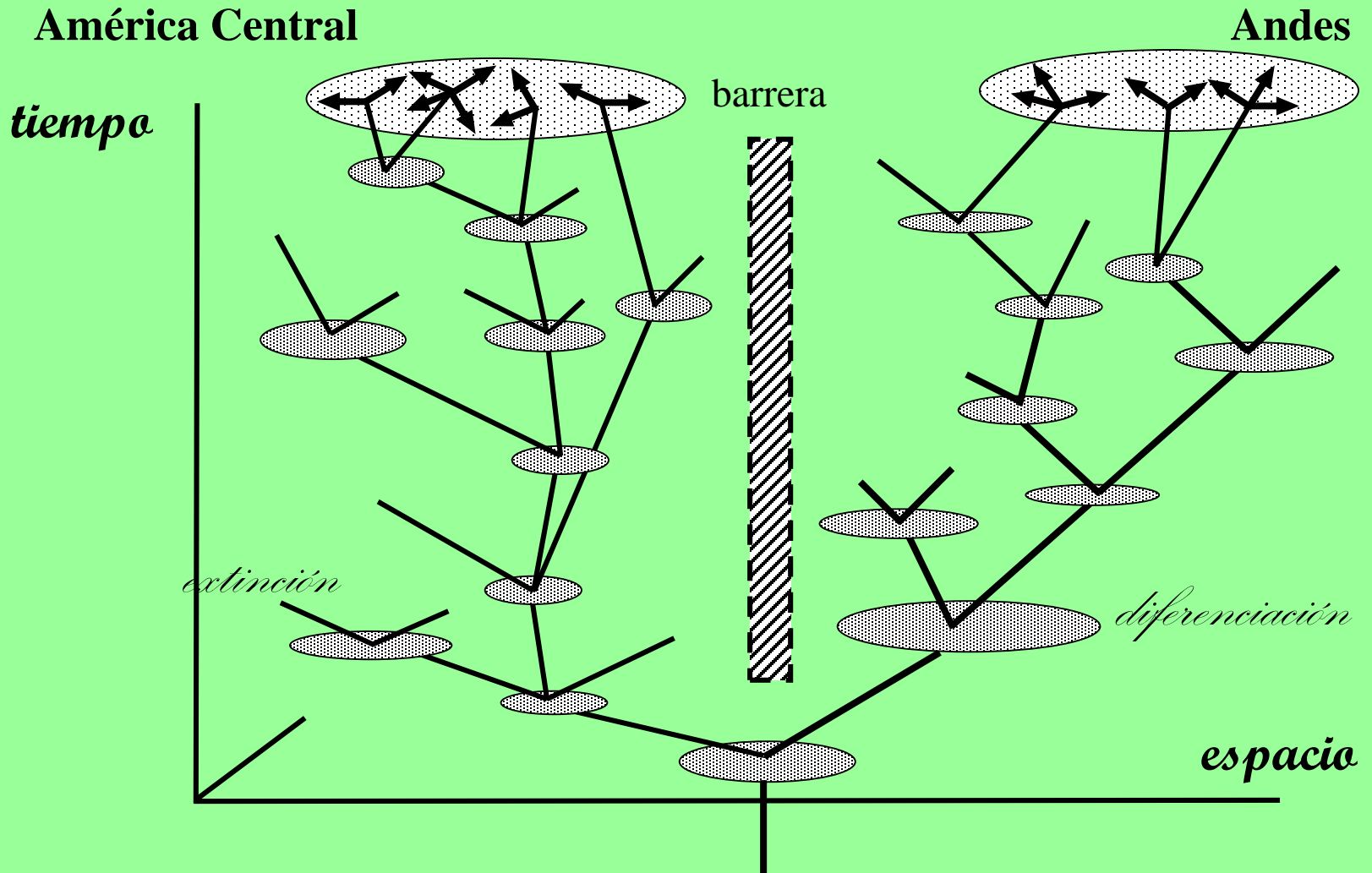
yetl = tabaco



etl = frijol

Filogeografía

Estudio de la distribución geográfica e historia de linajes genéticos



según Avise 2000

Diferencias morfológicas: semillas, racimos, bracteolas

fuentes: Brücher 1988; Delgado et al. 1988; Toro et al. 1990

Diferencias fisiológicas: parámetros de fotosíntesis

fuelle: Lynch et al. 1992

*Diferencias bioquímicas:
proteínas de reserva, enzimas*

fuentes: Gepts et al. 1986; Debouck et al. 1993

Diferencias moleculares:

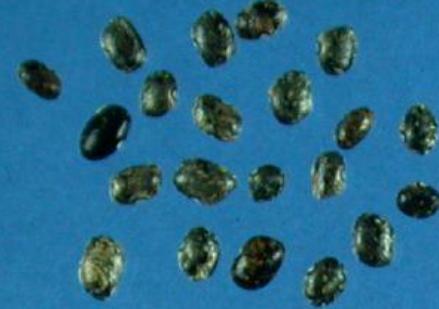
RFLPs mtDNA, RAPDs nDNA

AFLPs nDNA, secuencias cp, nDNA

la naturaleza de las diferencias indica duraciones de 500,000 a 1,000,000 años

la gente ha llegado al continente americano hace 15,000 a 60,000 años

Mesoamerica



Andes



Diferencias al nivel genético molecular en *Phaseolus vulgaris* forma silvestre

Diferencias entre W México y Guatemala

Tohme et al. 1996

Aceruo Mesoamericano

Diferencias dentro de Guatemala

Gepts et al. 1986

Becerra & Gepts 1994

Azurdia et al. 2001

Aceruo Pacífico

Koenig & Gepts 1989

Debouck et al. 1993

Kami et al. 1995

Tohme et al. 1996

Freyre et al. 1996

Gepts et al. 2000

Aceruo Norte Andino

Tohme et al. 1996; Chacón et al. 1996

Beebe et al. 1997

Aceruo Sur Andino

Gepts et al. 1986

Becerra & Gepts 1994

Diferencias entre Bolivia y Argentina

Tohme et al. 1996

Ruptura geológica



¿ Cómo explicar estas diferencias ?

Hipótesis 1 :

todos los acervos provienen del Acervo Mesoamericano

Hipótesis 2 :

todos los acervos provienen del Acervo Colombiano

Hipótesis 3 :

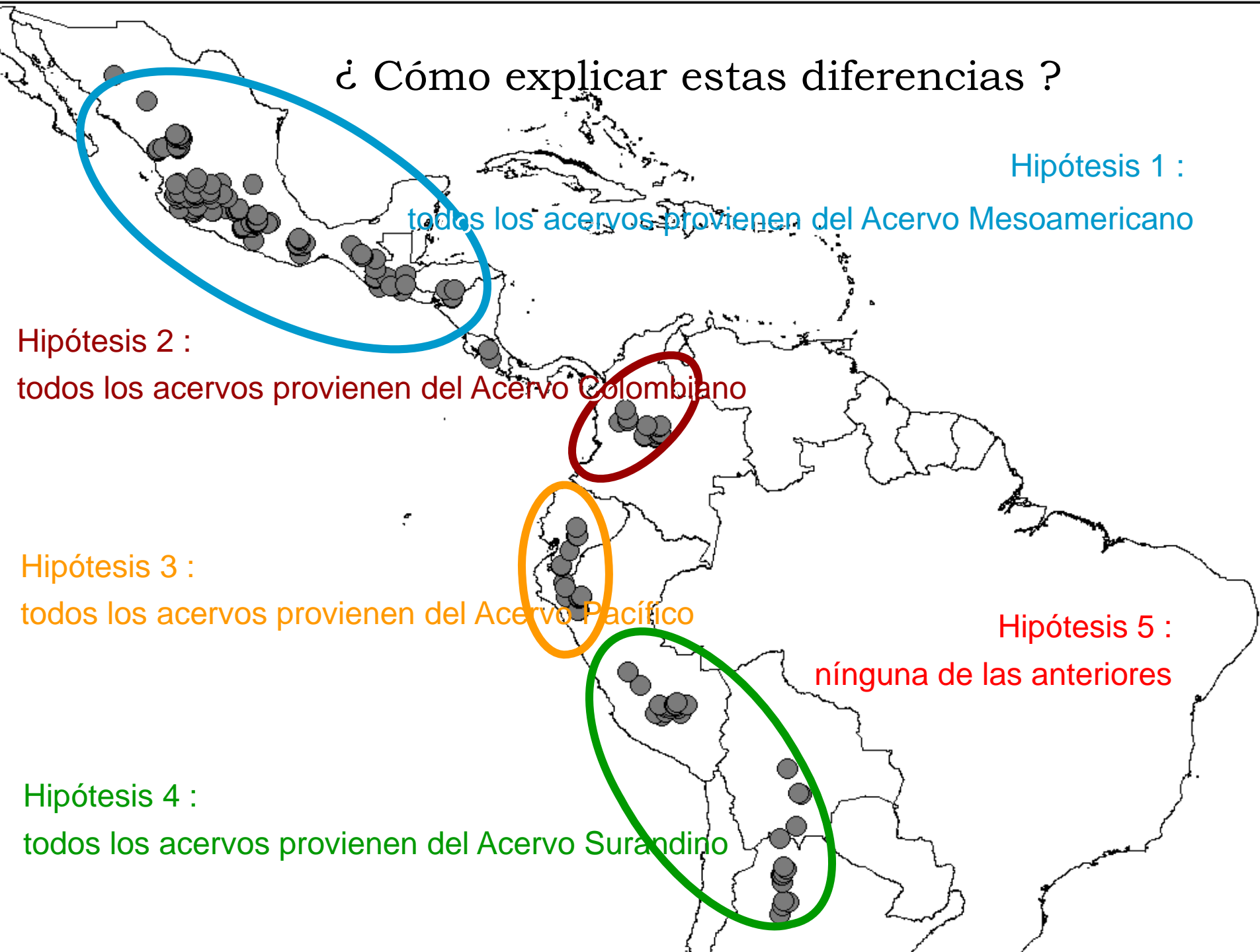
todos los acervos provienen del Acervo Pacífico

Hipótesis 5 :

nninguna de las anteriores

Hipótesis 4 :

todos los acervos provienen del Acervo Surandino



Atributos de un marcador “ideal”

- ✓ Herencia uniparental (evitar recombinaciones genéticas) :

DNA citoplásmico como cpDNA y mtDNA, pero captura del citoplasma !

- ✓ Presencia de polimorfismo : cpDNA y mtDNA no siempre variables

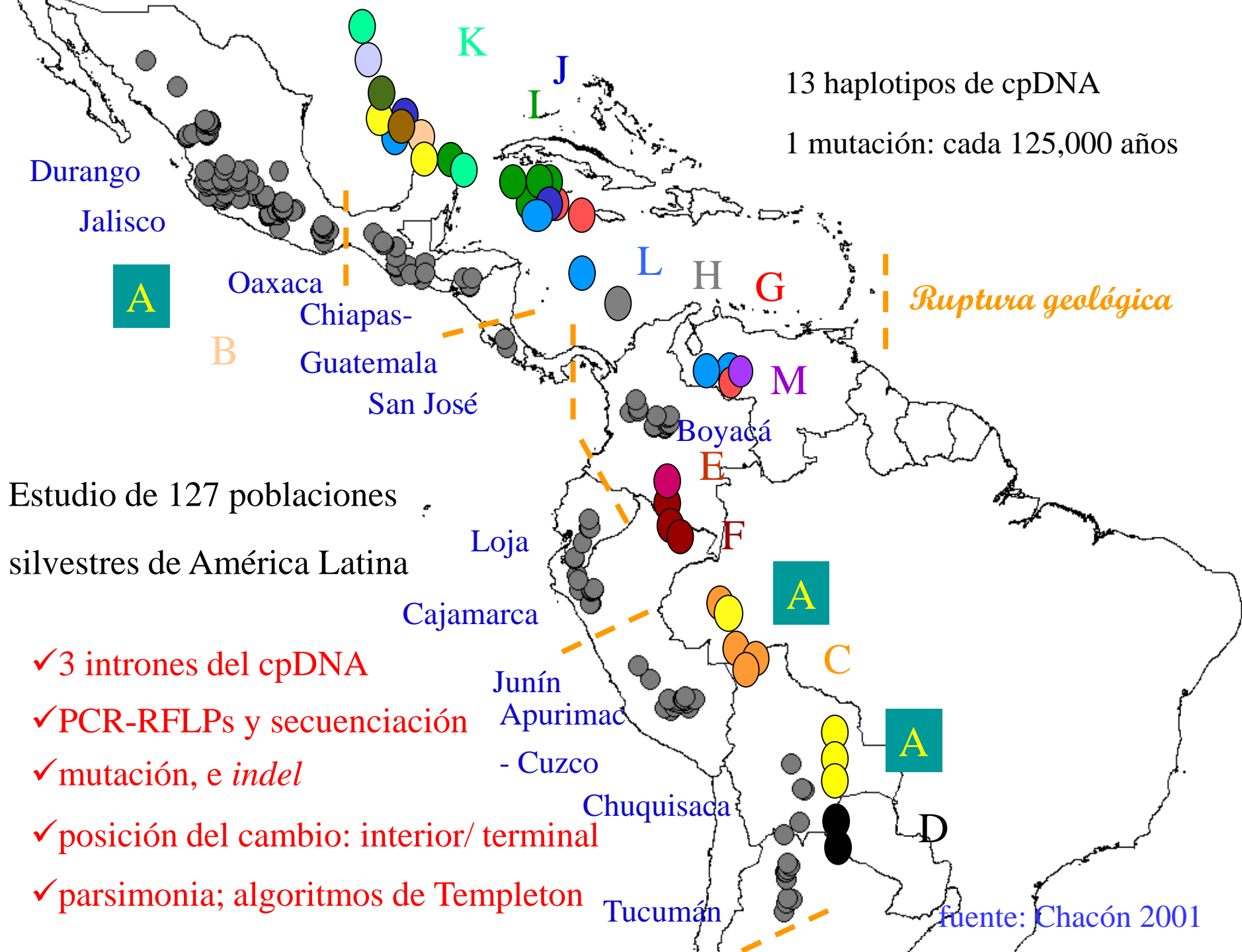
- ✓ Tasa de mutación ‘lenta’

un *indel* cada 100,000 generaciones (= años, en plantas anuales)

- ✓ Neutralidad frente a procesos de selección

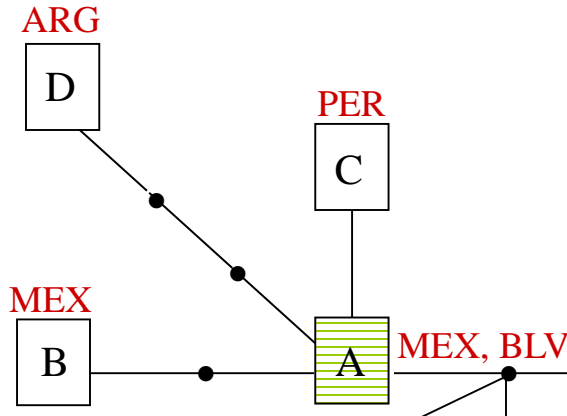
uso de *intrones* o secuencias de DNA no codificante

- ✓ Reproducibilidad en la experimentación

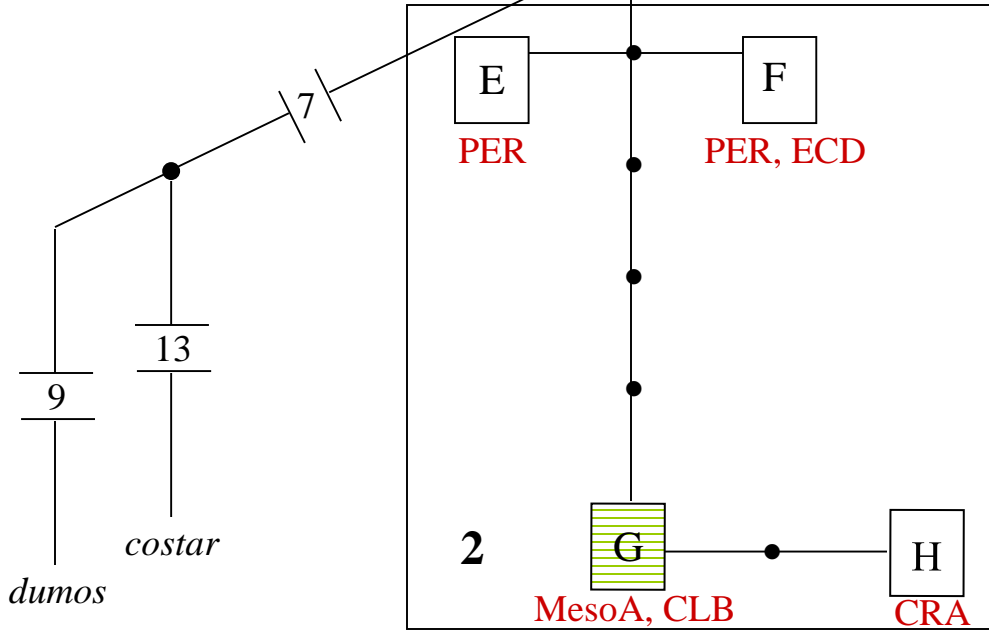
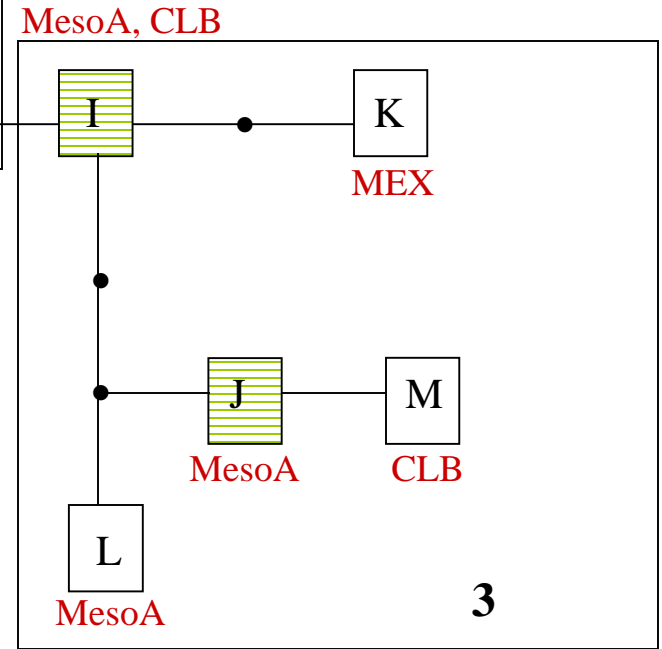


1

Red de haplotipos de cpDNA en *Phaseolus vulgaris* L. silvestre



- ✓ raíz liga con *dumo* y *cost*
- ✓ 3 linajes con distintas evoluciones



● haplotipo extinto
según Chacón et al. 2007

Gepts et al. 2000 estiman la divergencia entre *vulg* y *dumos* a 2×10^6 años

LATE PLIOCENE ~3 MA

Tempisque-San Carlos-
N. Limon Corridor

plataforma marina

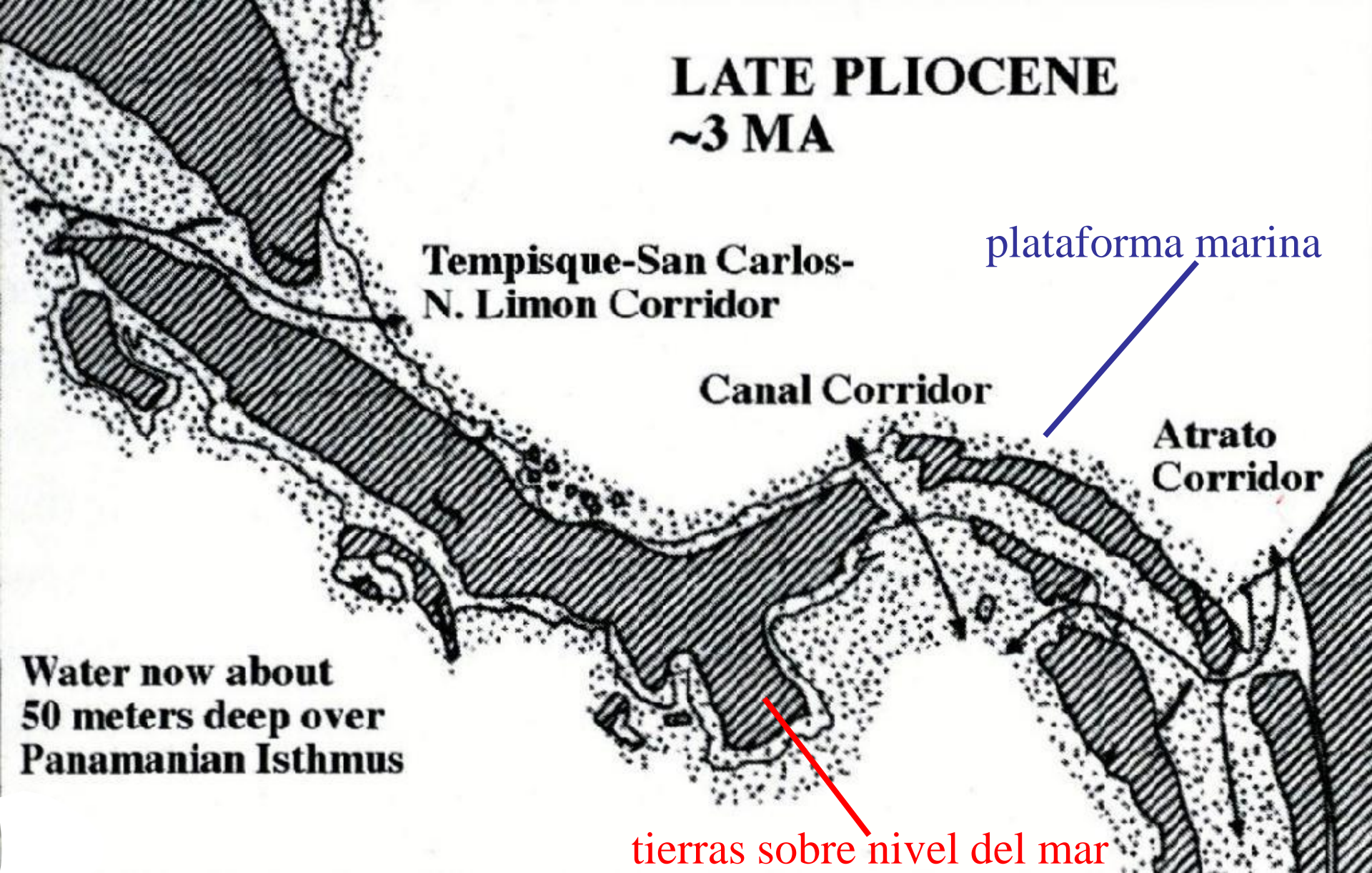
Canal Corridor

Atrato
Corridor

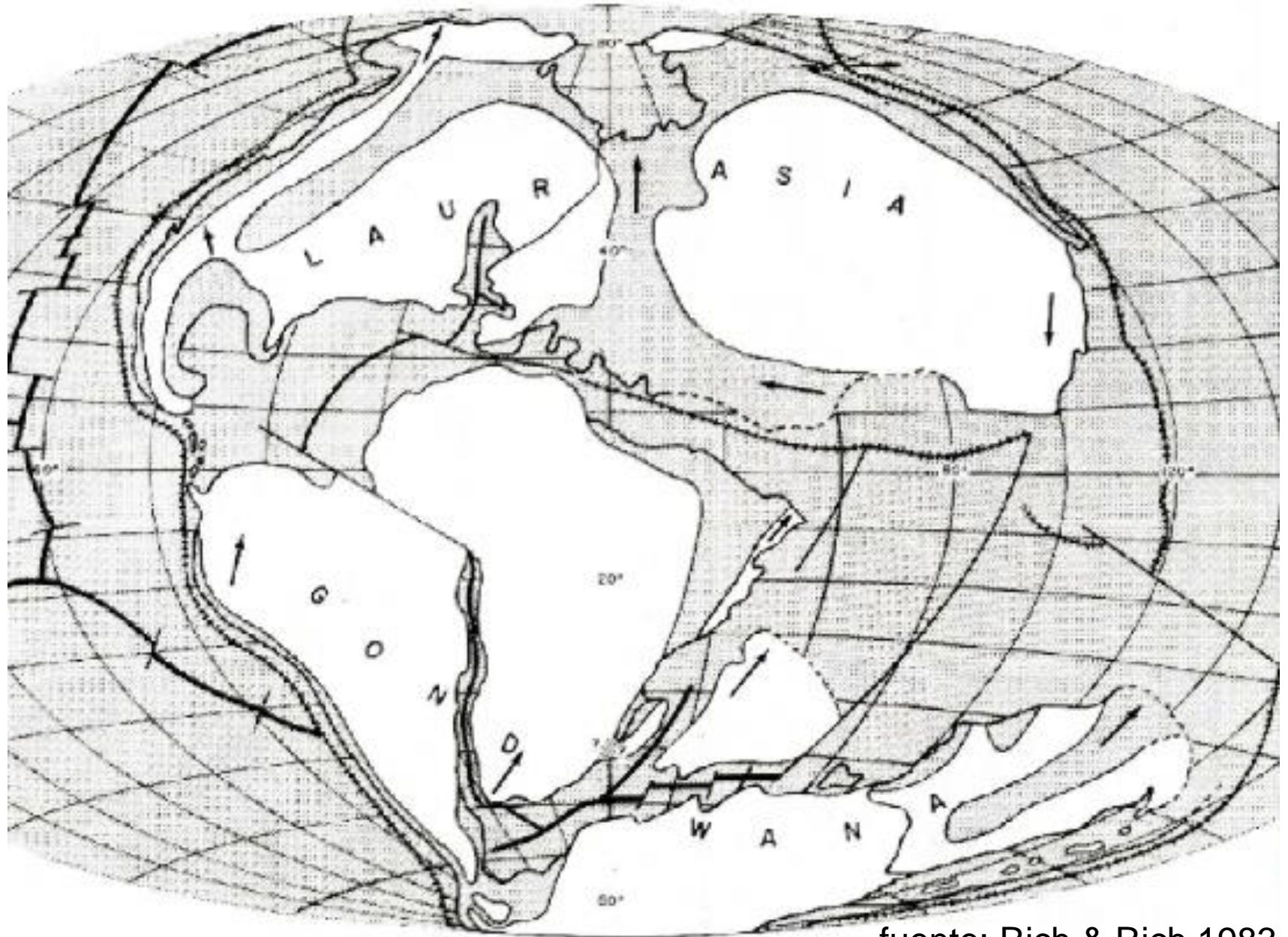
Water now about
50 meters deep over
Panamanian Isthmus

tierras sobre nivel del mar

desde Coates, 1997

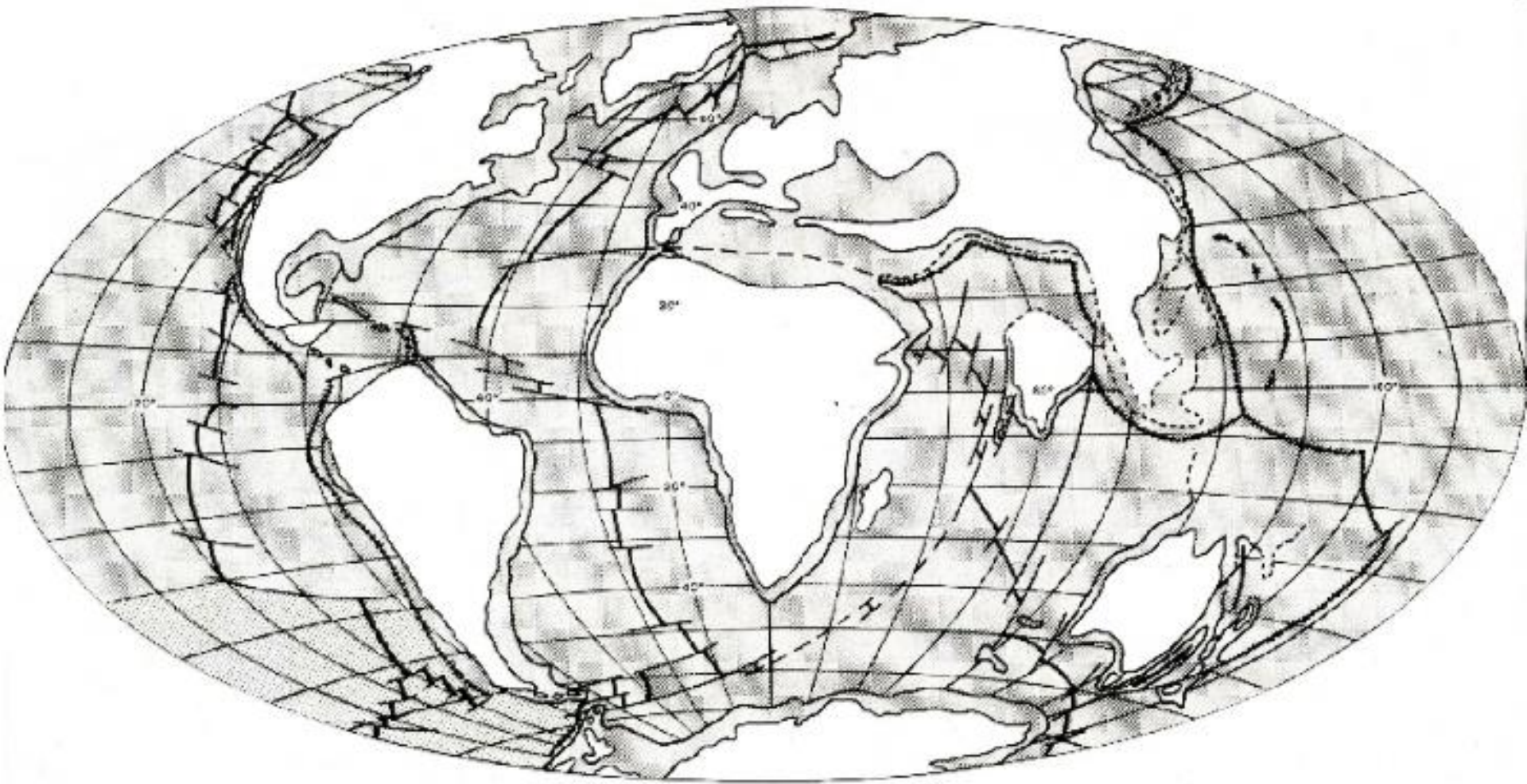


El mundo en el Jurásico tardío, hace 135 mi años



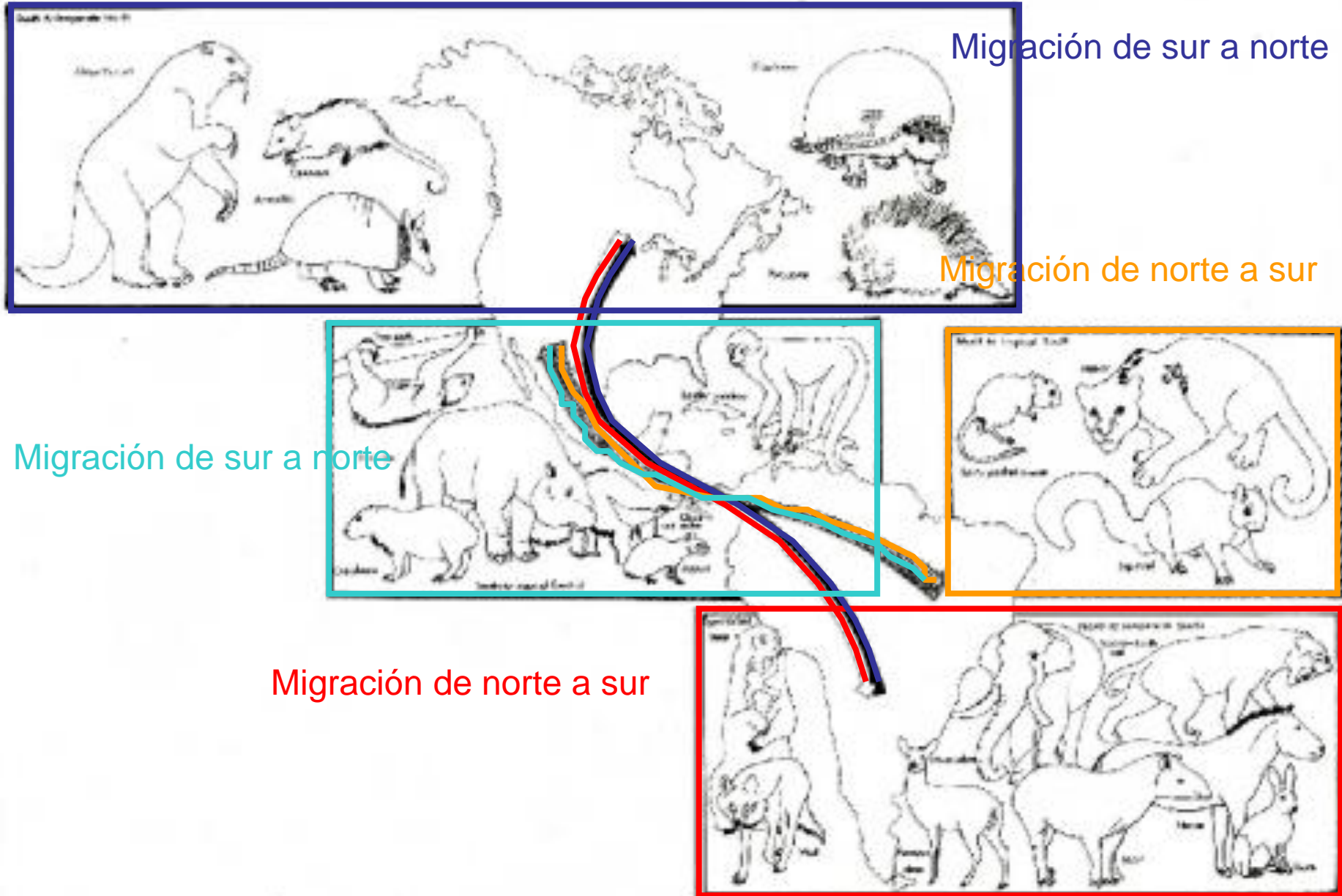
fuelle: Rich & Rich 1983

El mundo en el Oligoceno, hace 35 mi años



fuentes: Rich & Rich 1983

El Gran Intercambio Biótico Americano



Migración de sur a norte

Migración de norte a sur

Migración de sur a norte

Migración de norte a sur

Familias de Mamíferos involucradas en el Gran Intercambio Biótico Americano

Familias que migraron del Norte al Sur

Felidae

Cervidae

Sciuridae

Soricidae

Canidae

Camelidae

Mustelidae

Leporidae

Equidae

Gomphotheriidae

Tayassuidae

Heteromyidae

Ursidae

Tapiridae

Procyonidae

Geomyidae

Familias que migraron del Sur al Norte

Glyptodontidae

Phororhachidae

Caviidae

Dasypodidae

Megatheriidae

Toxodontidae

Agoutidae

Bradypodidae

Megalochynidae

Hydrochoeridae

Cebidae

Myrmecophagidae

Mylodontidae

Erethizontidae

Didelphidae

Echimyidae

Familias que se extinguieron

fuentes: Webb 1997

Comieron las evidencias !

Caso de *Equus*

mayor especiación en América del Norte

durante el Terciario

desapareció por los Humanos

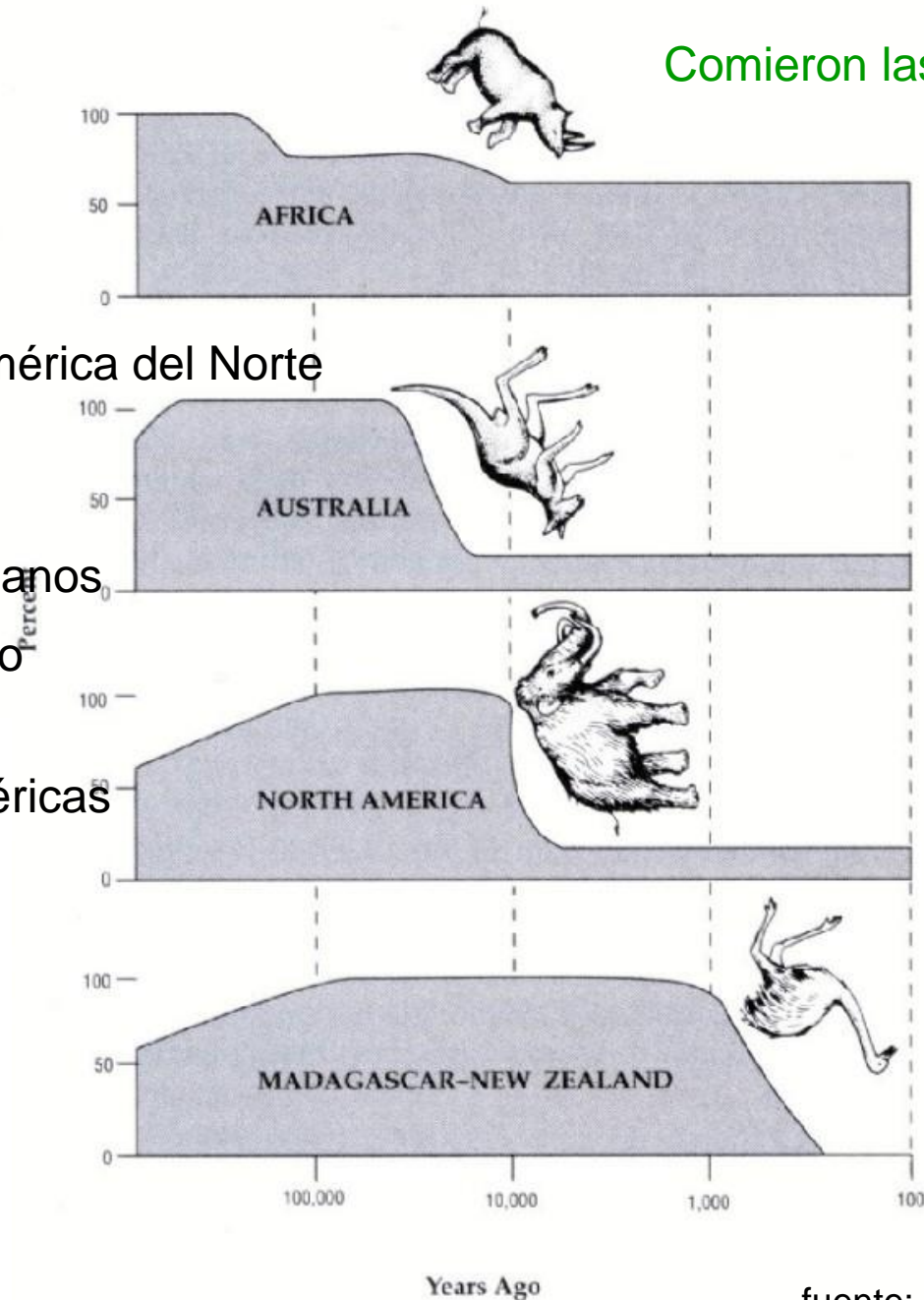
al inicio del Cuaternario

re-introducido en las Américas

en 1496

causa parcial del fin del

imperio incaico



El Gran Intercambio Biótico Americano

(1.5 mi A – 0.6 mi A antes presente)



Migraciones desde el Norte hacia el Sur

Phaseolus, Persea, Solanum ?, Oxalis, Physalis, Fragaria, Rubus,
Quercus, Festuca, Agrostis

Migraciones desde el Sur hacia el Norte

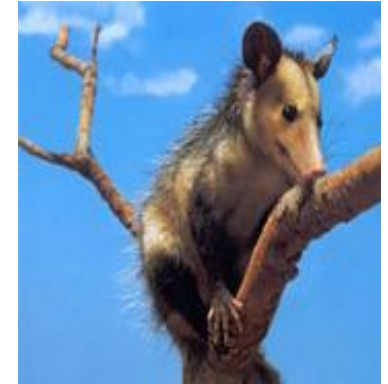
Manihot, Nicotiana, Bactris, Annona, Oryza, Gossypium ?

Transporte reciente por animales desde el Sur hacia el Norte

Capsicum, Theobroma ?

A manera de conclusión . . .

- ✓ es posible trazar la historia y evolución de una especie, si se tiene el marcador apropiado y colecciones representativas, bien mantenidas y documentadas
- ✓ el fríjol puede haber sido parte del Gran Intercambio Biótico Americano, luego de su formación hace un millón de años
- ✓ otras especies de plantas (*P. lunatus*, *Manihot*, *Nicotiana*, *Gossypium*, *Rubus*, ...) parecen haber participado también en este Intercambio a escala geológica
- ✓ más que diversidad genética espacial, hemos mostrado una variación de linajes con diferente historia, lo que resalta aún más su valor irremplazable



Migrantes del Norte

Migrantes del Sur

Gracias !

Migrantes del Norte

Migrantes del Sur

