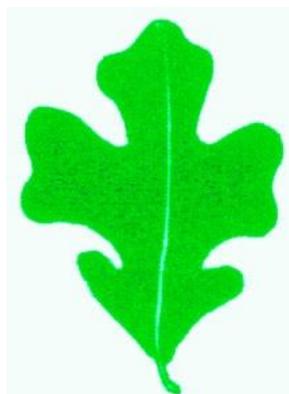
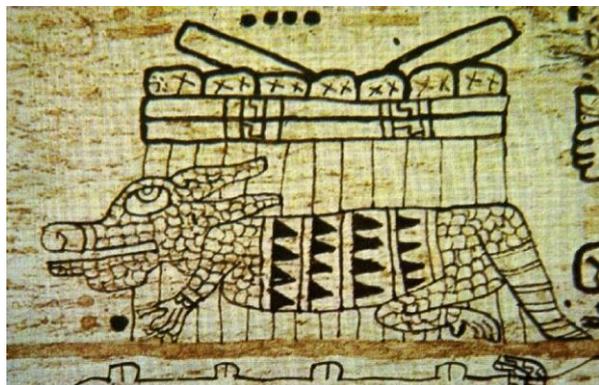
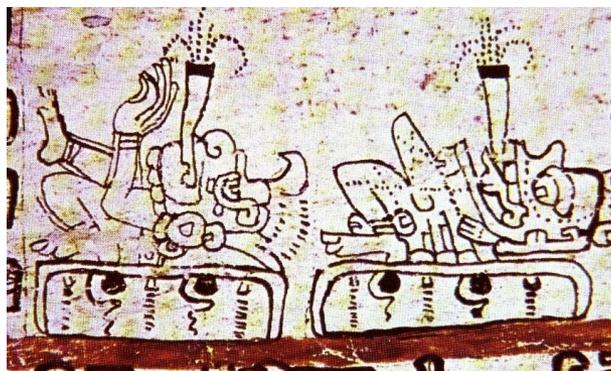
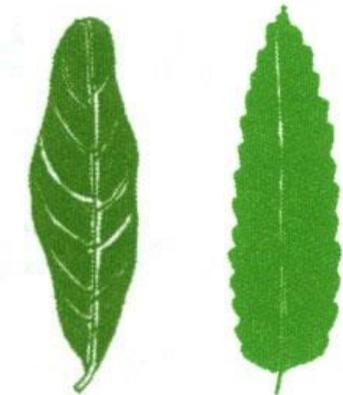


# Los caminos de los Mazatl, Ayotochtli, Ahuatl, Yetl, y Etl :



flujos genéticos de largo alcance y sus consecuencias



D.G. Debouck

6<sup>to</sup> 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):

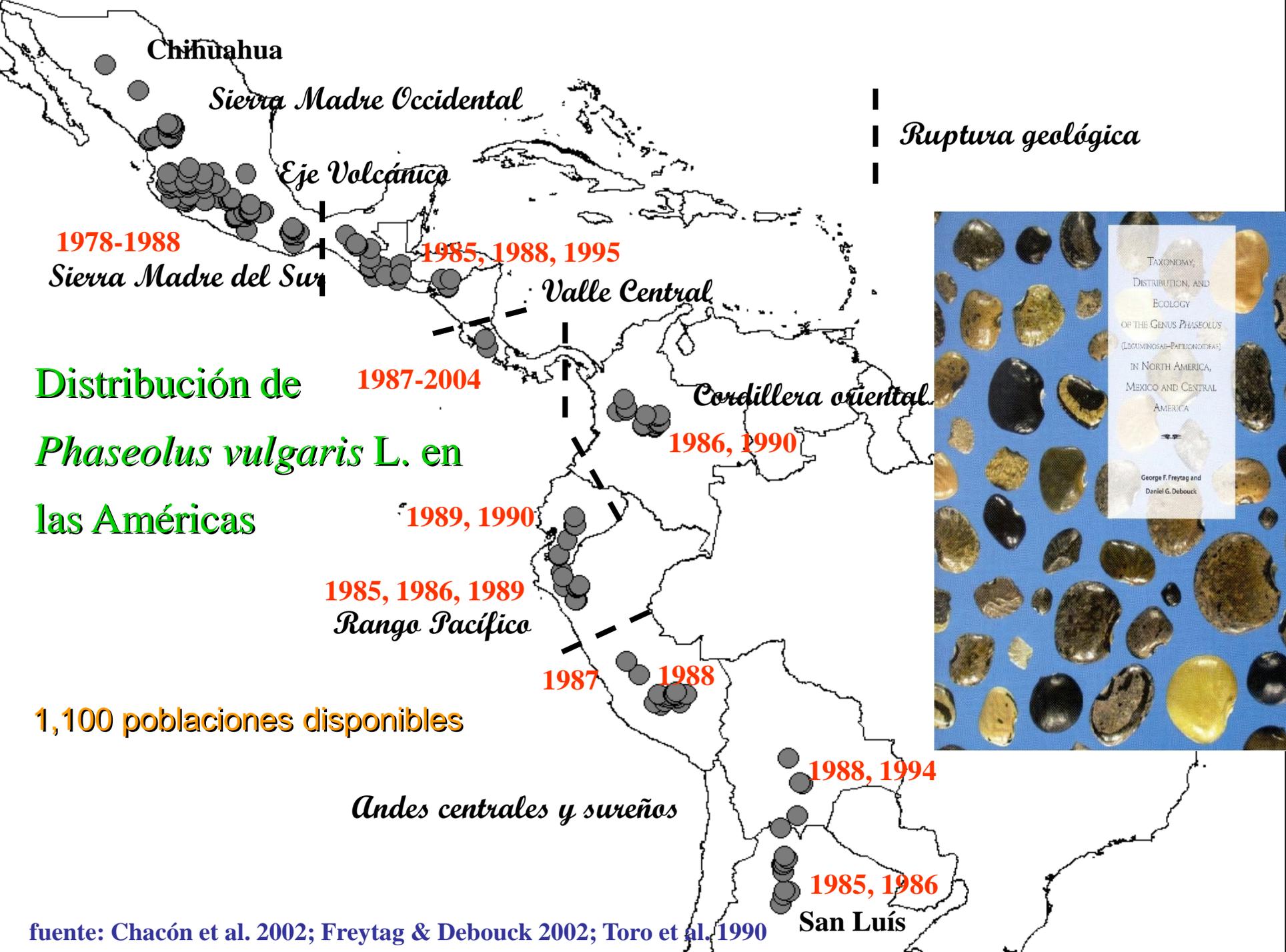
Singh et al. 1991

Ubicación de los sitios de domesticación:

Chacón et al. 2005



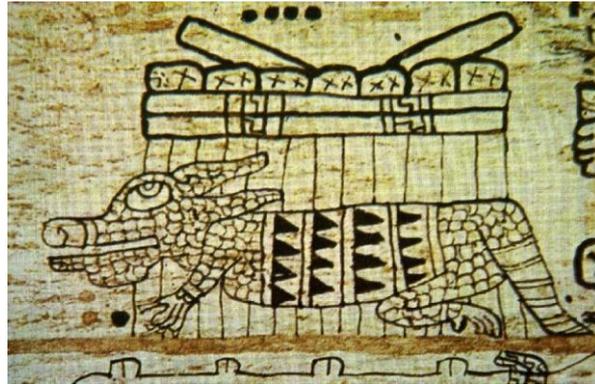
ya que el fenotipo engaña: entender primero las diferencias en la forma silvestre



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



*mazatl* = venado

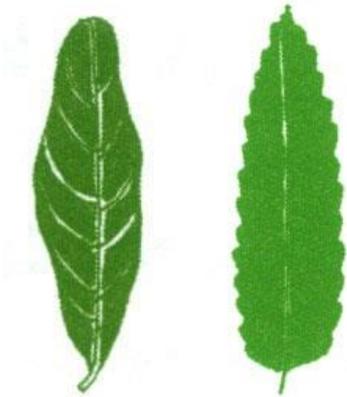


*ayotochtli* = armadillo

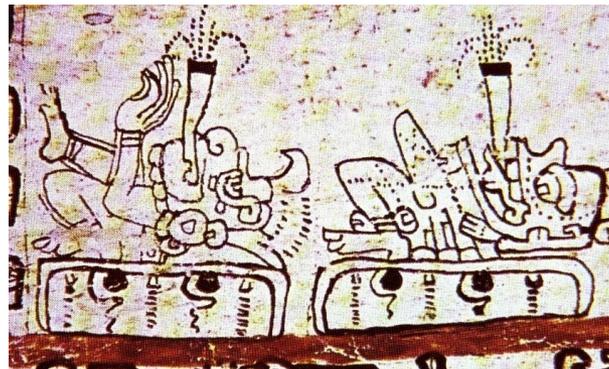


*ahuatl* = encino, roble

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



*ahuatl* = encino, roble



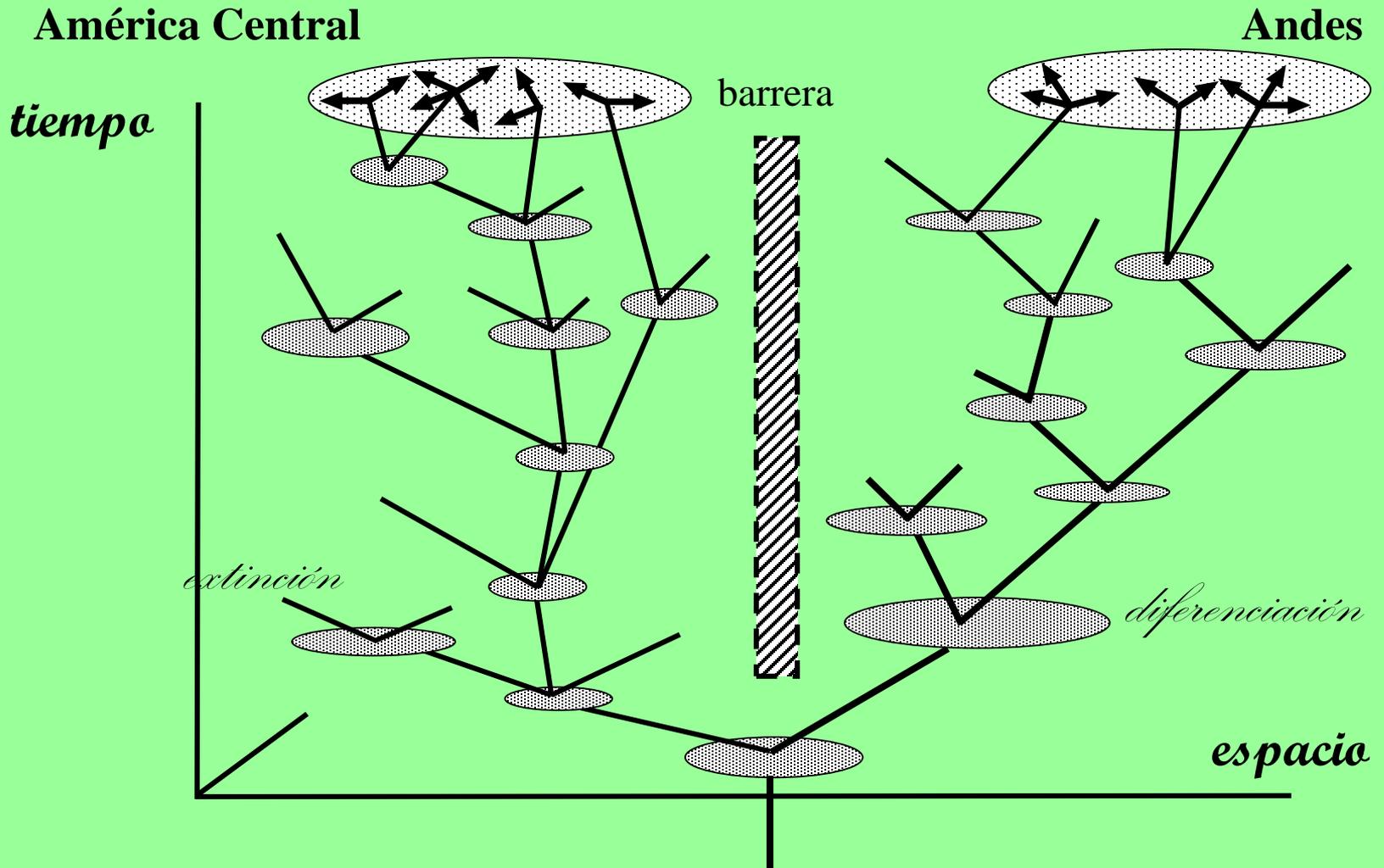
*yetl* = tabaco



*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:*

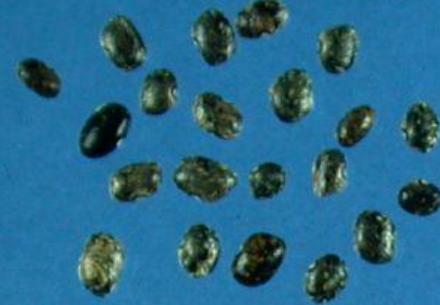
*RFLPs mtDNA, RAPDs nDNA*

*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

Azurdia et al. 2001

Gepts et al. 1986

Becerra & Gepts 1994

## *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*

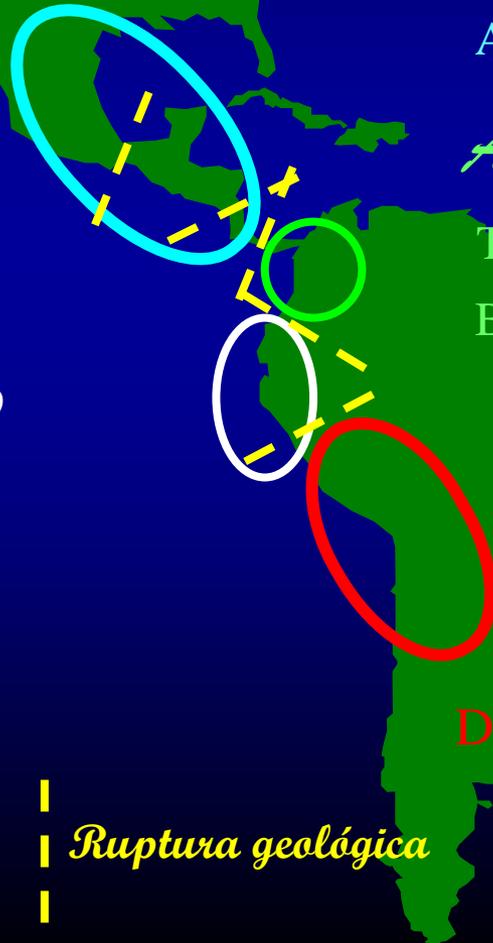
Gepts et al. 1986

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 :

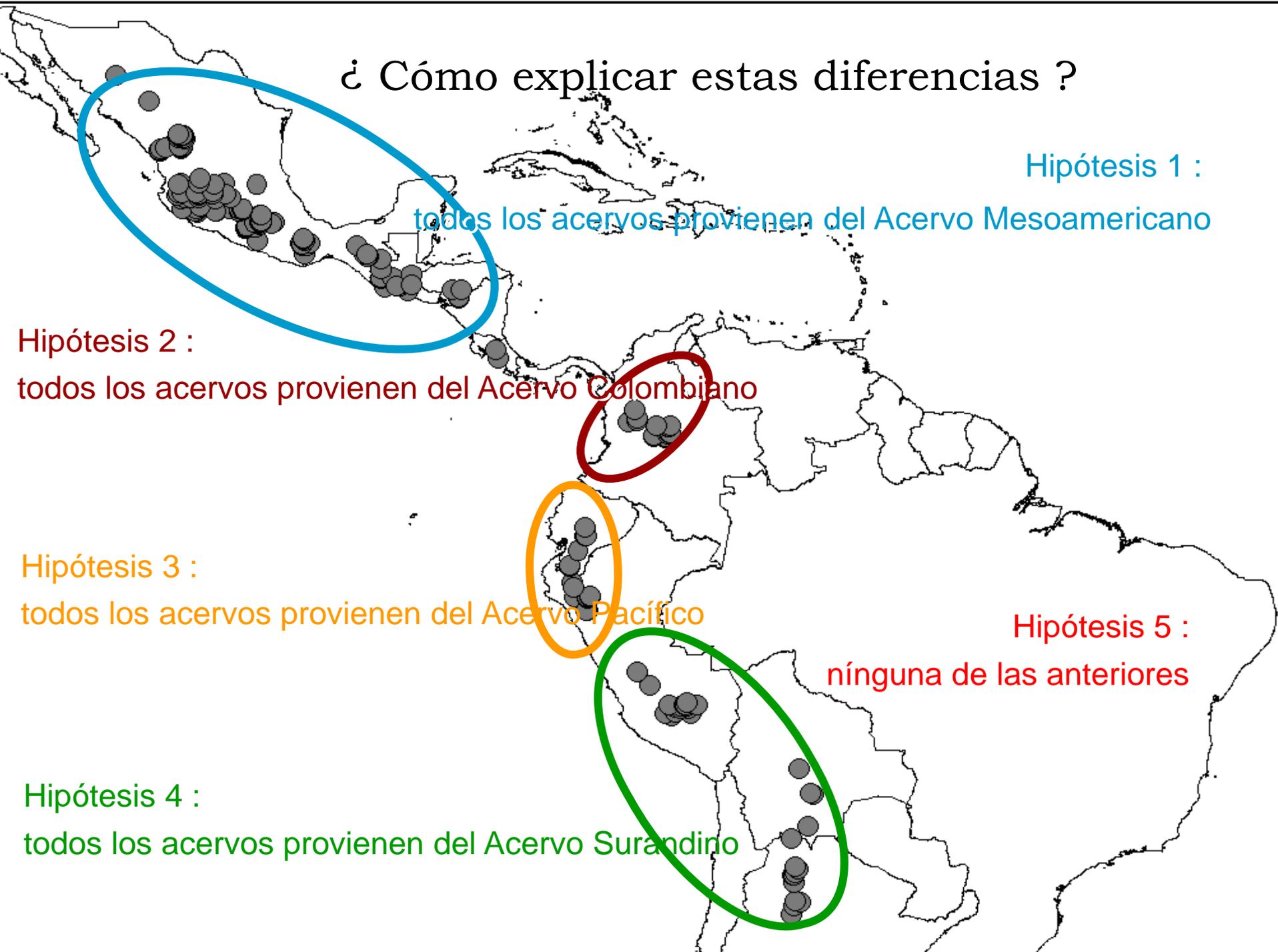
todos los acervos provienen del Acervo Pacífico

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

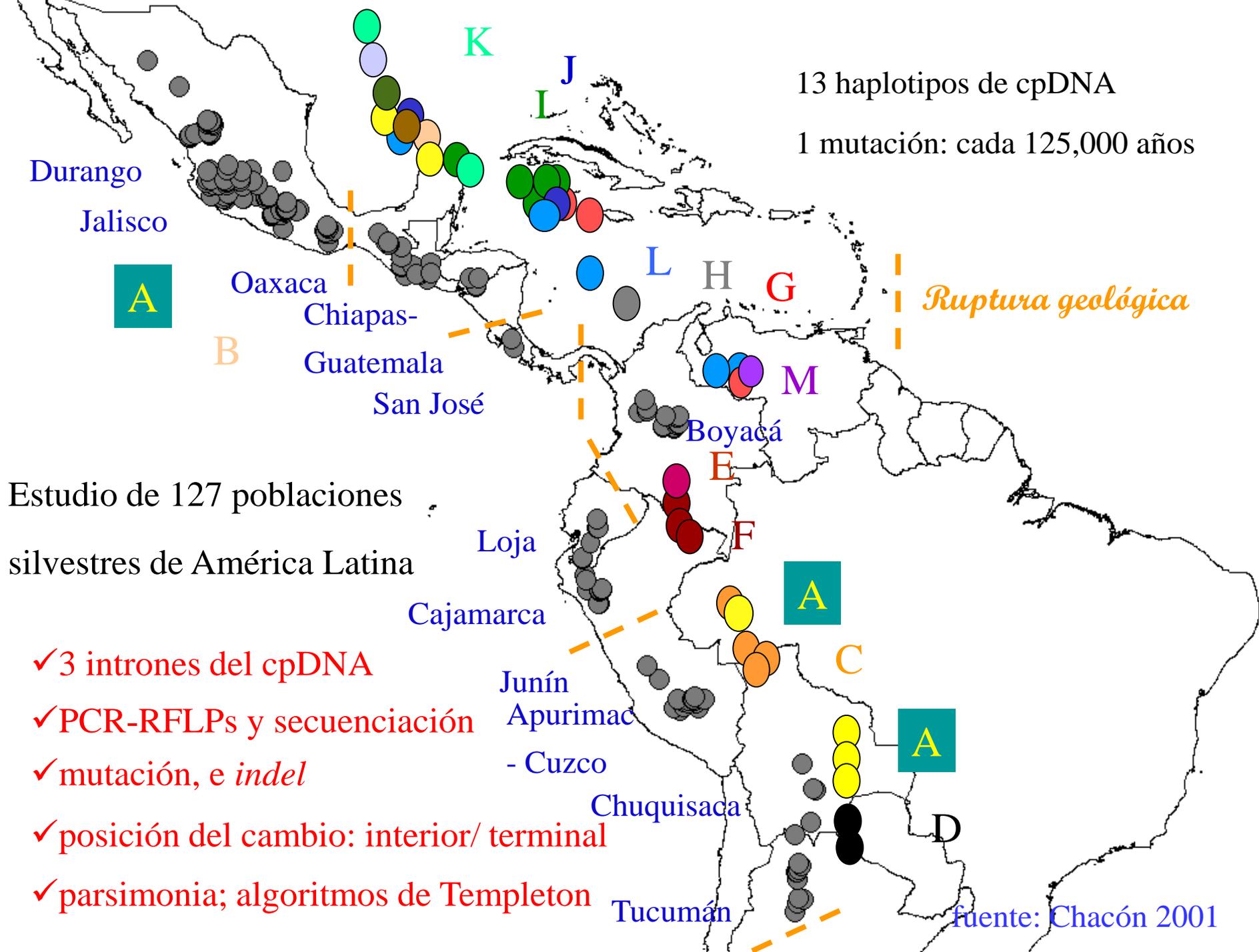
- ✓ Tasa de mutación ‘lenta’

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

- ✓ Neutralidad frente a procesos de selección

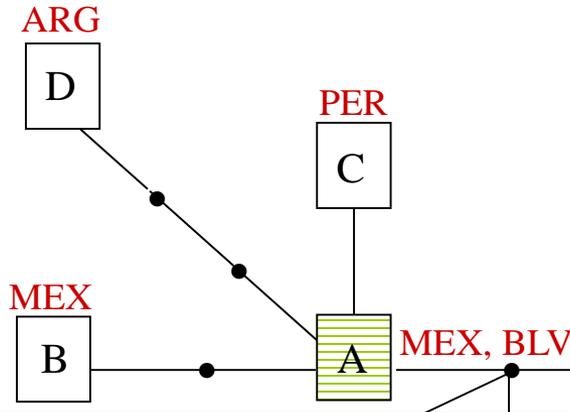
uso de *intrones* o secuencias de DNA no codificante

- ✓ Reproducibilidad en la experimentación



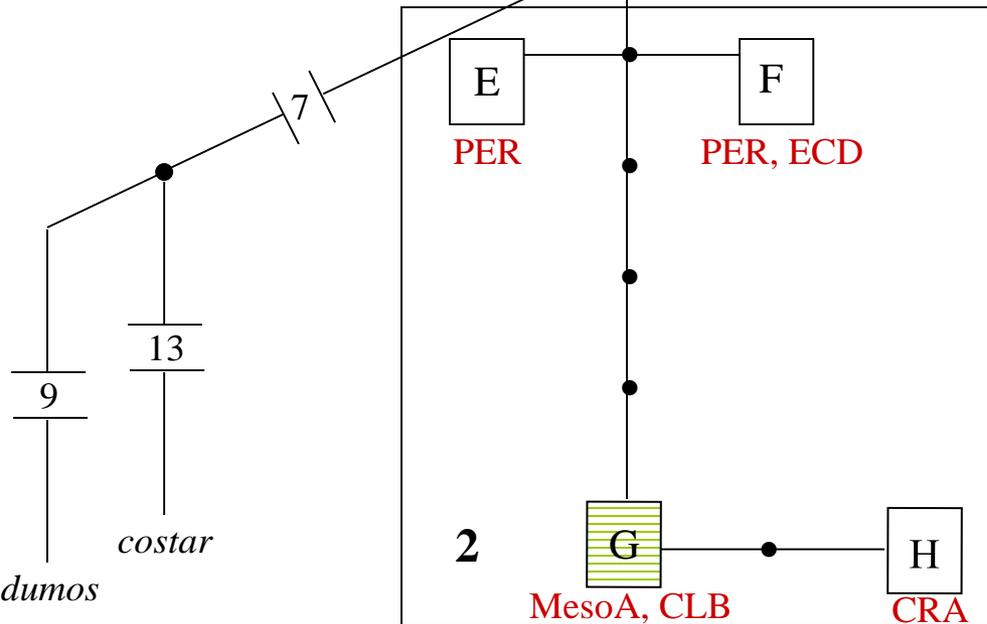
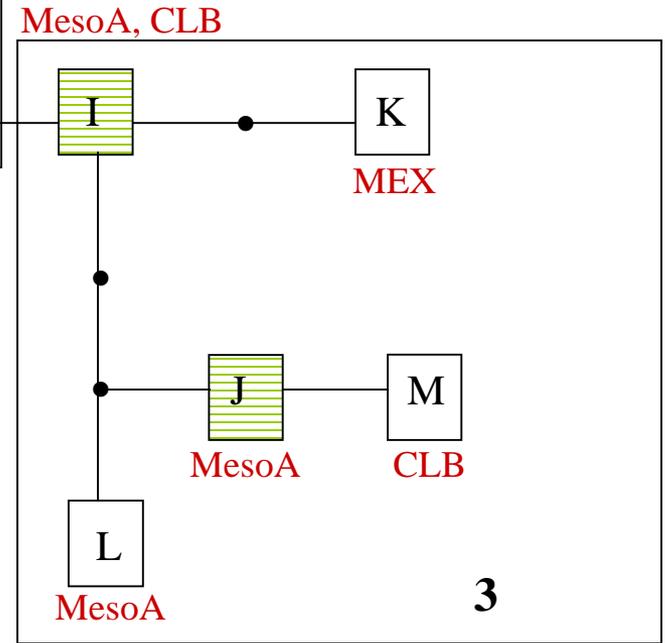
1

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



raíz de la red

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



2

● haplotipo extinto  
según Chacón et al. 2007

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

# LATE PLIOCENE ~3 MA

Tempisque-San Carlos-  
N. Limon Corridor

plataforma marina

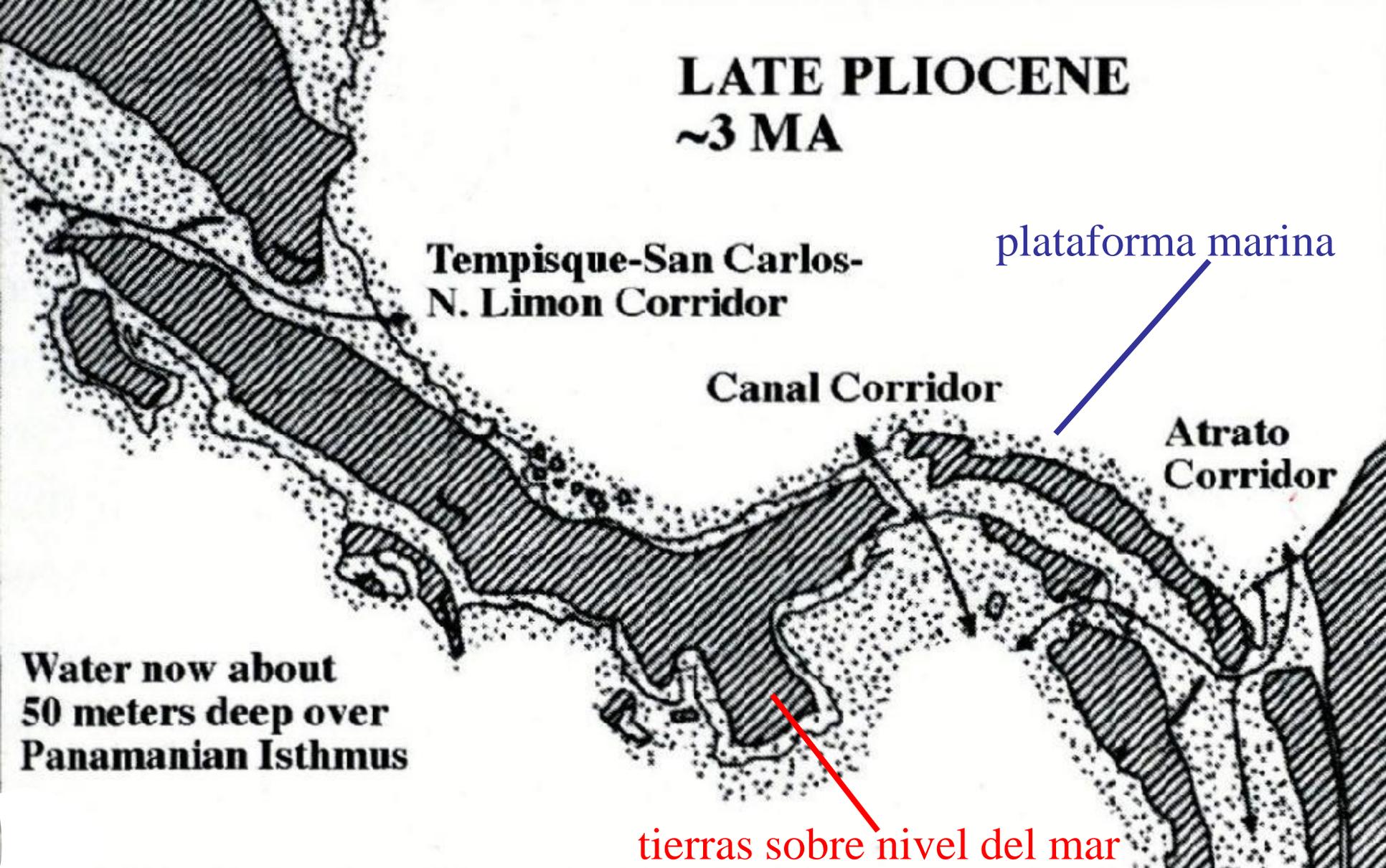
Canal Corridor

Atrato  
Corridor

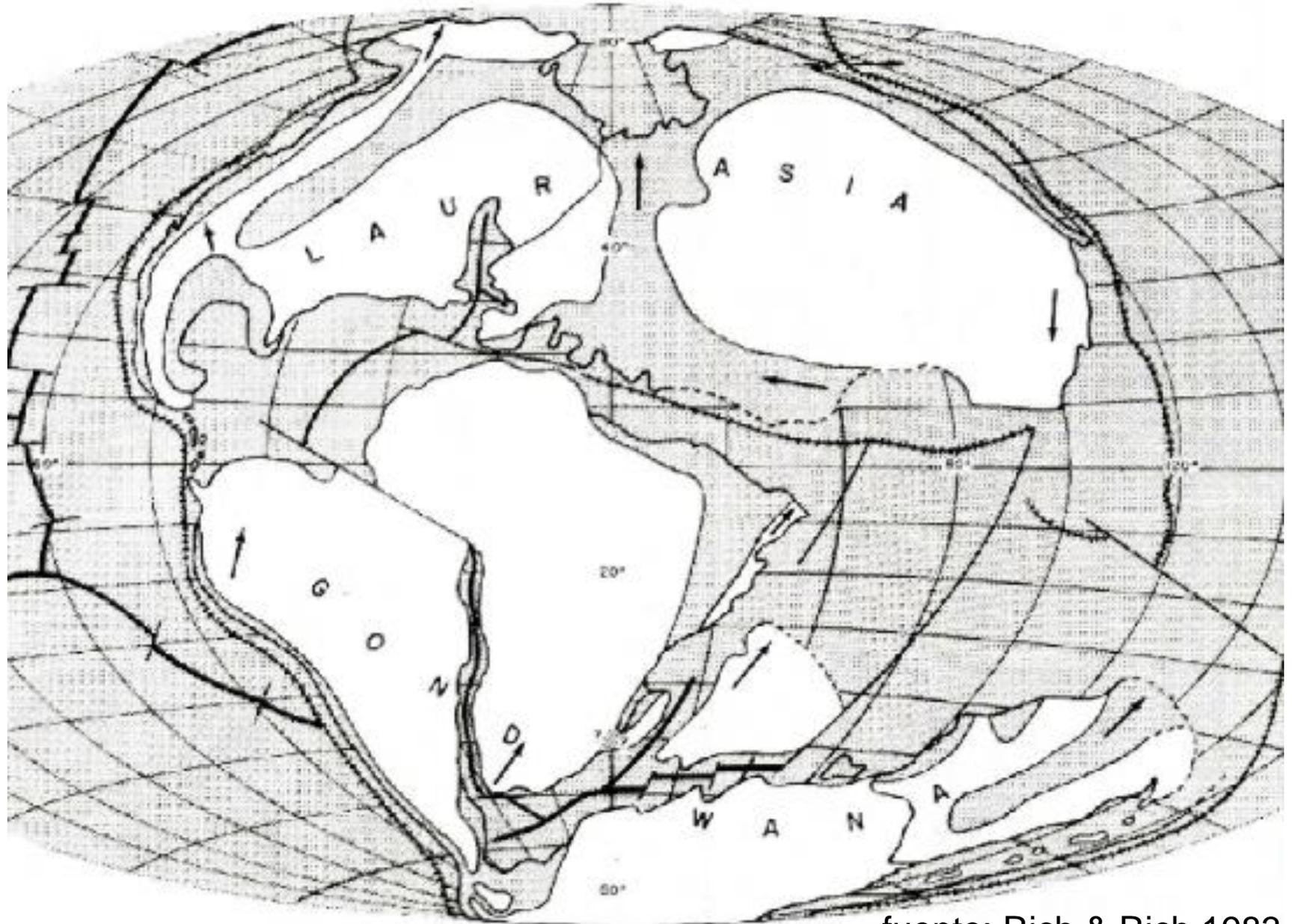
Water now about  
50 meters deep over  
Panamanian Isthmus

tierras sobre nivel del mar

desde Coates, 1997

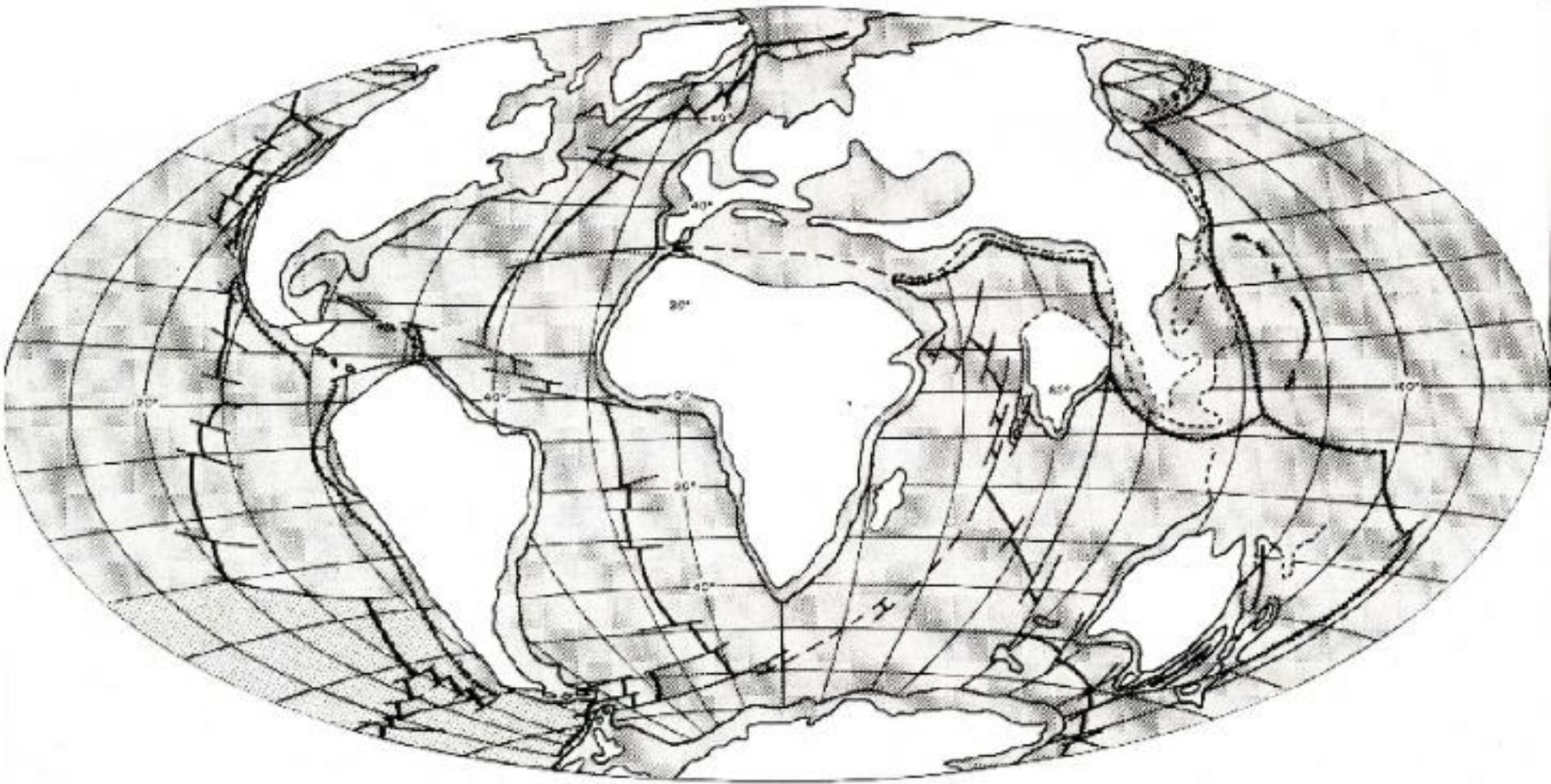


# El mundo en el Jurásico tardío, hace 135 mi años



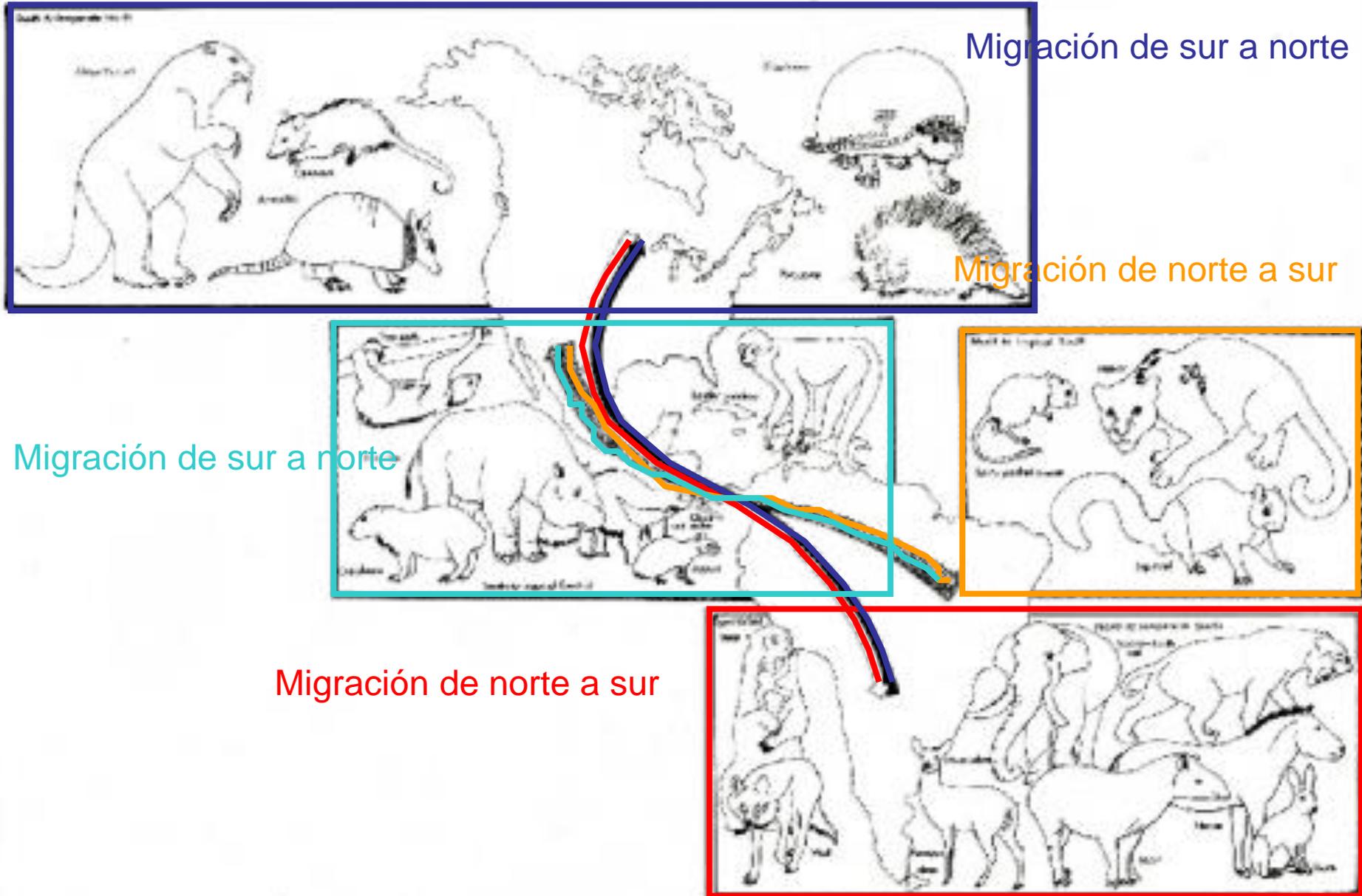
fuentes: Rich & Rich 1983

## El mundo en el Oligoceno, hace 35 mi años



fuentes: Rich & Rich 1983

# El Gran Intercambio Biótico Americano



## 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

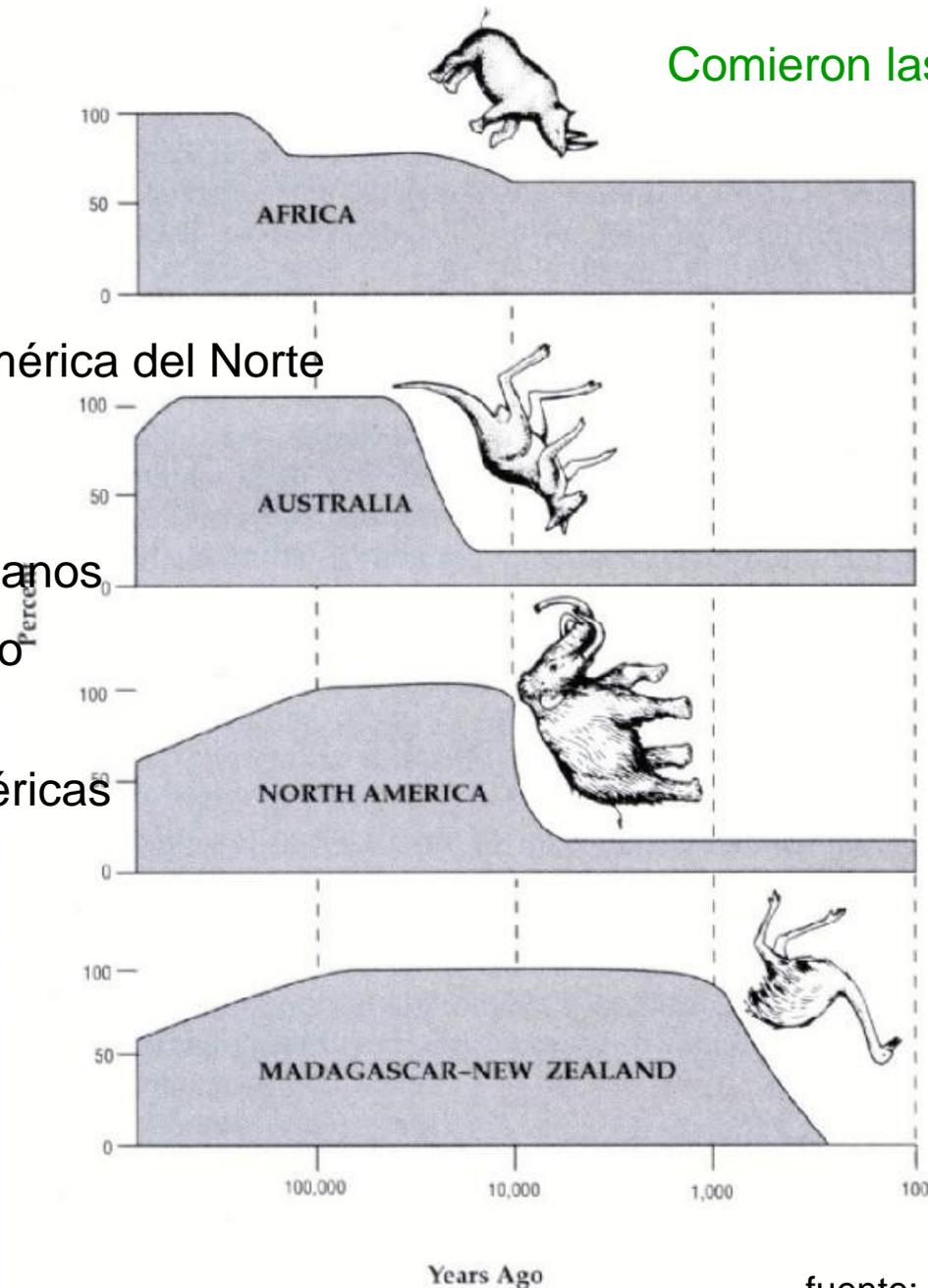
al inicio del Cuaternario

re-introducido en las Américas

en 1496

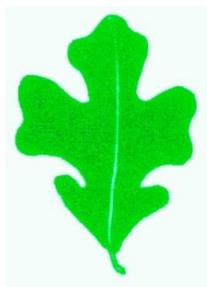
causa parcial del fin del

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*

