

# **INFERENCIA FILOGENÉTICA**

## **I. ARGUMENTACIÓN HENNIGIANA**

### **I. MÁXIMA PARSIMONIA**

### **2. DISTANCIA**

### **3. MÁXIMA VEROSIMILITUD**

### **4. INFERENCIA BAYESIANA**

# **INFERENCIA FILOGENÉTICA**

## **I. ARGUMENTACIÓN HENNIGIANA**

### **1. MÁXIMA PARSIMONIA**

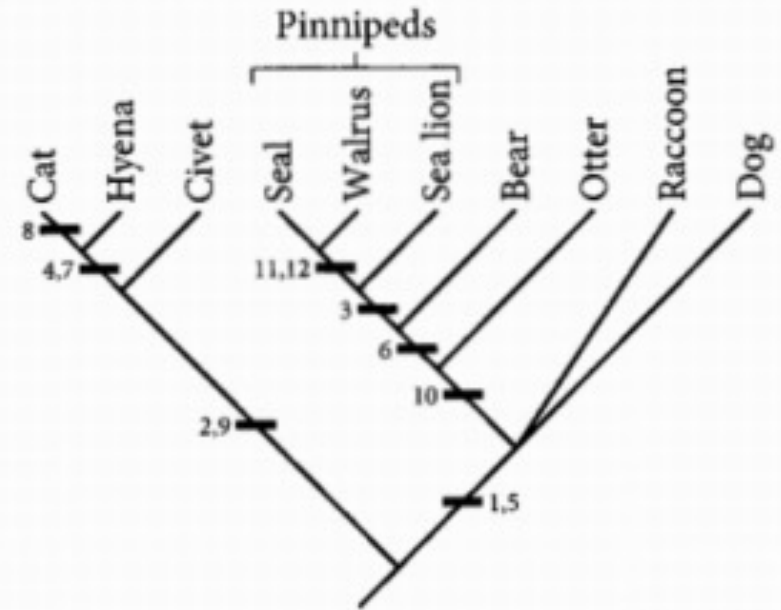
### **2. DISTANCIA**

### **3. MÁXIMA VEROSIMILITUD**

### **4. INFERENCIA BAYESIANA**

# Algunos problemas con la argumentación Hennigiana

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Outgroup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cat	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Hyena	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Civet	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Dog	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Raccoon	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bear	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Otter	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Seal	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
Walrus	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
Sea lion	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0



- Polarización *a priori* de caracteres (grupo ajeno = ancestral)
- El método asume que **no hay homoplasia** (poco realista)
  - Caracteres inconsistentes con otros violan el modelo Hennigiano
- Imposible evitar errores o malas interpretaciones al codificar caracteres

# **CRITERIO DE OPTIMALIDAD**

- Medida que permite decidir, con base en un conjunto de datos, cuales árboles (hipótesis) son mejores y cuales son peores

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

**Cuchilla de Occam:** la mejor hipótesis para explicar un proceso es aquella que requiere el menor número de suposiciones

**En inferencia filogenética:** el mejor árbol es aquel que explica los datos observados con la menor cantidad de homoplasia posible (menos transformaciones)

# **I. MÁXIMA PARSIMONIA**

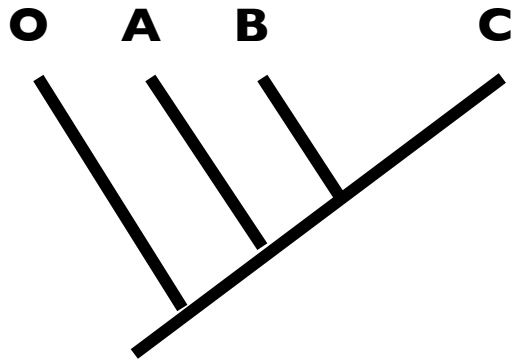
## **IMPLEMENTACIÓN**

1. Contar el mínimo número de cambios (pasos) de cada caracter en un árbol determinado
2. Sumar todos los números de pasos para determinar la LONGITUD DEL ÁRBOL
3. Repetir en los otros árboles alternativos y escoger aquel con la menor longitud con el ÁRBOL MÁS PARSIMONIOSO

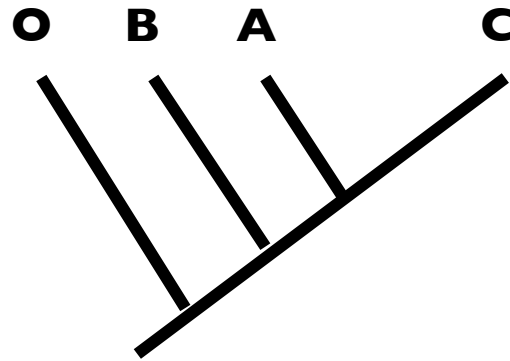
# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## EJEMPLO

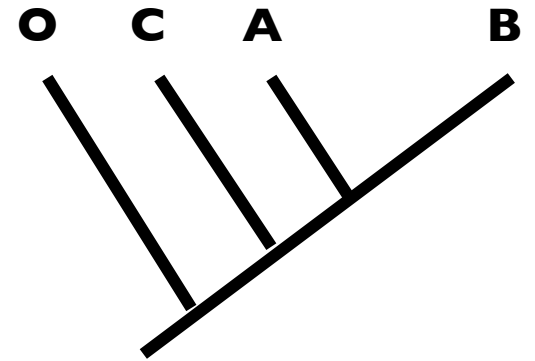
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	1	0	0	0	1	1	0
B	1	1	0	1	1	1	1	1
C	0	0	1	1	0	0	0	0



Árbol 1



Árbol 2

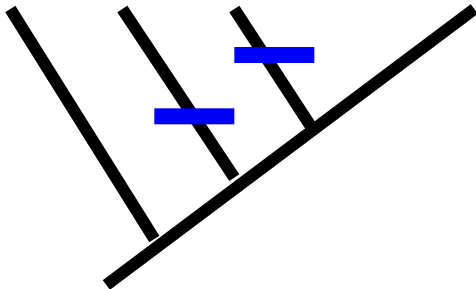


Árbol 3

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

	1	2	3	4	5	6	7	8
O	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	1	0	0	0	1	1	0
B	1	1	0	1	1	1	1	1
C	0	0	1	1	0	0	0	0

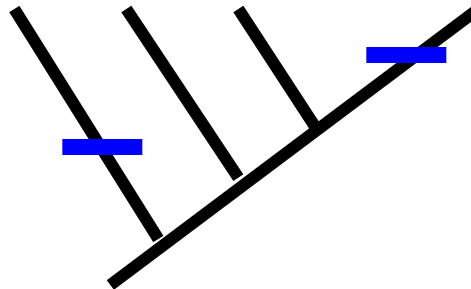
**O = 0   A = 1   B = 1   C = 0**



0 → 1

2 pasos

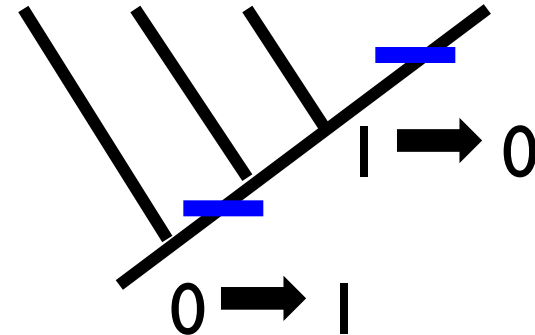
**O = 0   A = 1   B = 1   C = 0**



1 → 0

2 pasos

**O = 0   A = 1   B = 1   C = 0**



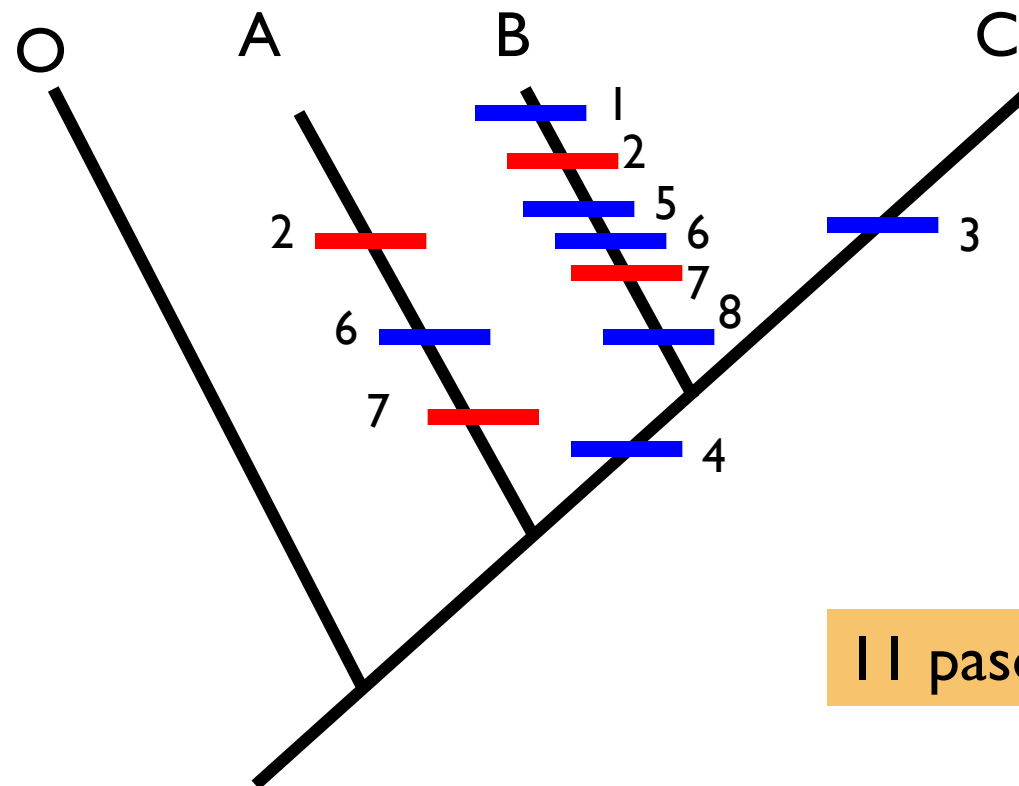
0 → 1

2 pasos



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

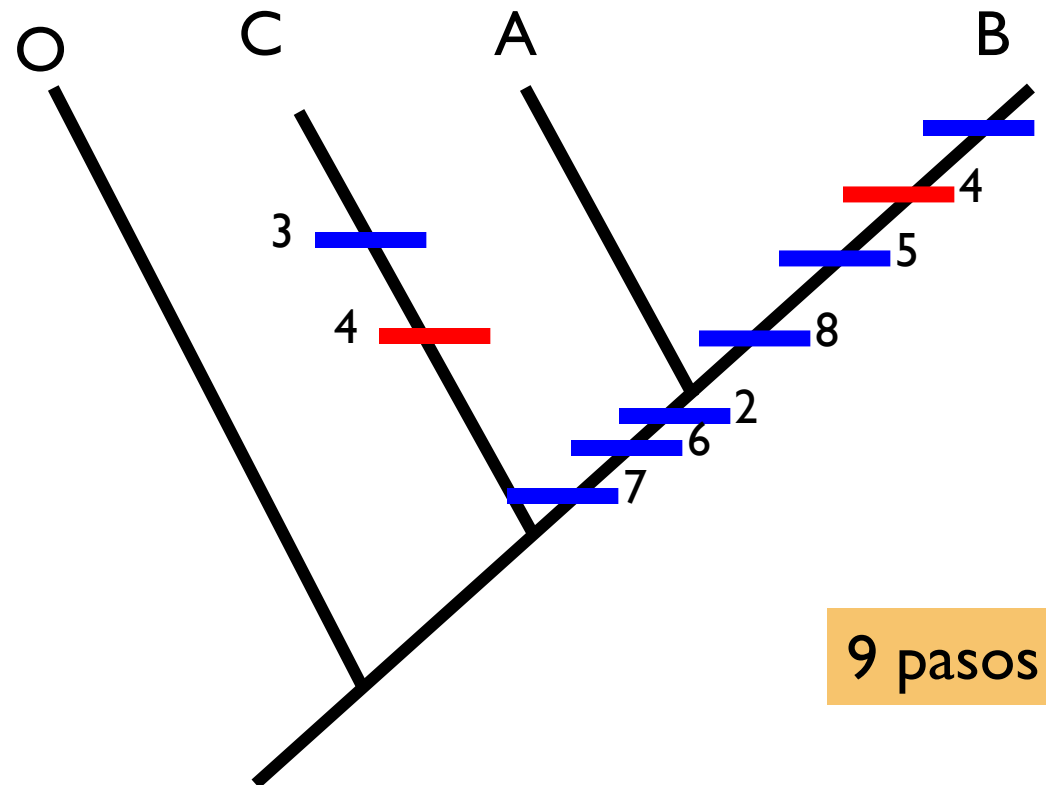
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	1	0	0	0	1	1	0
B	1	1	0	1	1	1	1	1
C	0	0	1	1	0	0	0	0



11 pasos

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

	1	2	3	4	5	6	7	8
O	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	1	0	0	0	1	1	0
B	1	1	0	1	1	1	1	1
C	0	0	1	1	0	0	0	0



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

	1	2	3	4	5	6	7	8	
O	0	0	1	0	1	1	0	0	
A	0	1	1	0	1	0	1	0	
B	1	1	1	1	0	0	1	1	
C	0	0	0	1	1	1	0	0	Total length
Length on tree 1	1	2	1	1	1	2	2	1	11
Length on tree 2	1	2	1	2	1	2	2	1	12
Length on tree 3	1	1	1	2	1	1	1	1	9

Árbol más  
parsimonioso

Caracteres informativos y no informativos para parsimonia

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

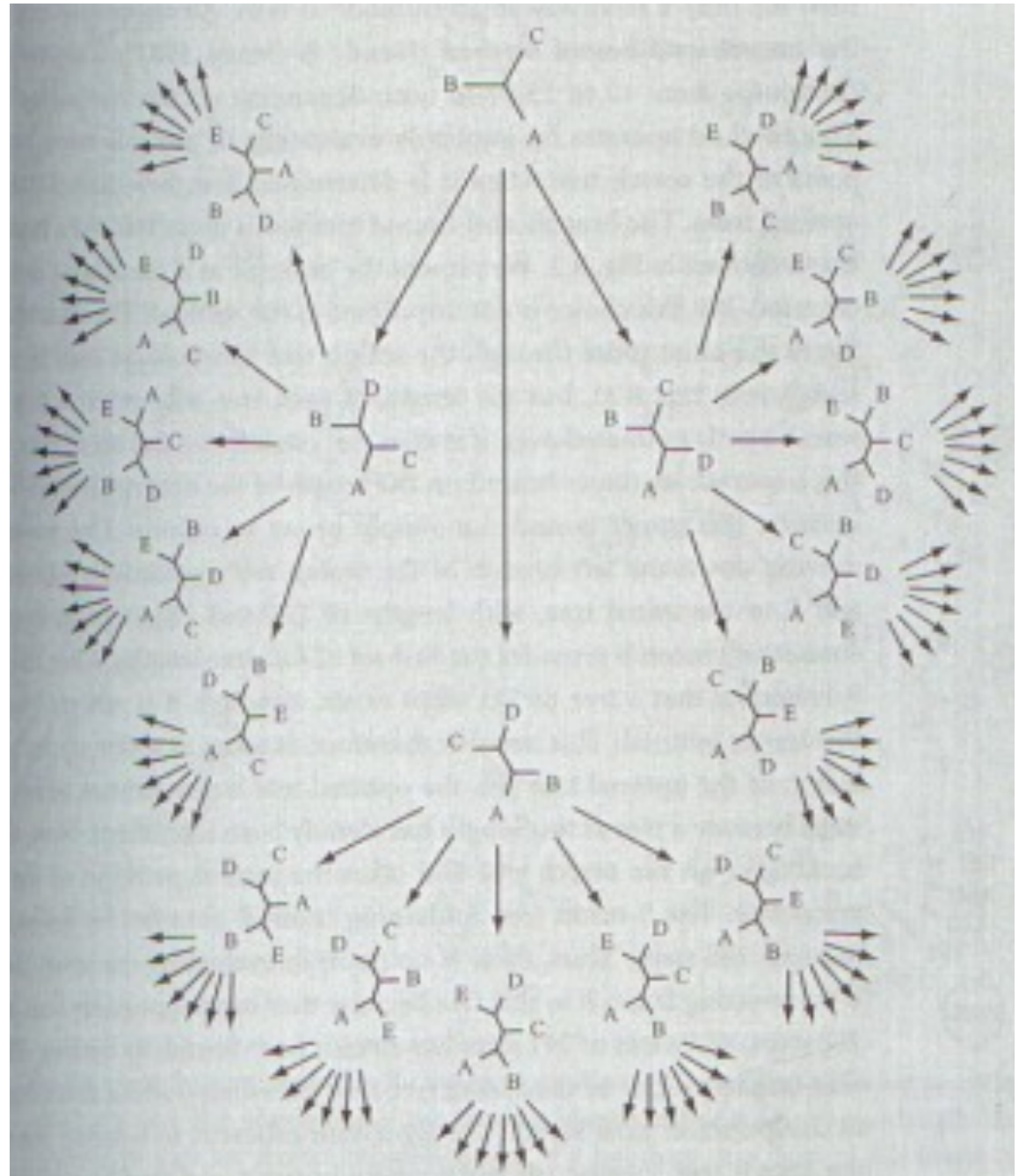
El problema de encontrar  
árboles óptimos...

Taxa	Árboles resueltos
1	--
2	1
3	1
4	3
5	15
6	105
7	945
8	10395
9	135135
10	2027025
11	34459425
12	654729075
13	13749310575
14	316234143225
15	7905853580625
16	213458046676875
17	6190283353629370
18	191898783962510000
19	6332659870762850000
20	221643095476699000000
62	6,66409461 x 10 E 98
63	> 10 E 100

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos exactos:

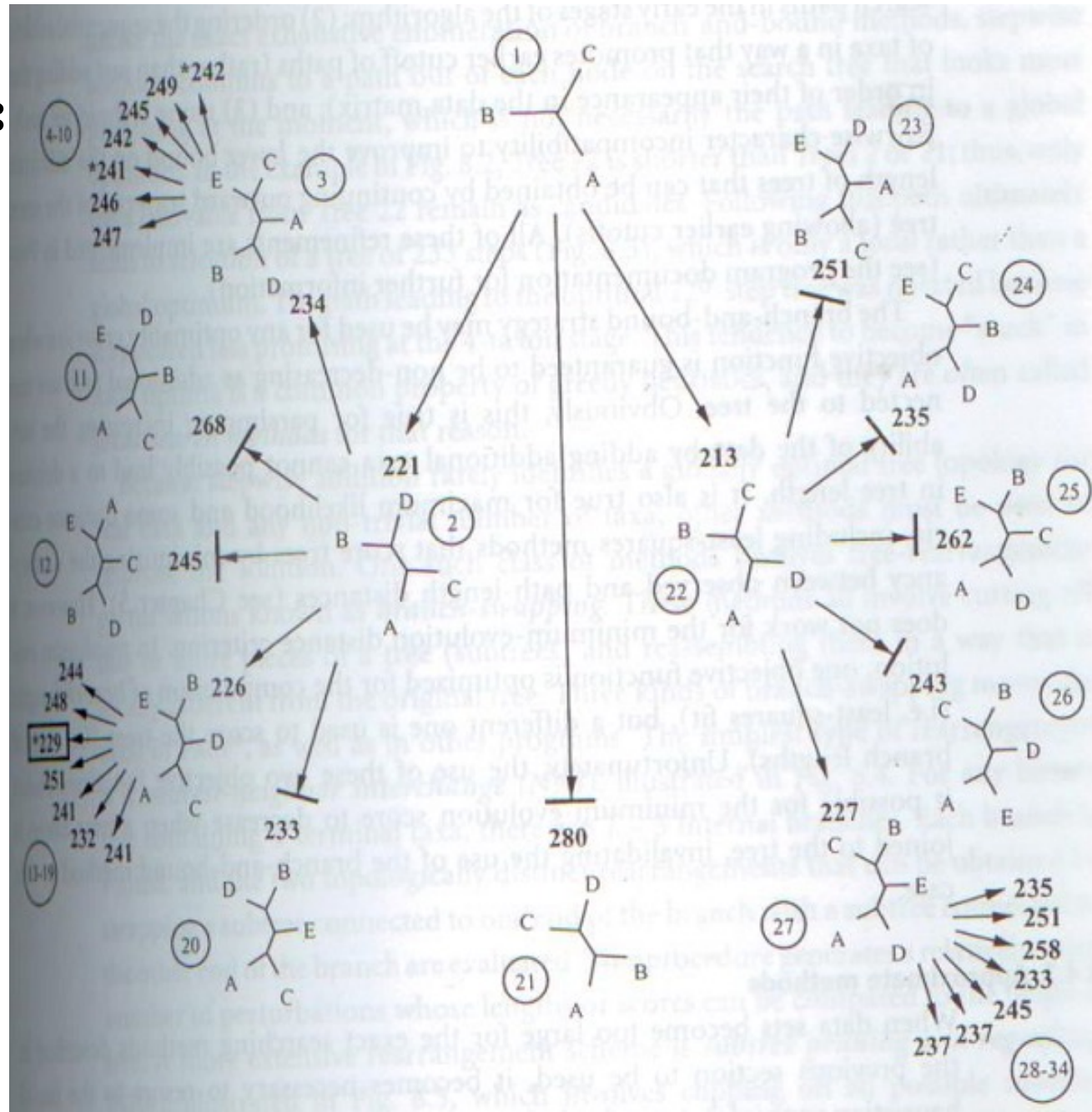
### I. Búsqueda exhaustiva



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos exactos:

### 2. Branch & Bound



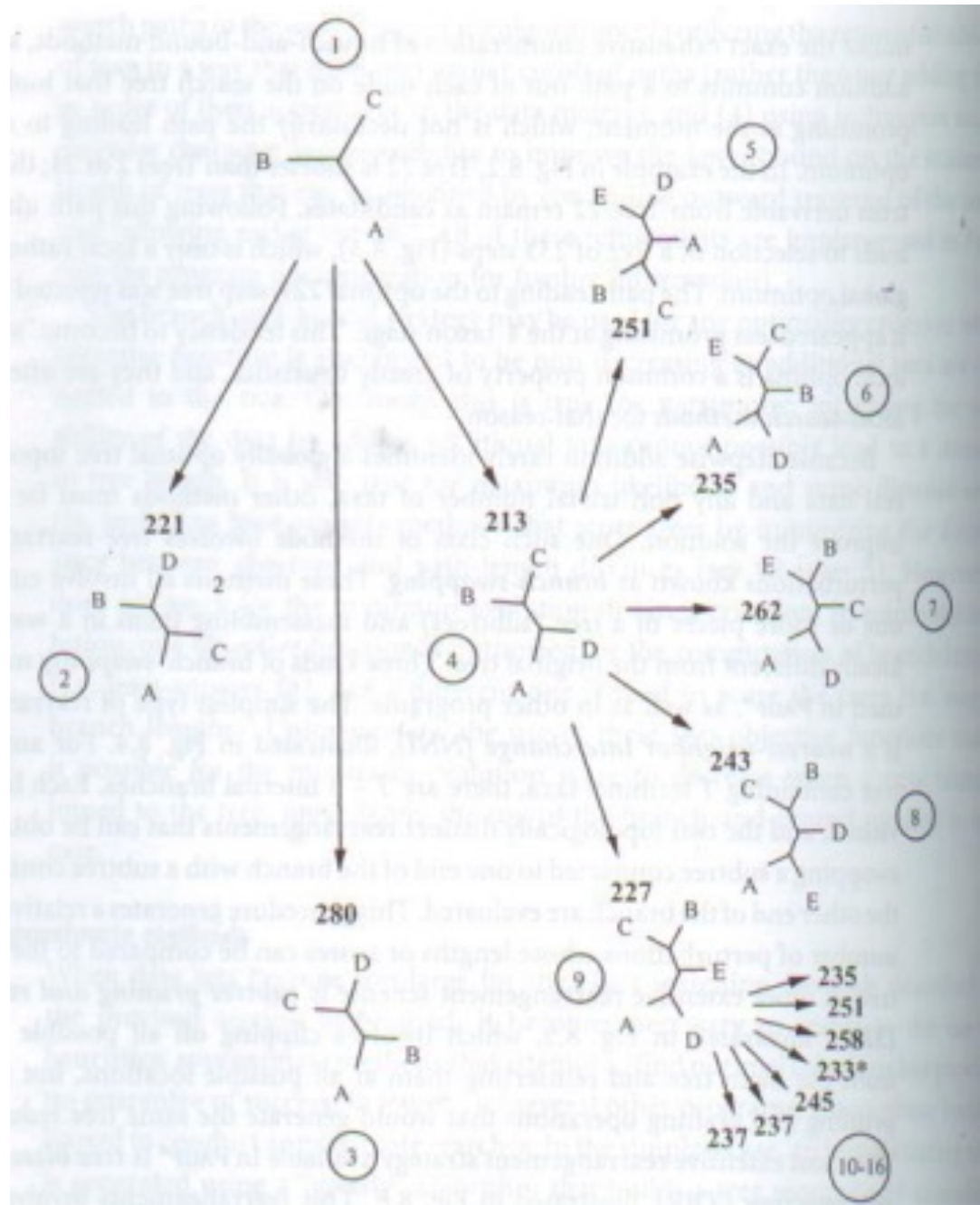


# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos heurísticos:

### I. Buscar árbol inicial:

- Adición paso a paso  
(Stepwise addition)
- Aleatorio

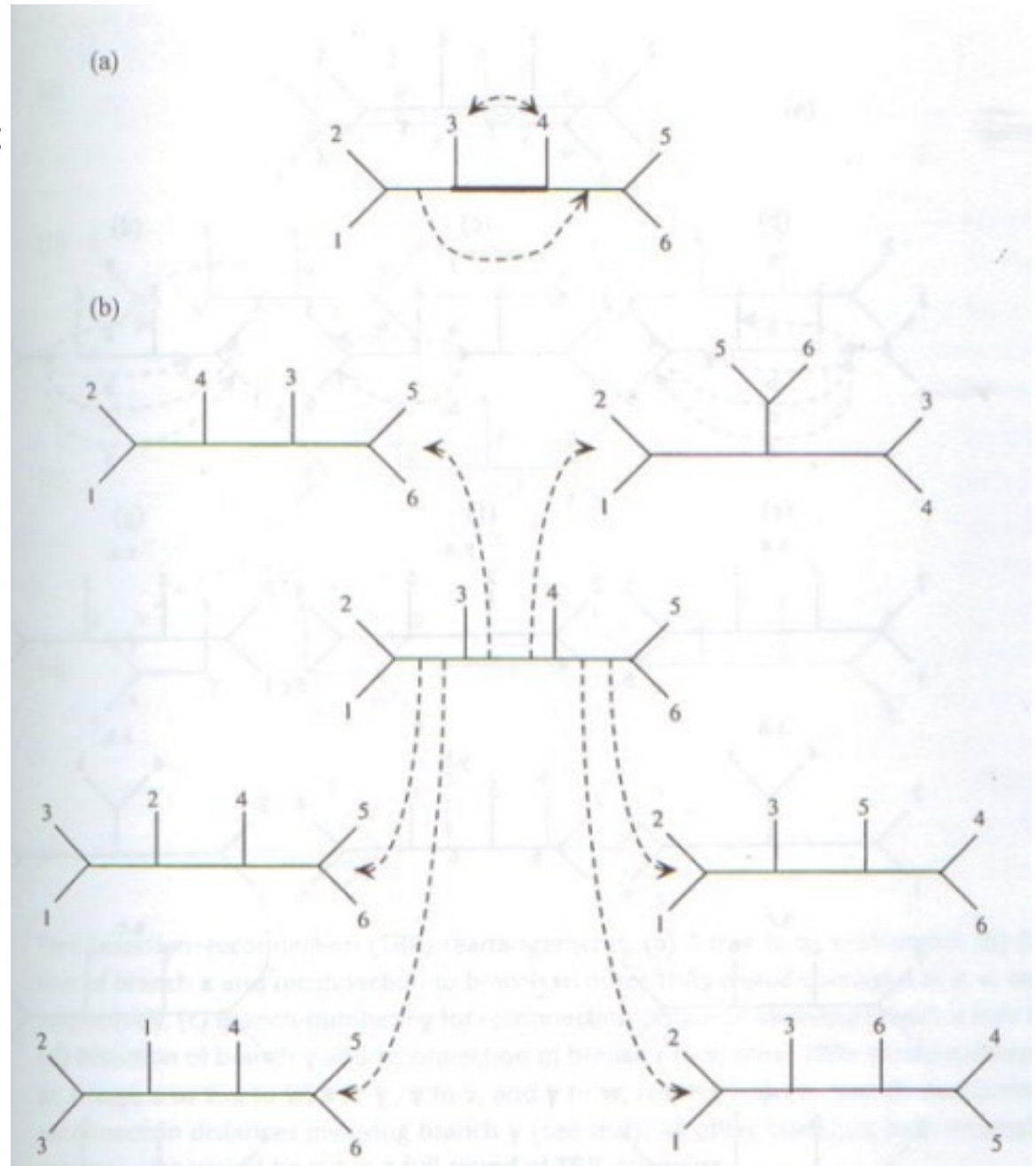


# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos heurísticos:

### 2. Perturbar árbol inicial:

- Nearest Neighbor Interchange (NNI)





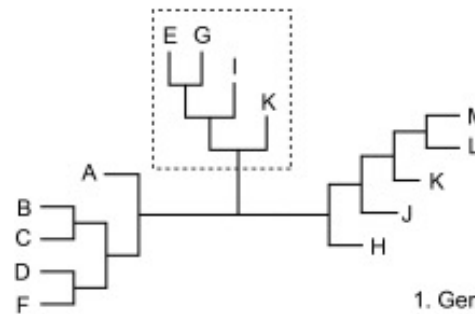
# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos heurísticos:

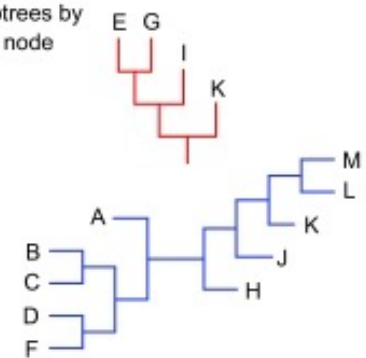
### 2. Perturbar árbol inicial:

- Subtree Pruning & Regrafting (SPR)

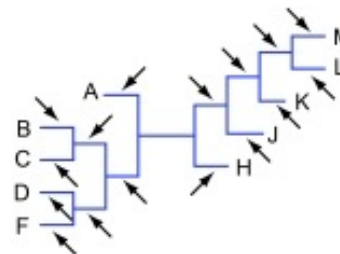
0. Starting tree



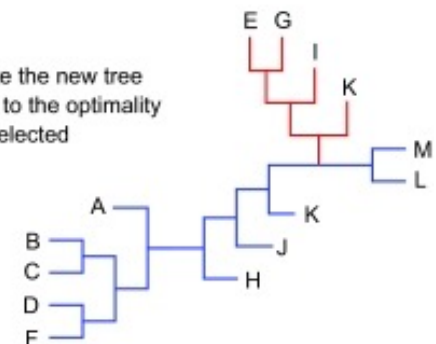
1. Generate two subtrees by breaking an internal node



2. Try to insert the red subtree at each node of the blue subtree

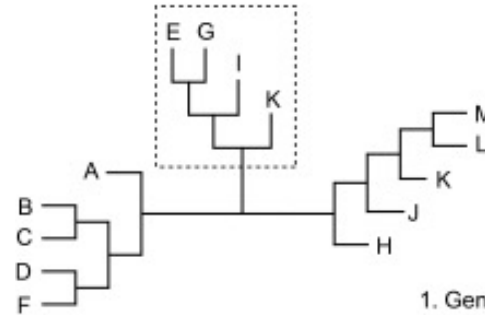


3. Evaluate the new tree according to the optimality criterion selected

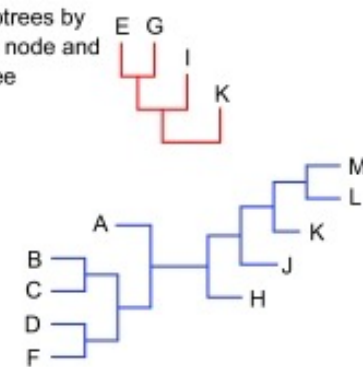


# I. MÁXIMA PARSIMONIA

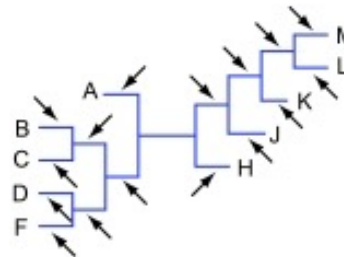
0. Starting tree



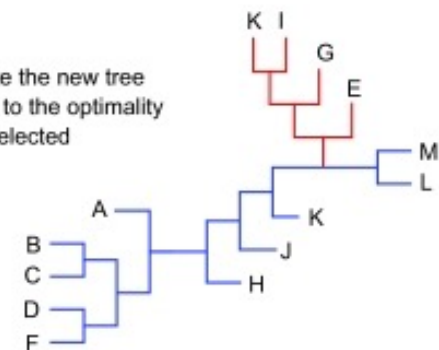
1. Generate two subtrees by breaking an internal node and re-rooting the subtree



2. Try to insert all possible rooted red subtrees at each node of the blue subtree



3. Evaluate the new tree according to the optimality criterion selected



## Métodos heurísticos:

### 2. Perturbar árbol inicial:

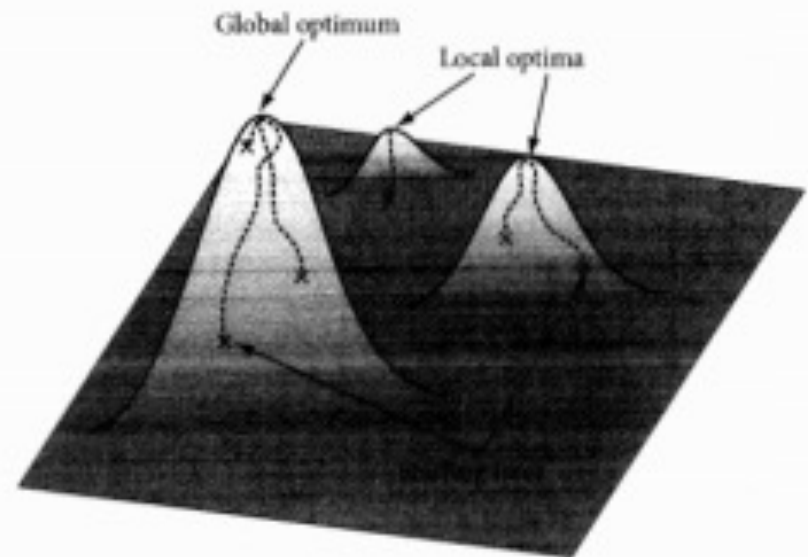
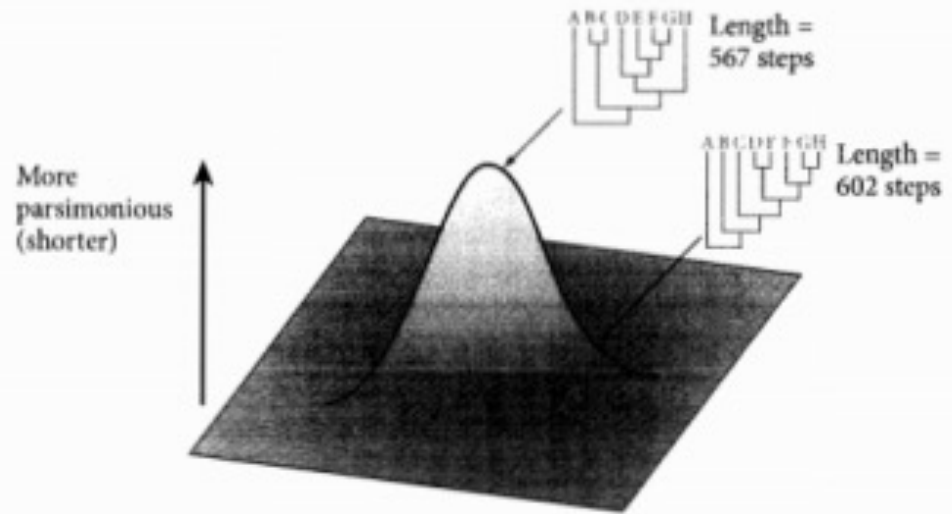
- Tree Bisection & Reconnection (TBR)

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos heurísticos:

3. Visitar óptimos locales para tener óptimo global:

- Réplicas
- Stepwise-random-addition



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Métodos heurísticos:

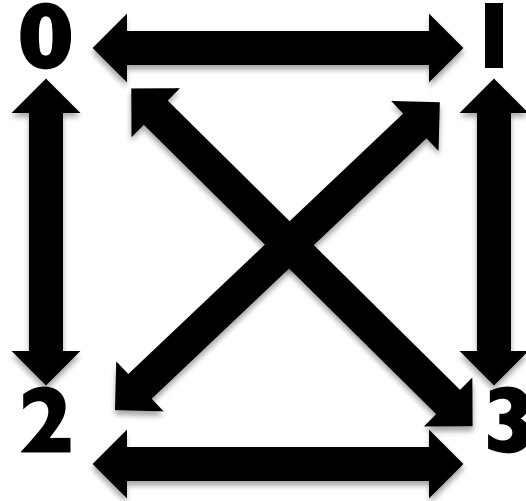
Para más de 100 terminales:

- Nueva Tecnología: Parsimonia RATCHET y Tree-Drifting
  - Sacrifican búsquedas intensivas en islas para poder visitar más islas en el espacio de árboles (escapar de óptimos locales).
  - 2 pasos:
    - Búsquedas en subset de datos con nuevos pesos (para explorar islas)
    - Volver a pesos originales y escoger mejores árboles

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Variaciones de optimización de caracteres en árboles

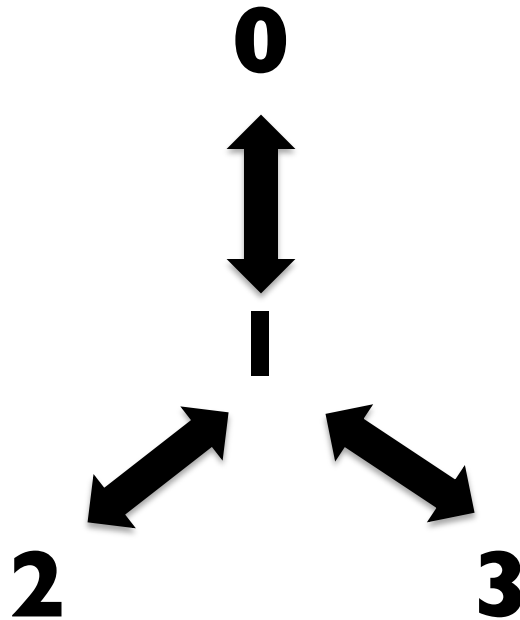
- Caracteres no ordenados o no aditivos (pesos iguales) = **Parsimonia de Fitch**



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Variaciones de optimización de caracteres en árboles

- Caracteres ordenados o aditivos (pesos diferentes de caracter) = **Parsimonia de Wagner**



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

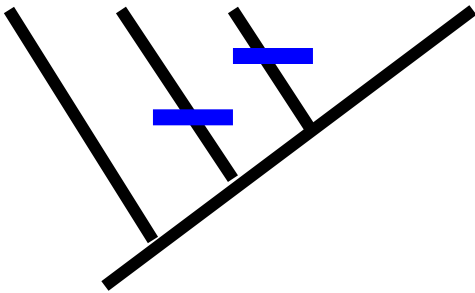
## Variaciones de optimización de caracteres en árboles

- Otras variaciones:
  - **Parsimonia de Dollo**
    - Estado derivado solo ocurre una vez, pero reversiones al estado ancestral pueden ocurrir múltiples veces
  - **Parsimonia de Camil-Sokal**
    - Los estados de carácter son irreversibles
  - **Pesos implicados**
    - Pesaje a posteriori después de un análisis de pesos iguales (homólogos pesan más)

# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## ACCTRAN y DELTRAN

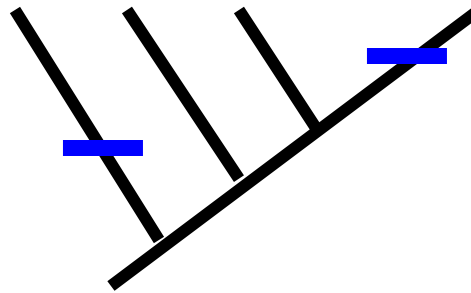
**O = 0 A = 1 B = 1 C = 0**



0 → 1

2 pasos

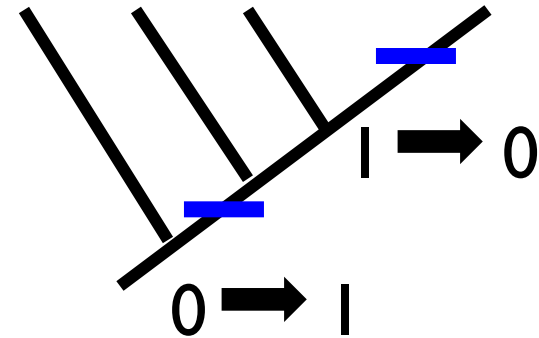
**O = 0 A = 1 B = 1 C = 0**



1 → 0

2 pasos

**O = 0 A = 1 B = 1 C = 0**



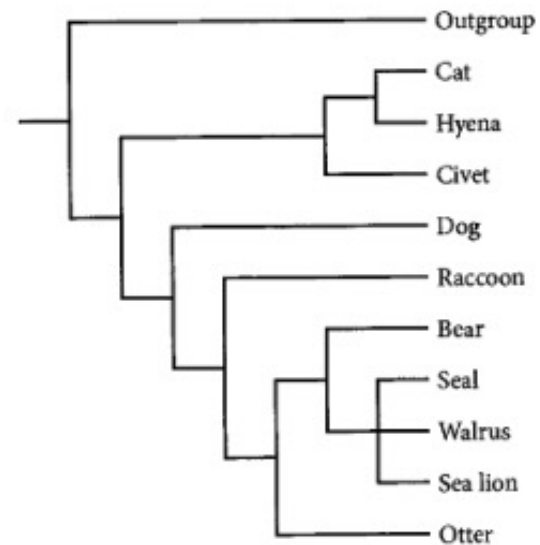
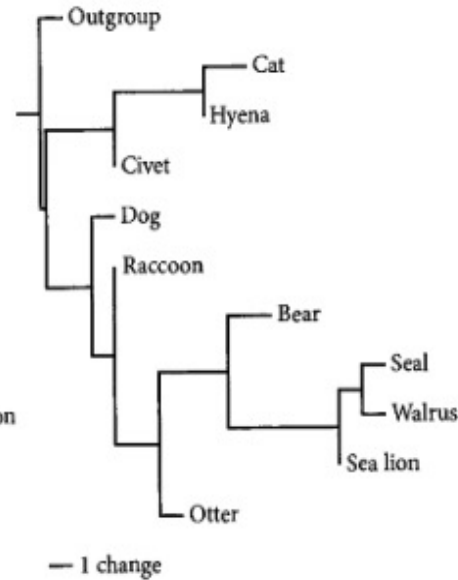
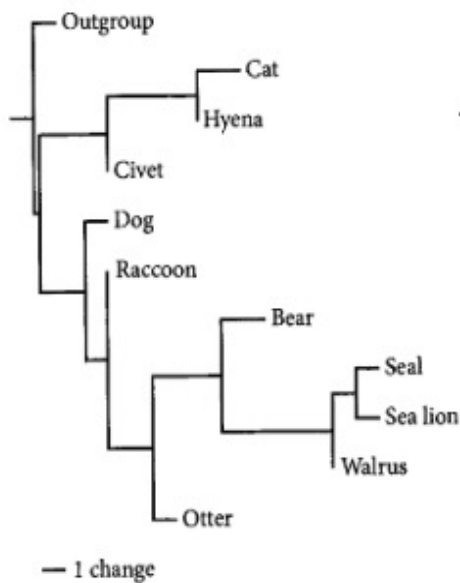
2 pasos

- ACCTRAN: Transformación acelerada (favorece reversiones)
- DELTRAN: Transformación retrasada (favorece los paralelismos)



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

**¿Qué pasa si hay más de un árbol más parsimonioso?**



# I. MÁXIMA PARSIMONIA

## Problemas

- Longitud de ramas no se toma en cuenta (se ignora la tasa de evolución de los caracteres en cada rama)
- Atracción de ramas largas (¡¡entre más caracteres, peor!!)
- Pesaje de caracteres es necesario (aún si son pesos iguales)
  - No hay métodos formales para decidir pesos

# PRÓXIMA CLASE

- Quiz sobre Máxima Parsimonia
- Leer sobre métodos de distancia en caracteres morfológicos (fenética)

# PRIMERA EVALUACIÓN

- Presentación 15 minutos
  - Grupo de estudio
  - Pregunta de investigación
  - Estrategia de selección de taxones
  - Como codificó caracteres y estados de carácter
- Entregar matriz en formato .nex y .tnt con los caracteres y estados de carácter descritos en la matriz
- Calificación:
  - Claridad de la presentación
  - Capacidad de responder preguntas
  - Calidad de la matriz de datos