

# Evolución de los cromosomas

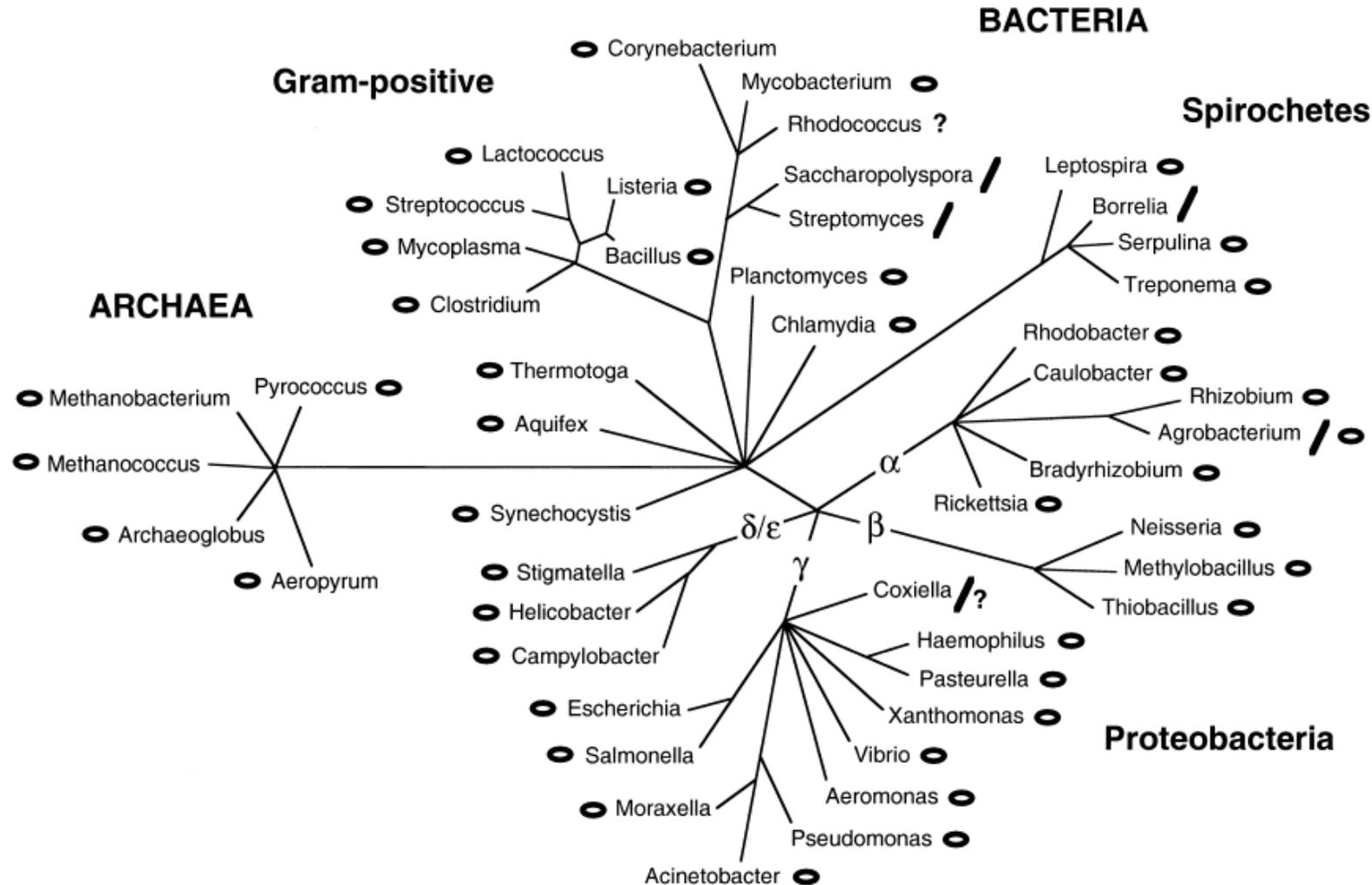
Evolución Orgánica

B-405

II Semestre 2024

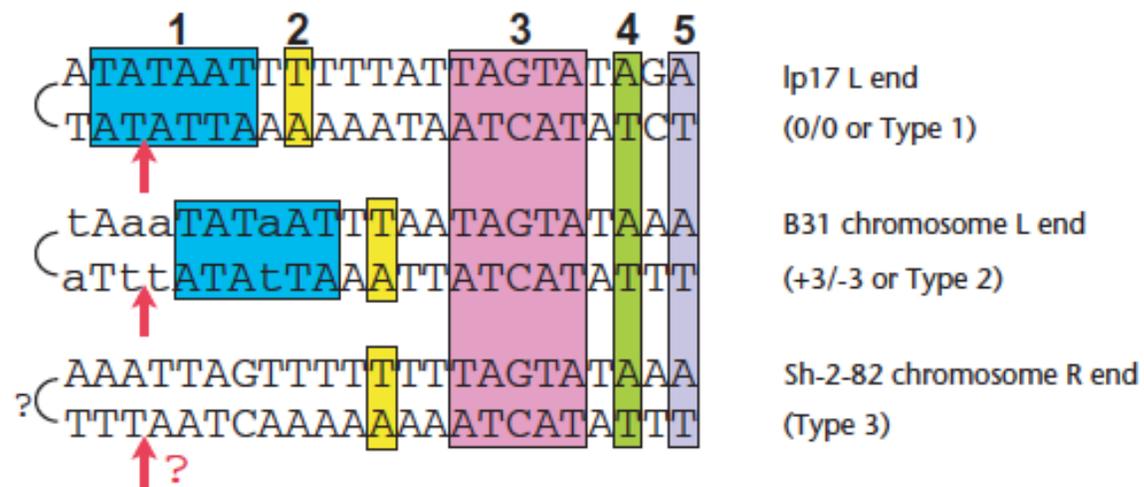
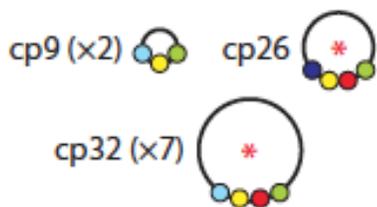
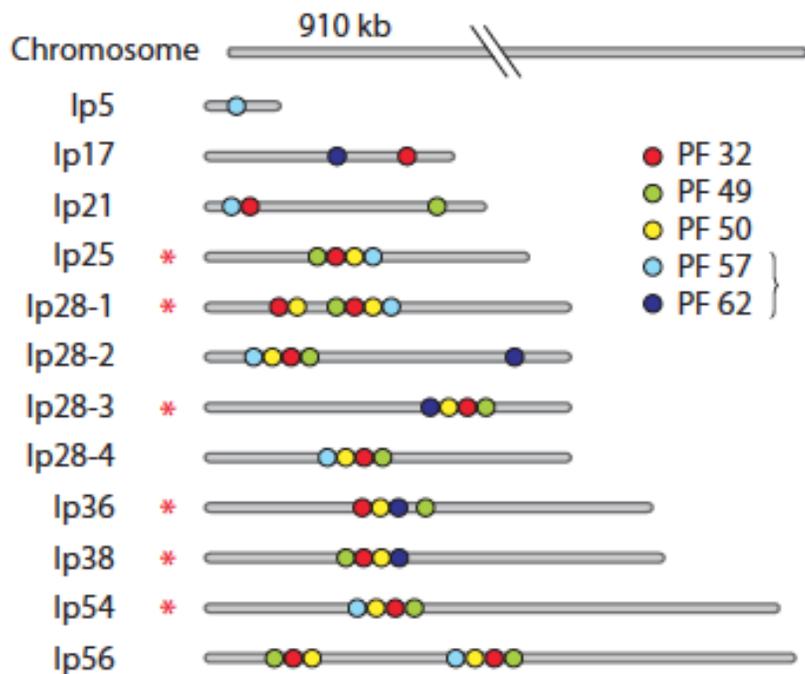
# Distribución de cromosomas circulares y lineares en procariotas

(Volf & Atenbuchner, 2000)

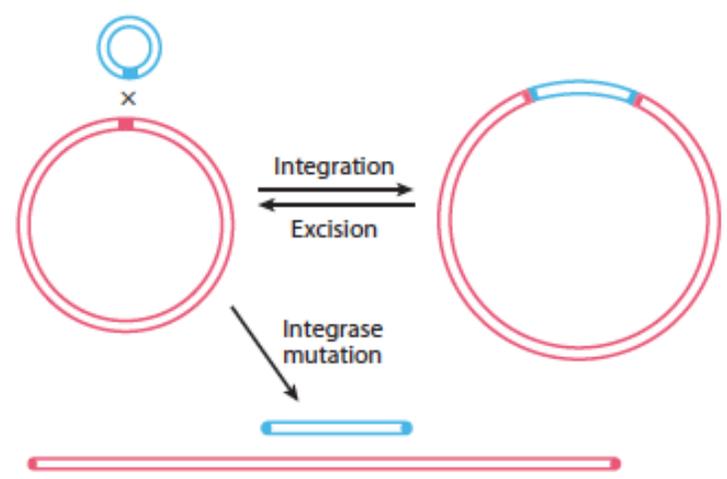


# Organización del cromosoma y plásmidos de *Borrelia burgdorferi* y tipos de horquillas teloméricas

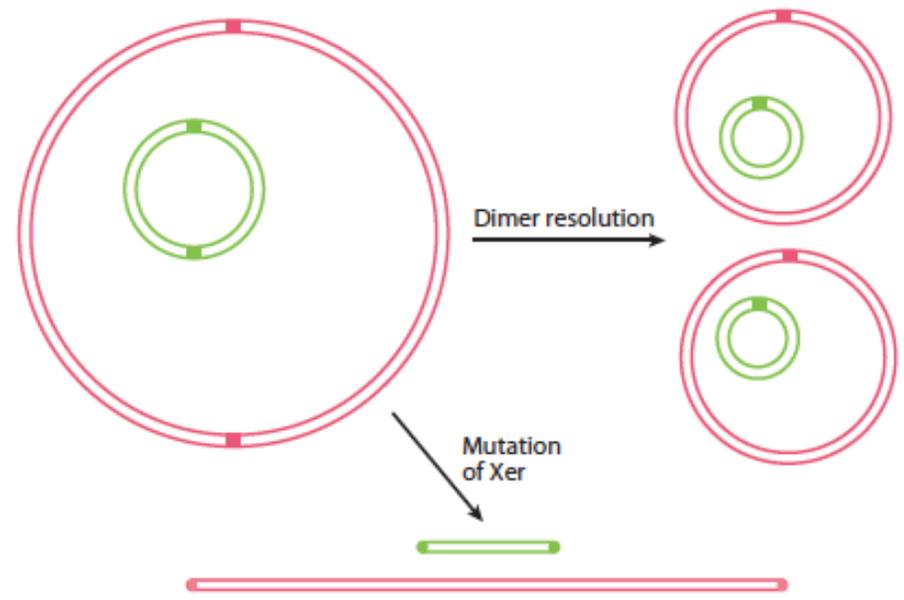
(Chaconas & Kobryn, 2010; Chaconas, G., 2005)



**a**  $\lambda$  Integrase-type enzyme



**b** Xer-like circular dimer resolvase



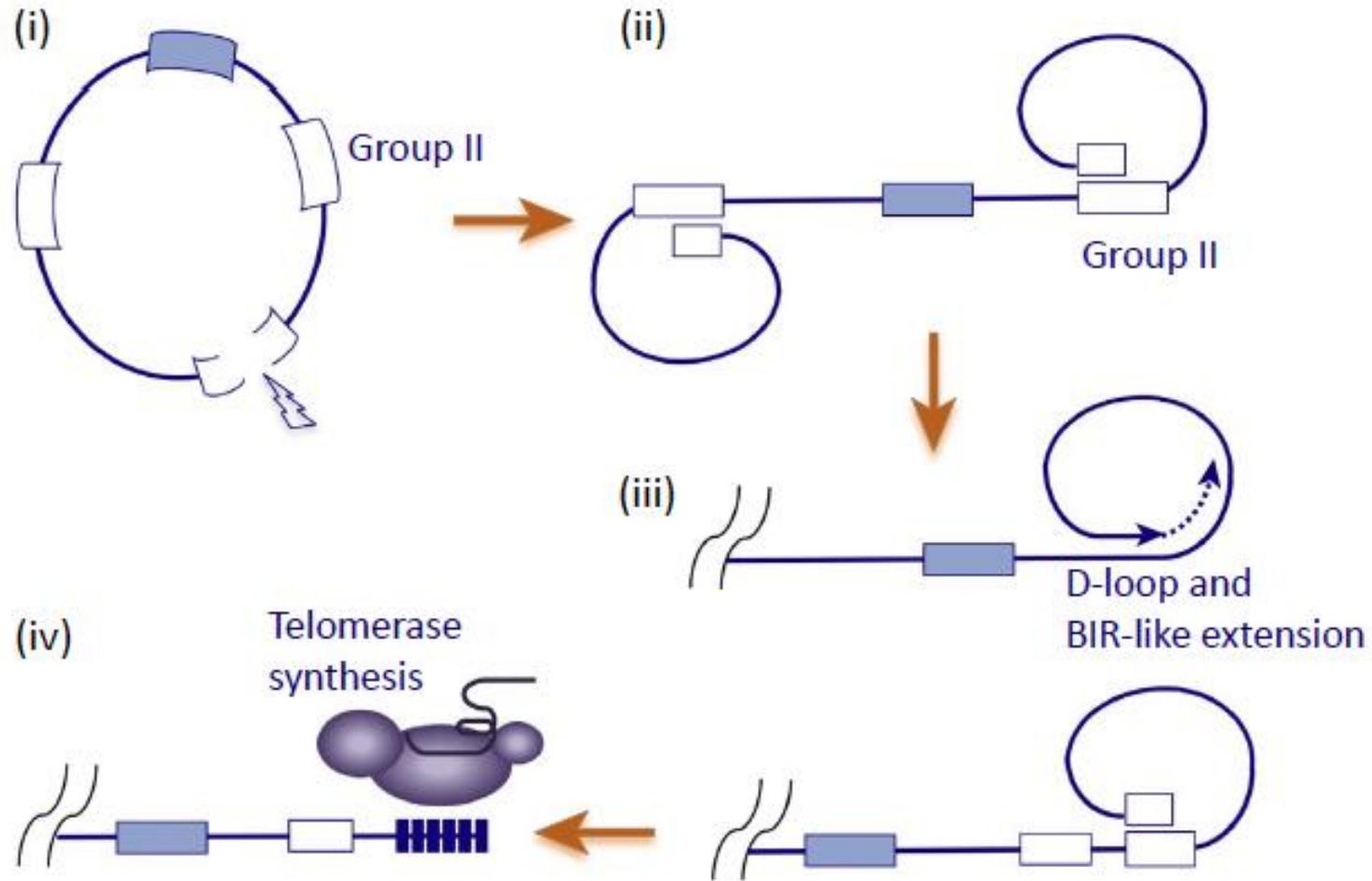
— Chromosomal DNA    — Phage DNA    — Plasmid DNA  
■ Recombination site    ⇒ Hairpin telomere

Propuesta de modo de linearización de cromosoma *B. burgdorferi* (Chaconas & Kobryn, 2010)

- $\lambda$  integrasa es similar a una telomero resolvasa
- Xer resolvase es similar a una tirosin resolvasa

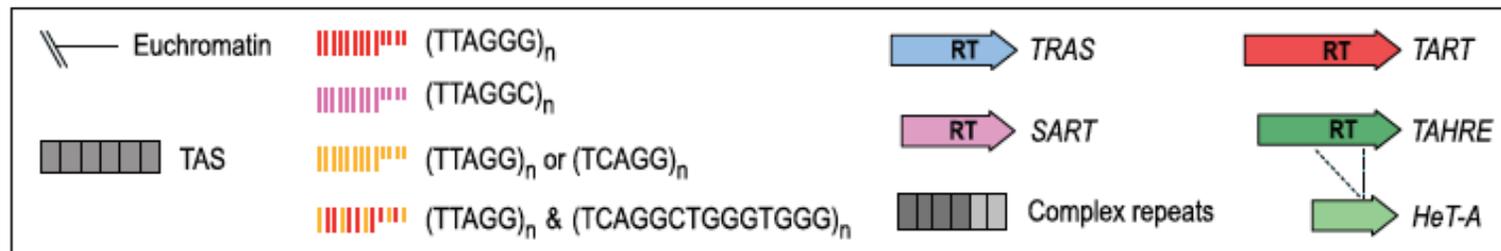
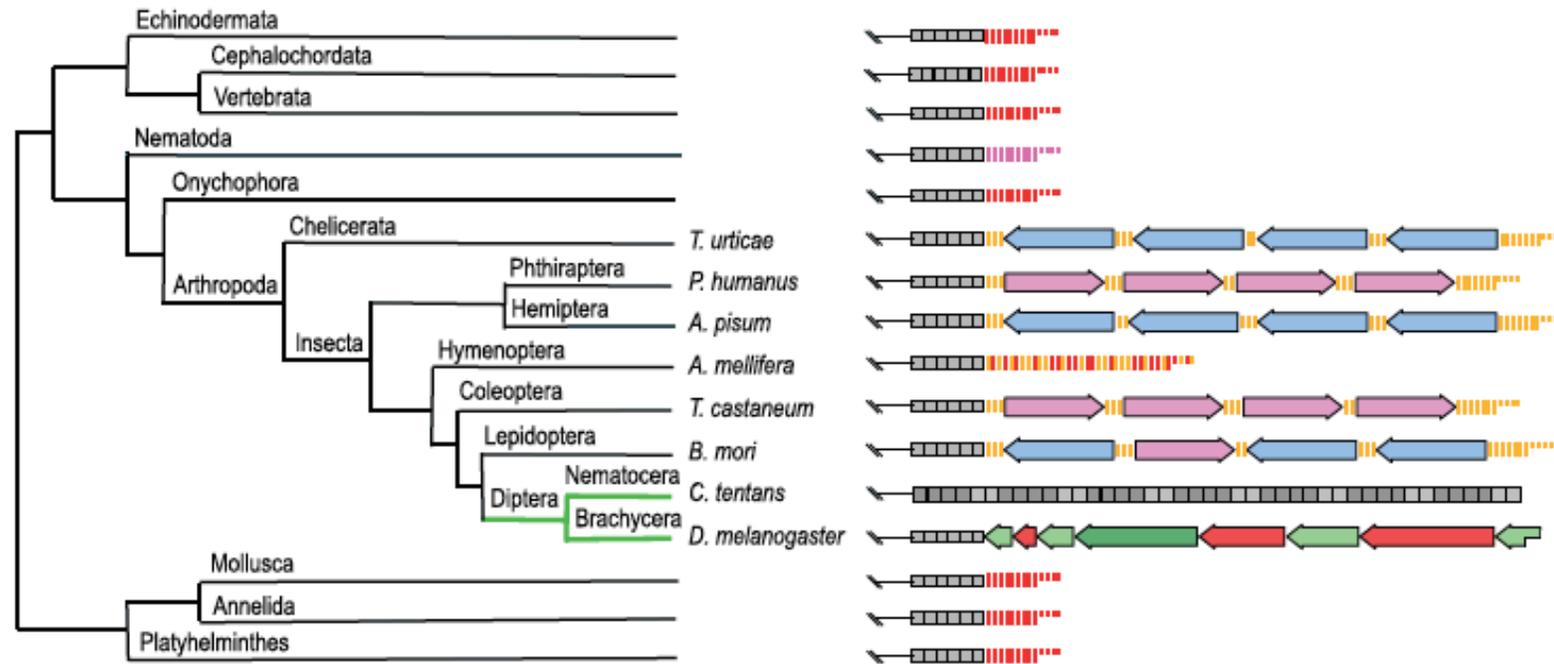
# Modelo de origen y evolución de telómeros

(Lue, N., 2018)



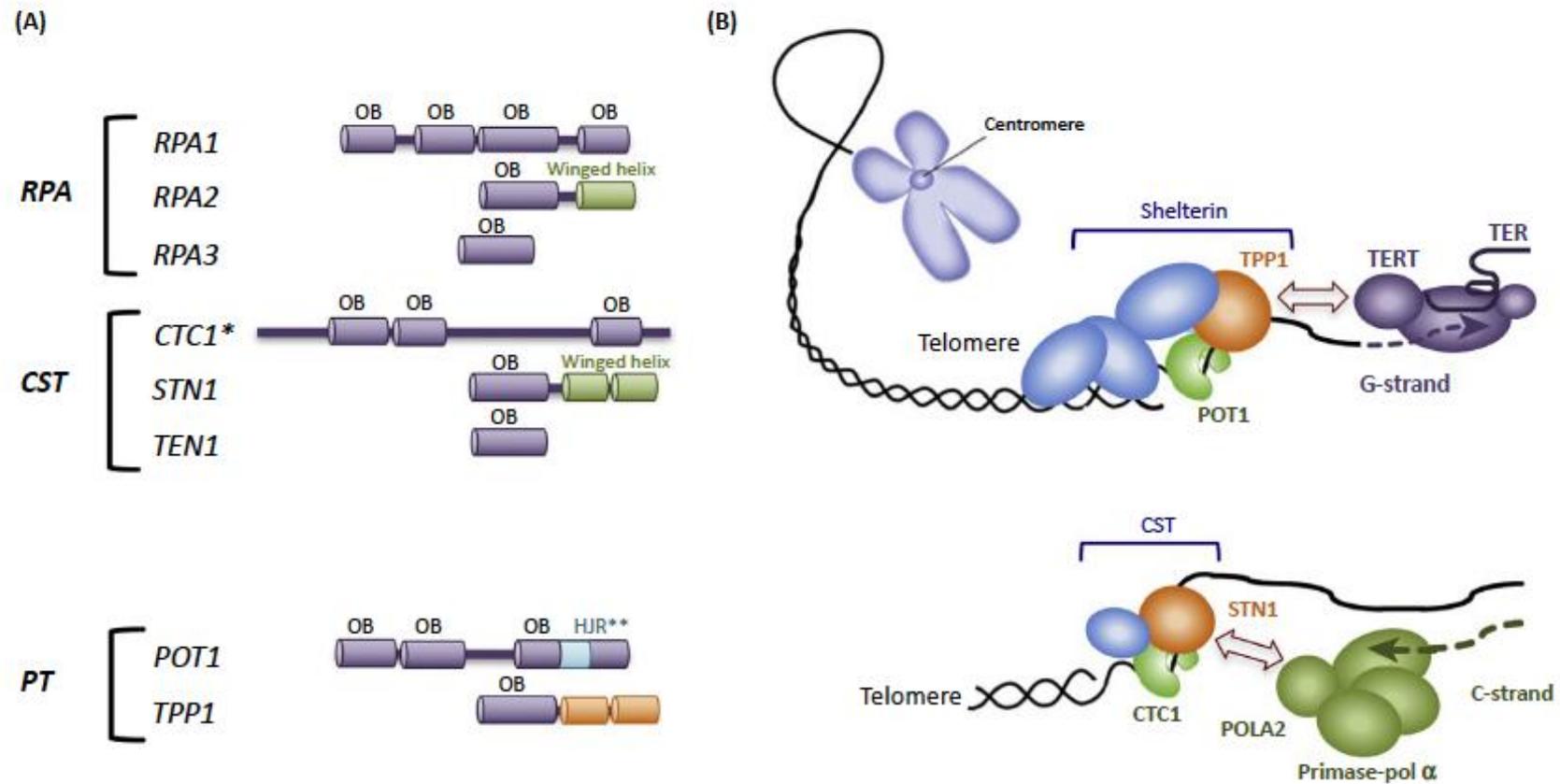
# Distribución de secuencias teloméricas en bilateria

(Garavis, M. et al., 2013)



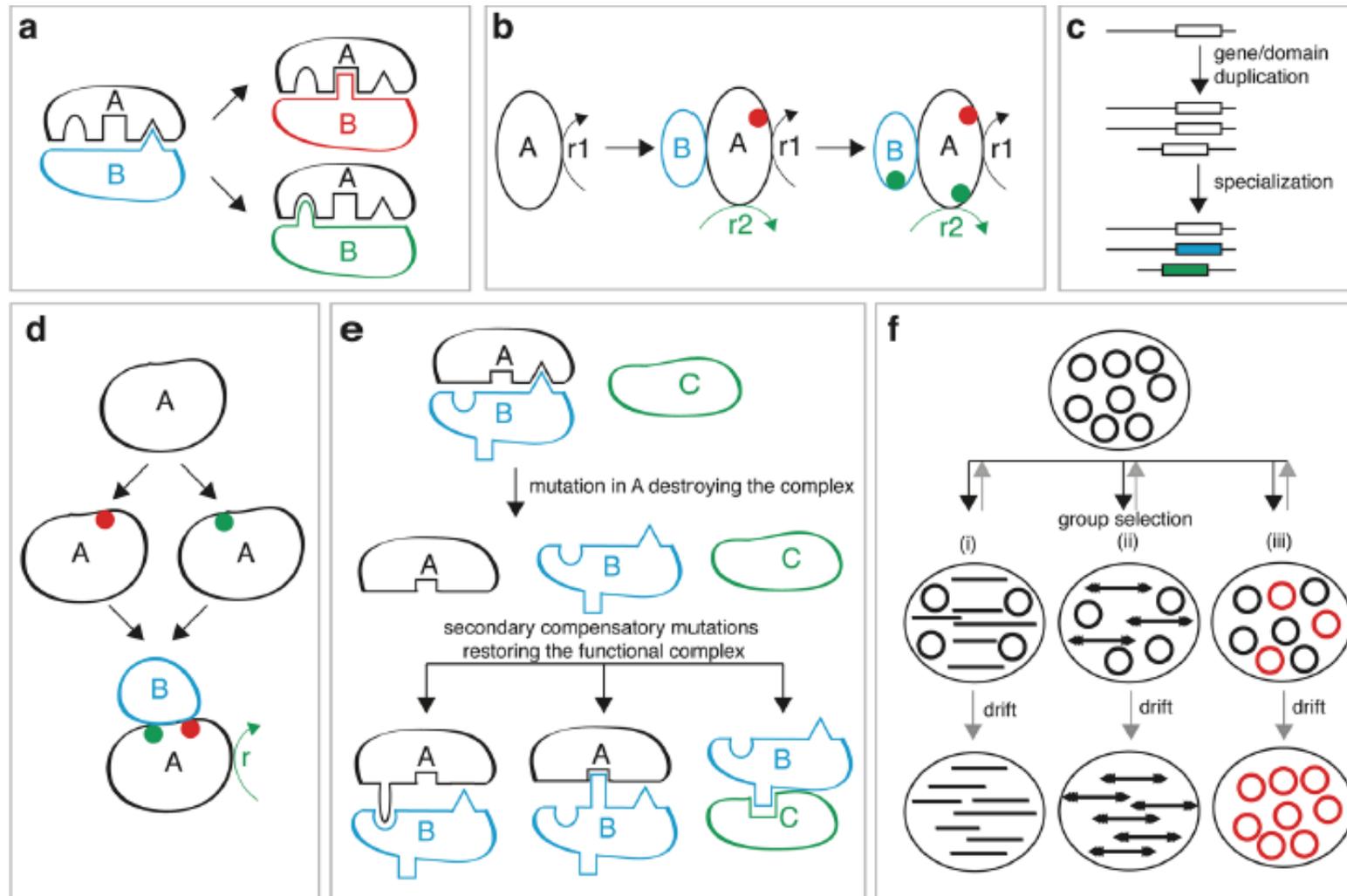
# Mecanismo de elongación de telómeros

(Lue, N., 2018)



# Escenarios co-evolutivos del mantenimiento de telómeros

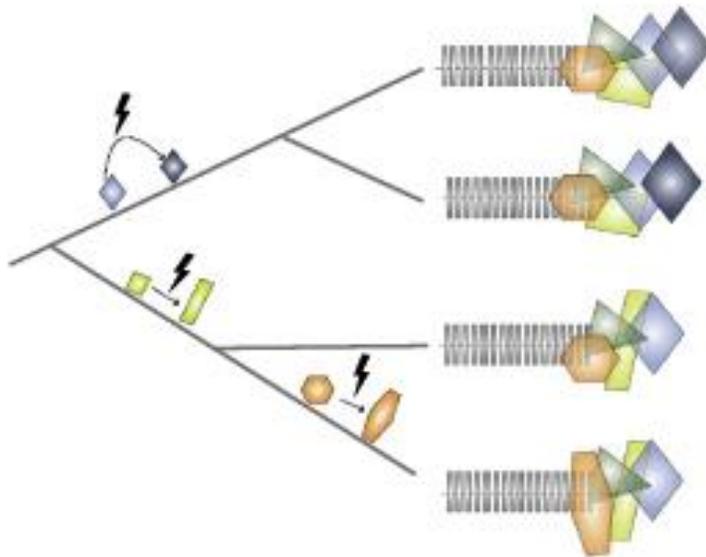
(Tomaska & Nozek, 2020)



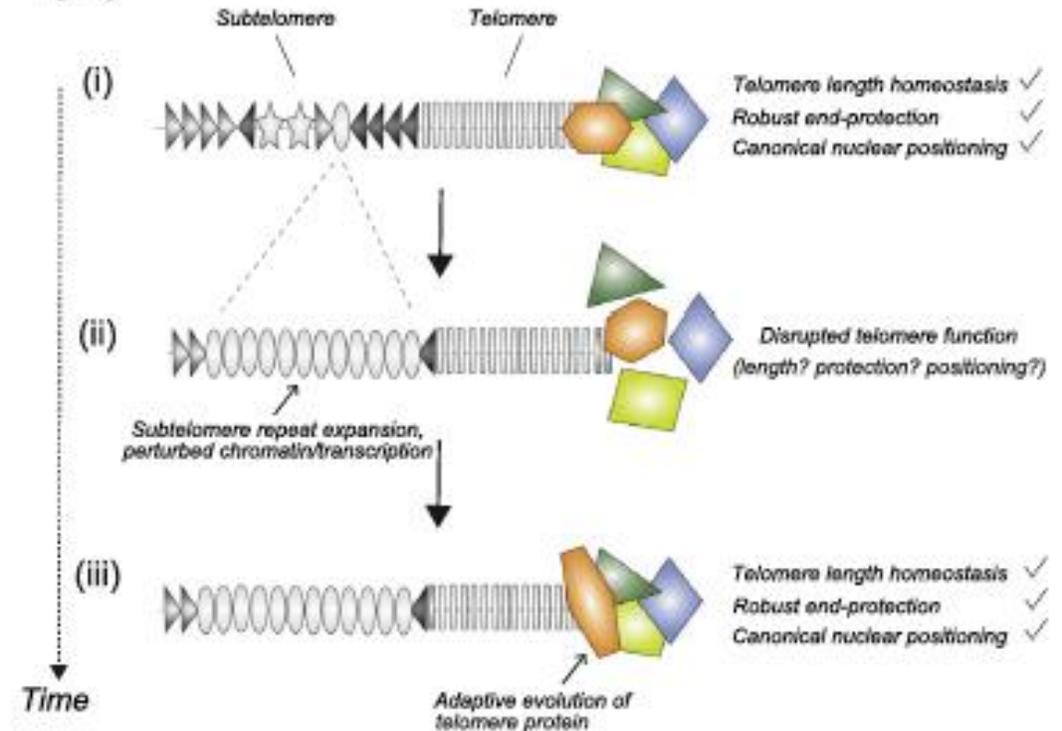
# Evolución rápida de las proteínas asociadas a telómeros posiblemente influenciada por evolución de subtelómeros

(Saint-Legendre & Levine, 2020)

(A)

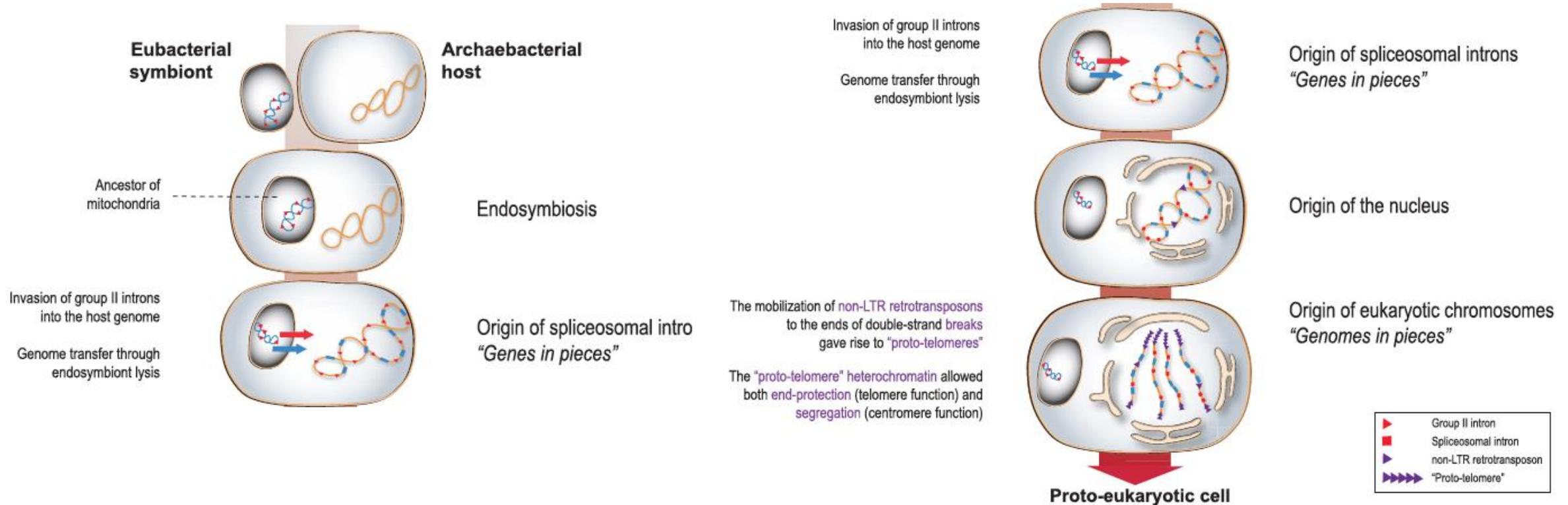


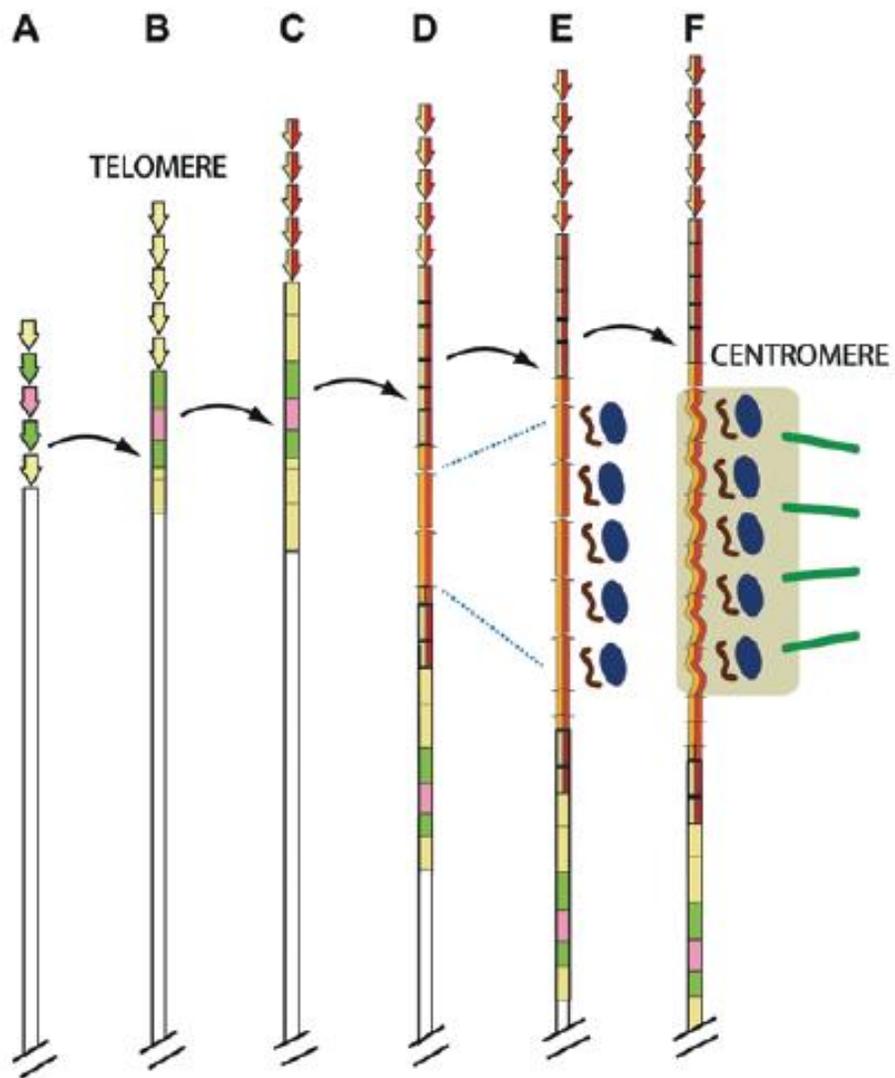
(B)



# Posible escenario de la evolución de los cromosomas eucariotas

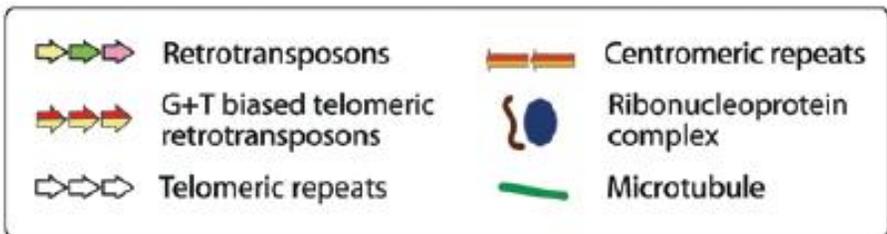
(Garavis, M. et al., 2013)





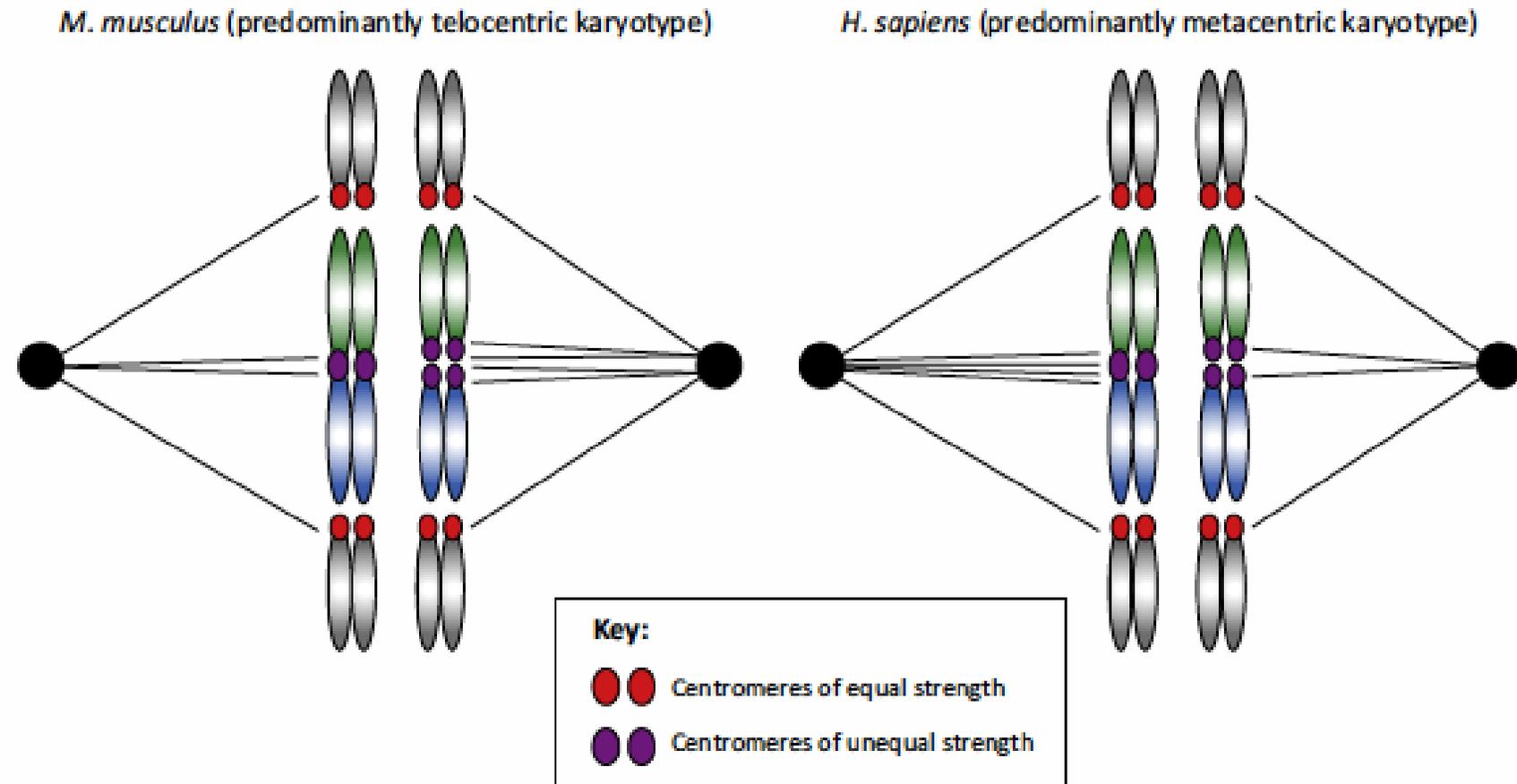
# Modelo de origen de centrómeros

(Villasante, A. et al., 2007)



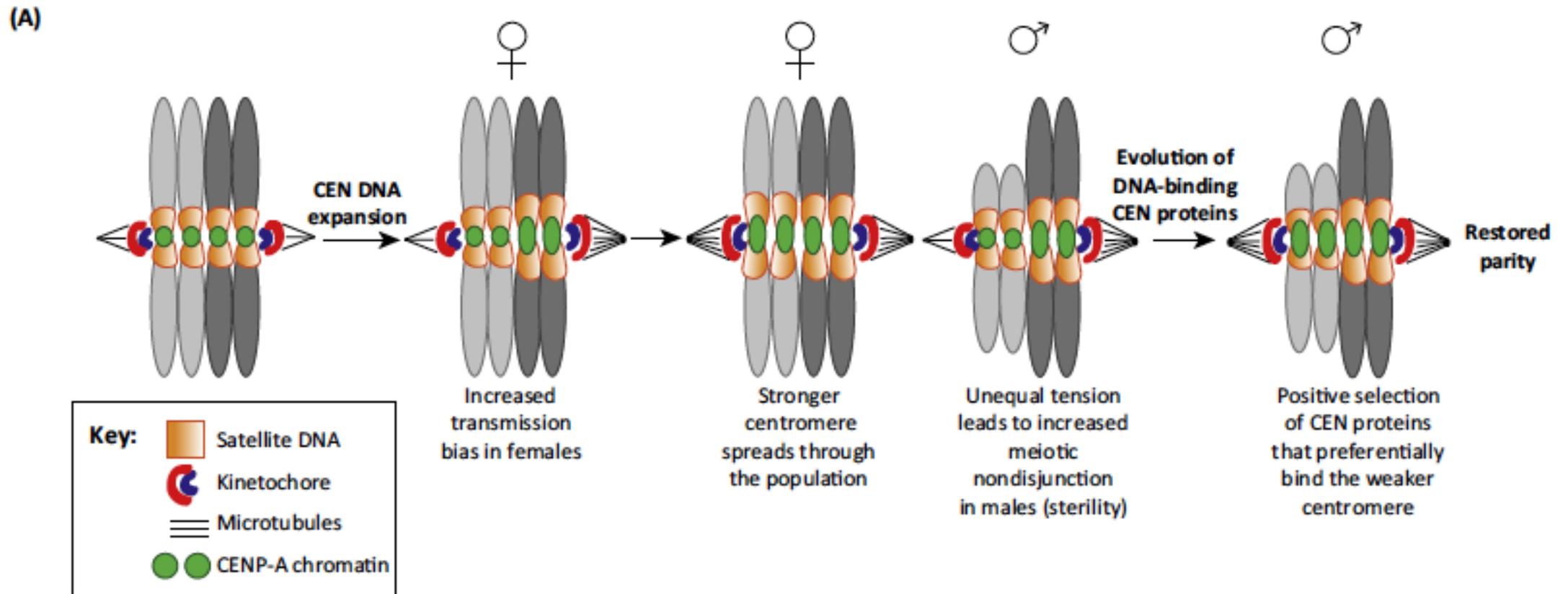
# Formación de fusiones resulta en bivalentes asimétricos de cromosomas pareados con sus dos contrapartes no-fusionadas

(Rosin & Mellone, 2016)



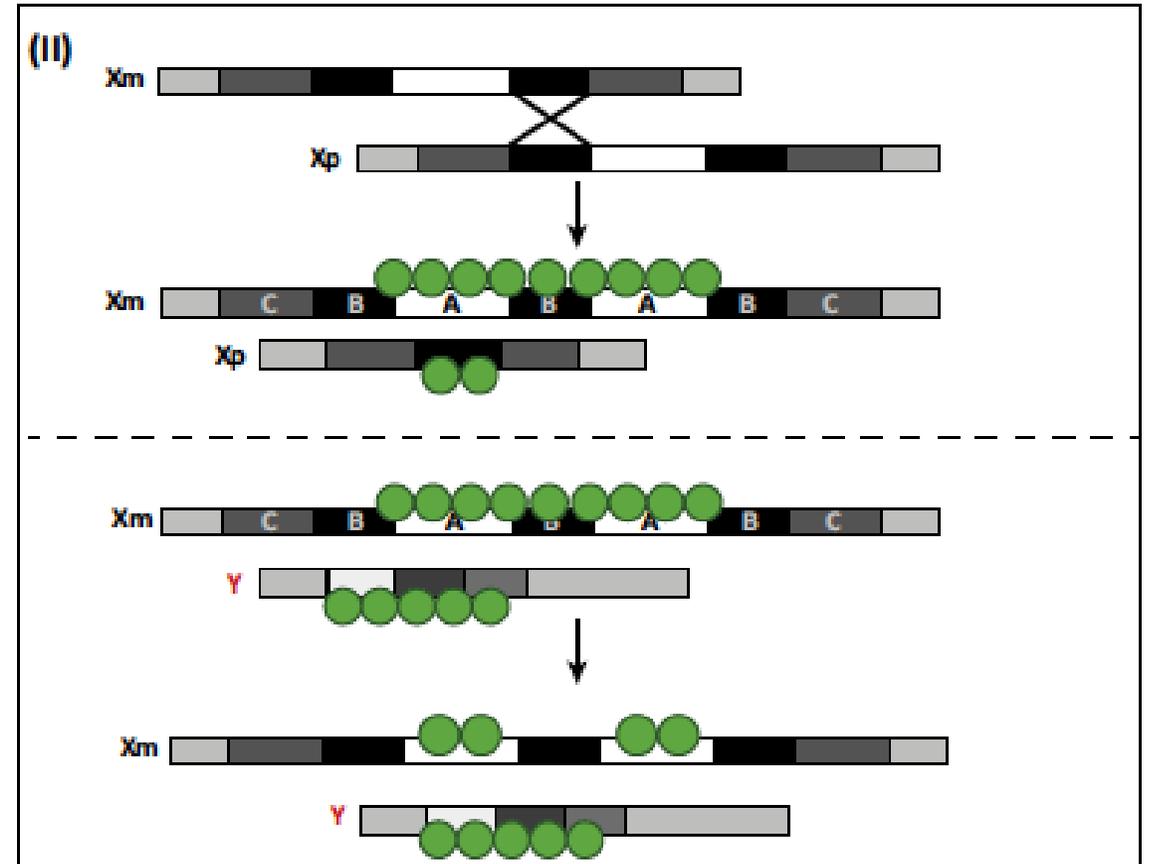
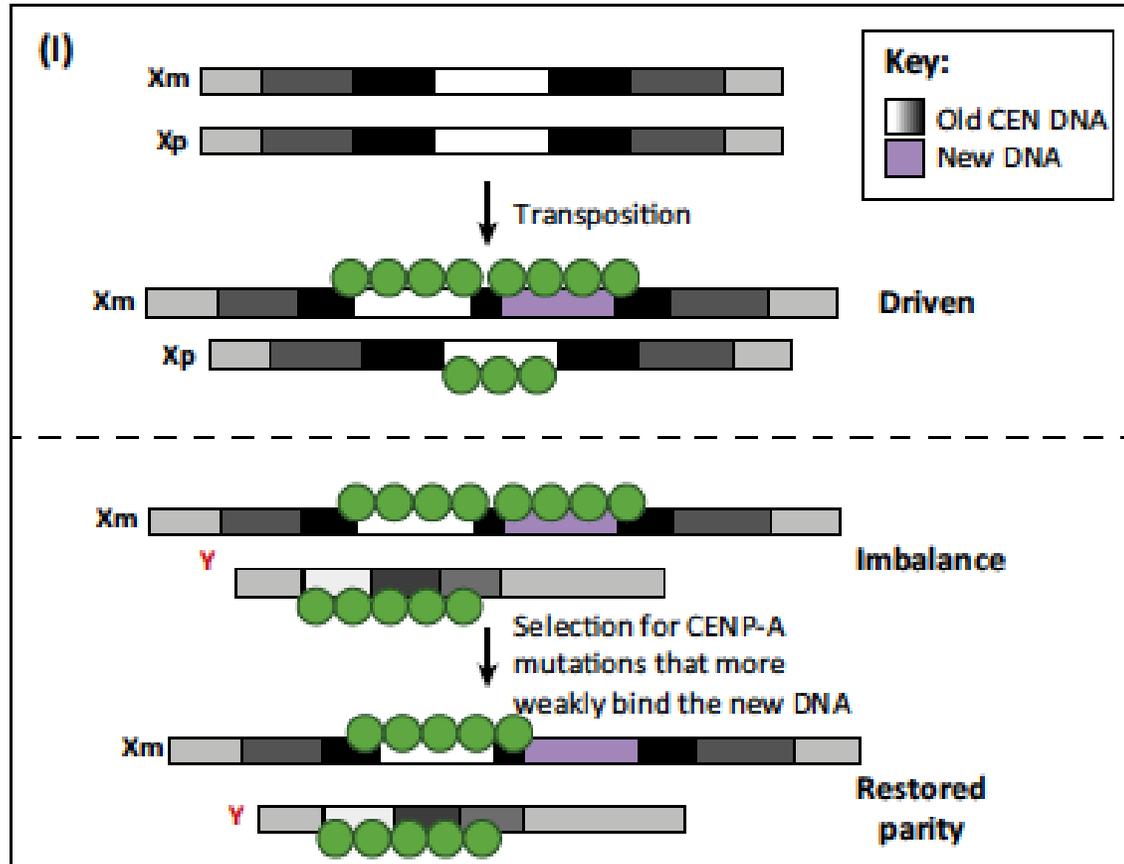
# Modelo de la hipótesis de direccionalidad del centrómero

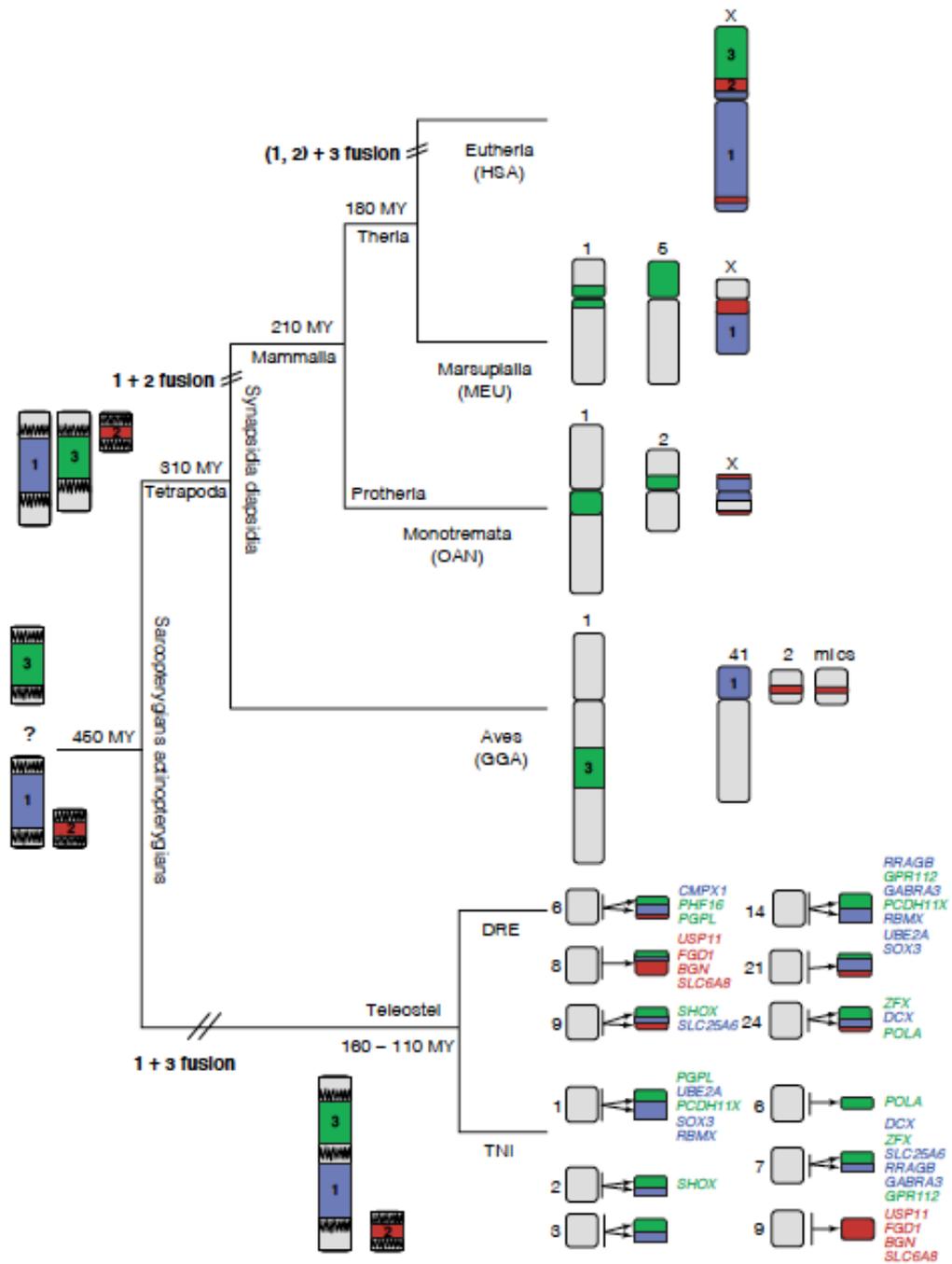
(Rosin & Mellone, 2016)



# Modelo de la hipótesis de direccionalidad del centrómero

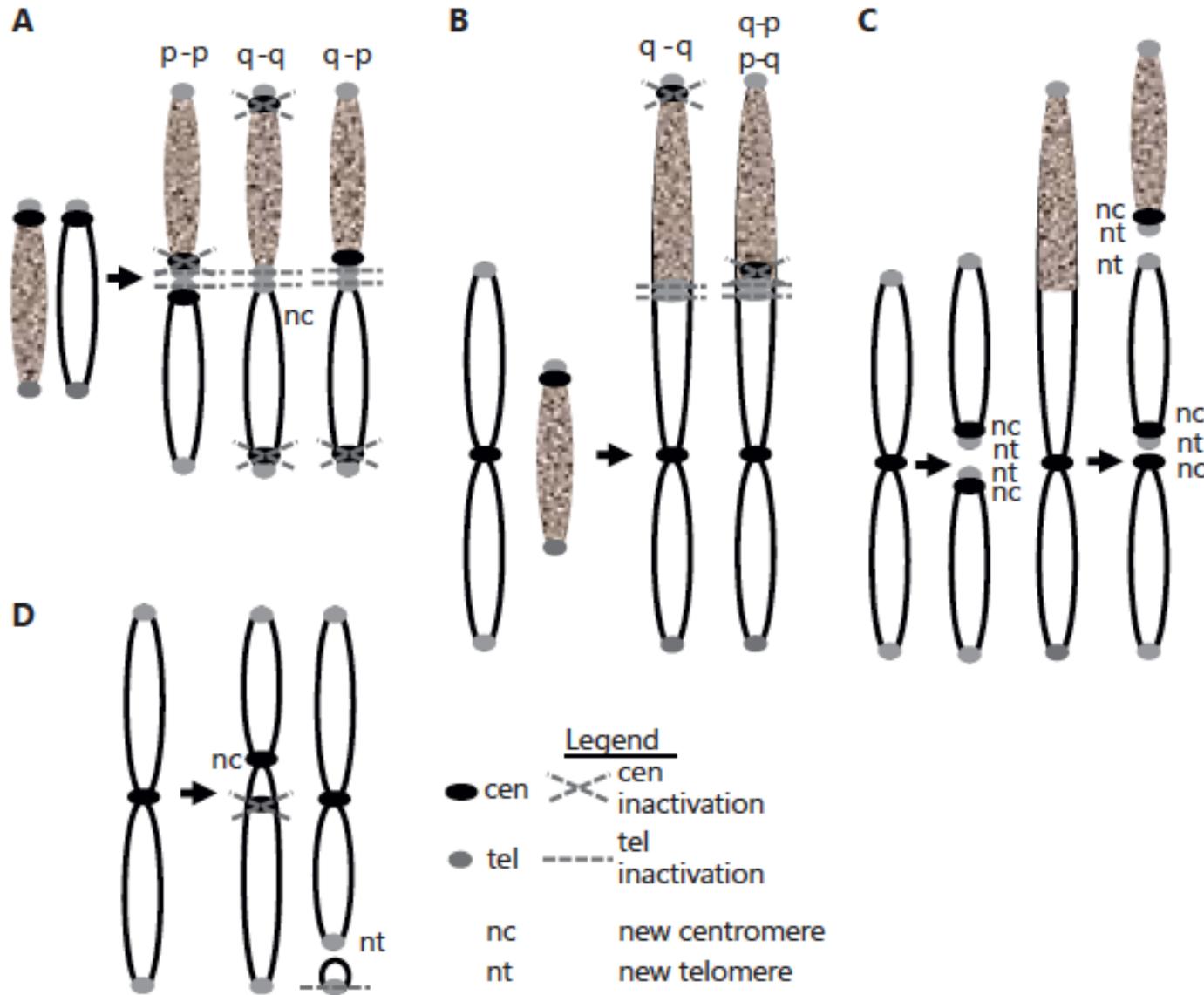
(Rosin & Mellone, 2016)





# Evolución del cromosoma X humano

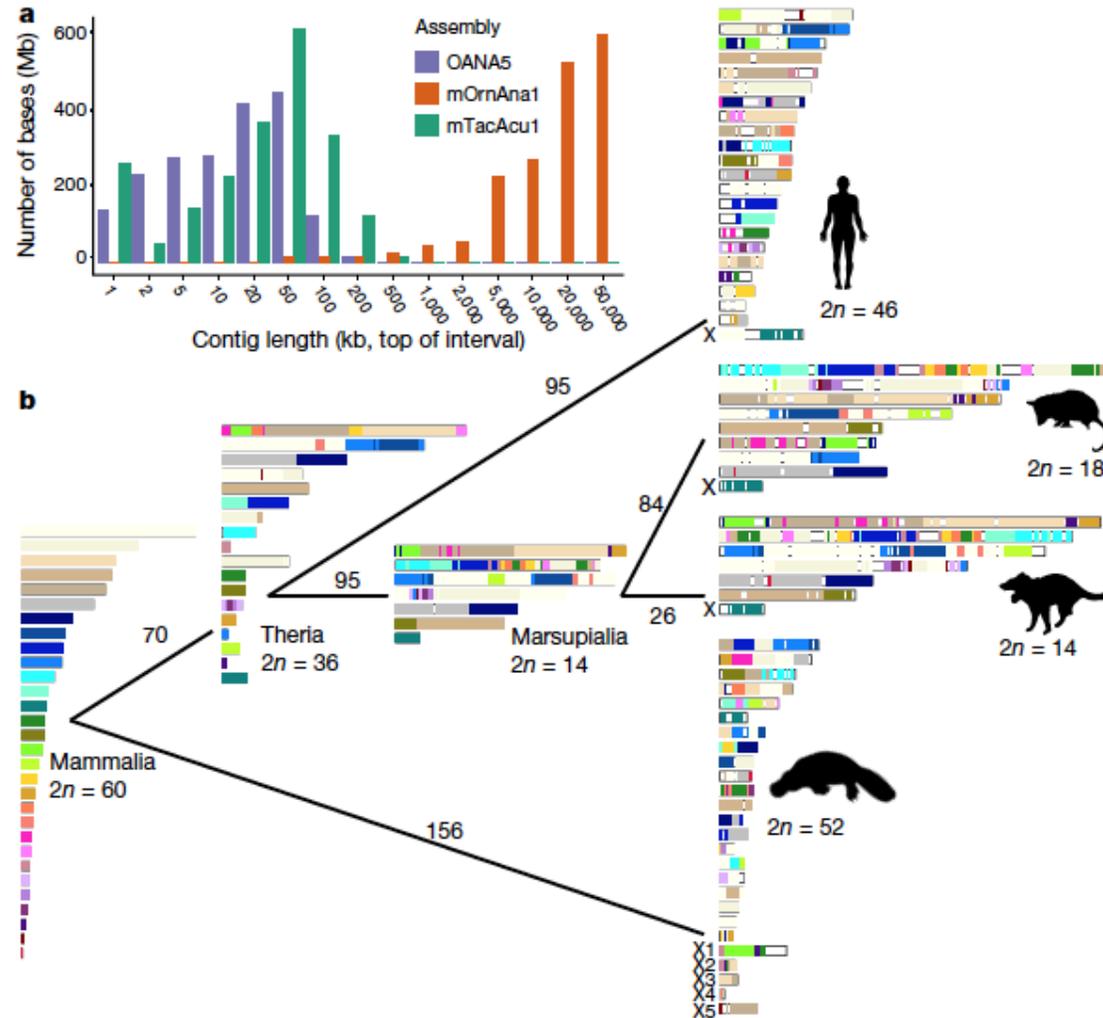
(Kohn, M. et al., 2004)



# Mecanismo de formación de cromosomas por cromosomas teloméricos

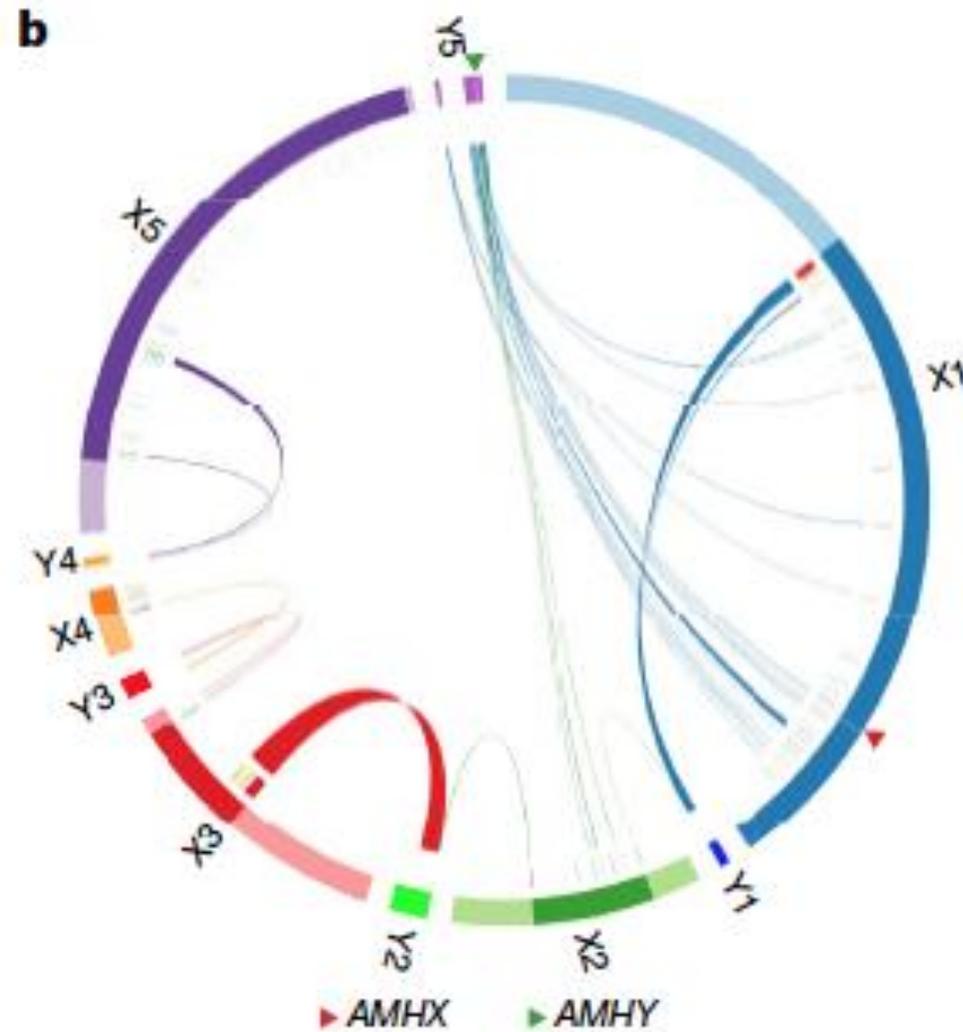
(Slipjecevic, P., 2016)

# Ensamblaje cromosomal de monotremados y mamíferos (Zhou, Y. et al., 2019)



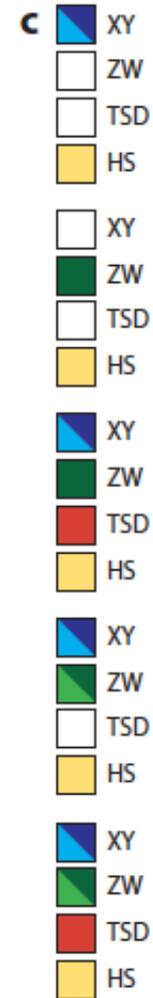
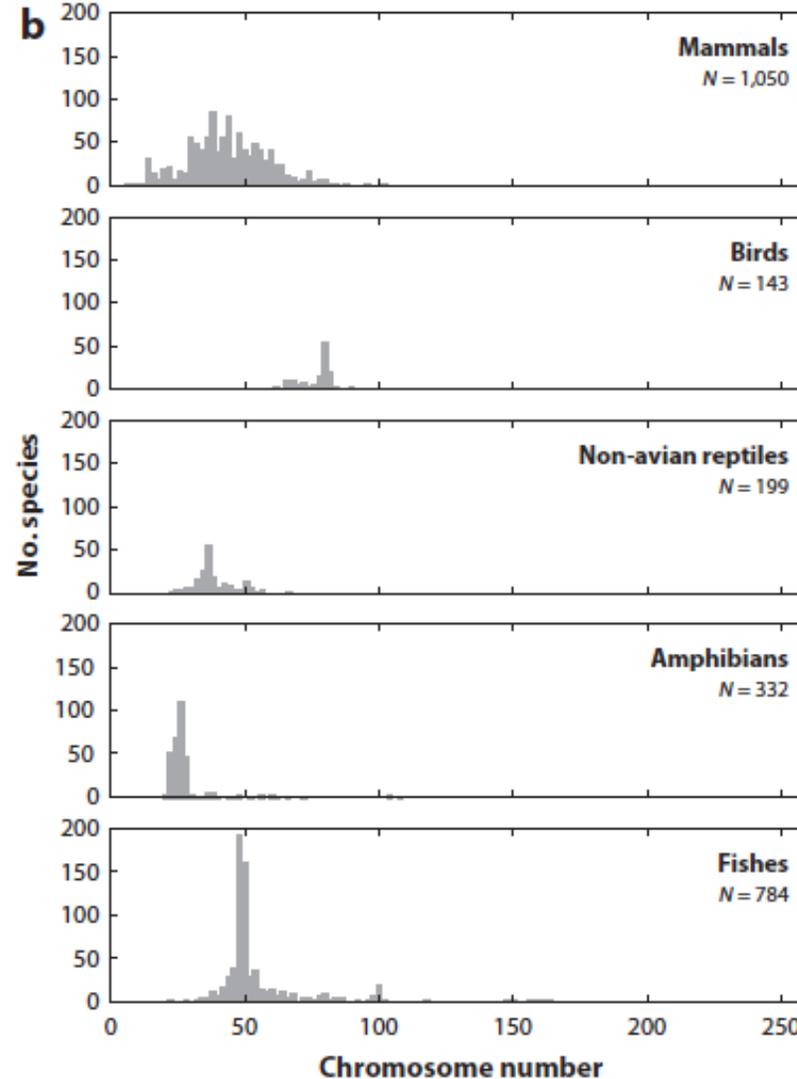
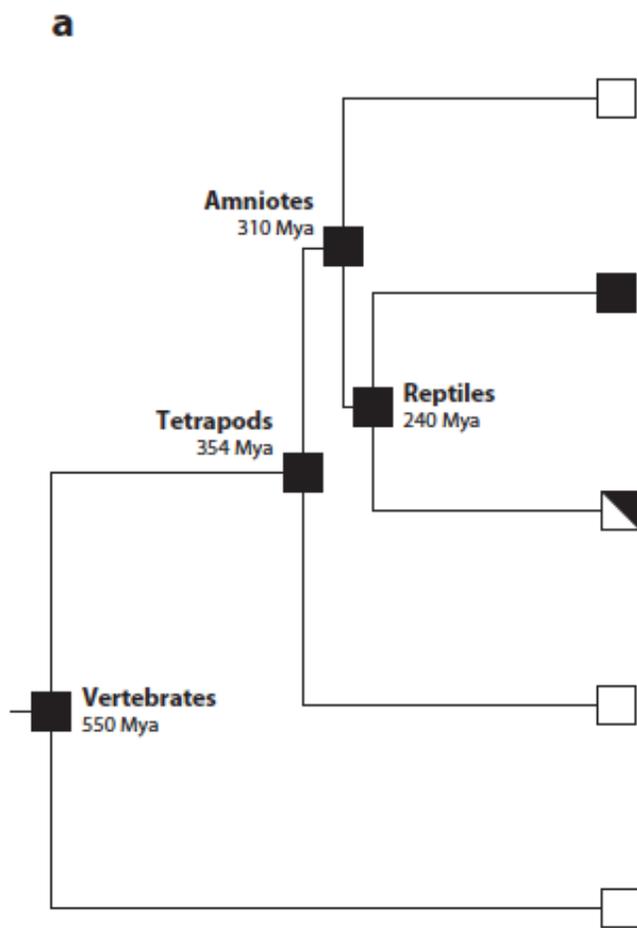
# Homología entre cromosomas X y Y en ornitorrincos

(Zhou, Y. et al., 2019)



# Variación cariotípica en clases de vertebrados

(Damas, J. et al., 2021)



**TSD:** Sexo dependiente de temperatura

**HS:** Sexo dependiente de hormonas

# Rearreglos cromosomales y especiación

(Damas, J. et al. 2020)

- Resultados de estudios en rearreglos en *Drosophila*, permitió a Dobzhansky postular:
  - “rearreglos cromosomales aportan evidencia crucial para apoyar la teoría de Selección Natural de Darwin, tal que dichos cambios cromosómicos pueden aportar material básico para la evolución, permitiendo a las poblaciones evolucionar rápidamente y adaptarse a condiciones ambientales cambiantes”.
- Actualmente, cambios cromosómicos se han implicado en procesos de: i) evolución de rasgos complejos; ii) adaptación al ambiente, y iii) especiación.

# Modelos de rearrreglos cromosomales y especiación (Damas, J. et al. 2020)

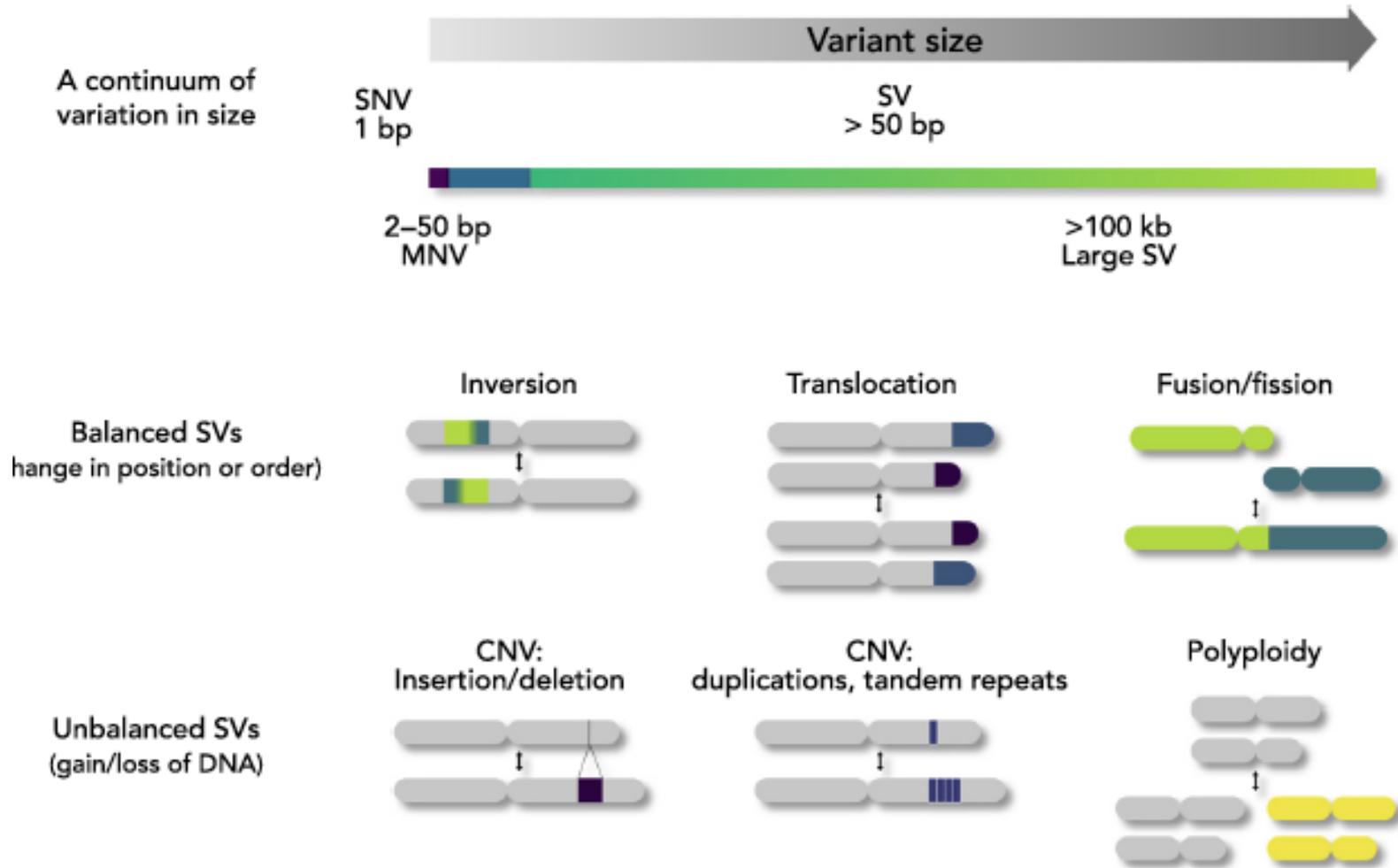
## 1. Disfunción híbrida:

- La especiación ocurre cuando los rearrreglos son fijados en la población.
- Implica que los híbridos portando los rearrreglos muestren una fertilidad reducida. El inconveniente del modelo es que no es muy aceptado pues el rearrreglo fijado (infertilidad) puede ser eliminado por Selección Natural.

## 2. Supresión de la recombinación:

- Los híbridos sufren una reducción en el flujo de genes por supresión de la recombinación meiótica dentro de regiones rearrregladas. A largo plazo esto provoca un aislamiento reproductivo.
- Ej. en humanos y primates, *Drosophila* y girasol.

# Diversidad de variantes estructurales (Mérot, C., et al., 2020)



**SNV:** variantes de 1 nt.

**MNV:** variantes de multiples nts.

**CNV:** variantes en número de copias.

**SV:** variantes estructurales

## Local adaptation



*Littorina saxatilis*  
Wave/Crab ecotypes



17 inversions

## Pre-mating isolation



*Corvus corone corone*      *Corvus corone cornix*

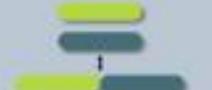


2.25-kb TE indel

## Reproductive isolation



*Lucania goodei*      *Lucania parva*



Robertsonian fusion



## Flowering time



*Mimulus guttatus*



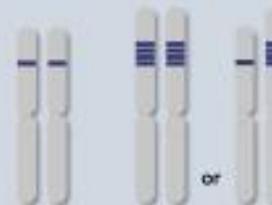
CNV (x 300)



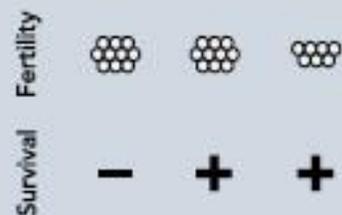
## Plumage linked to thermal adaptation



*Uria aalge*



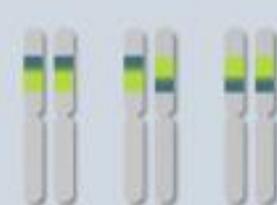
CNV (of a 60 kb region)



## Adult size and development time



*Coelopa frigida*



Inversion (25 Mb)

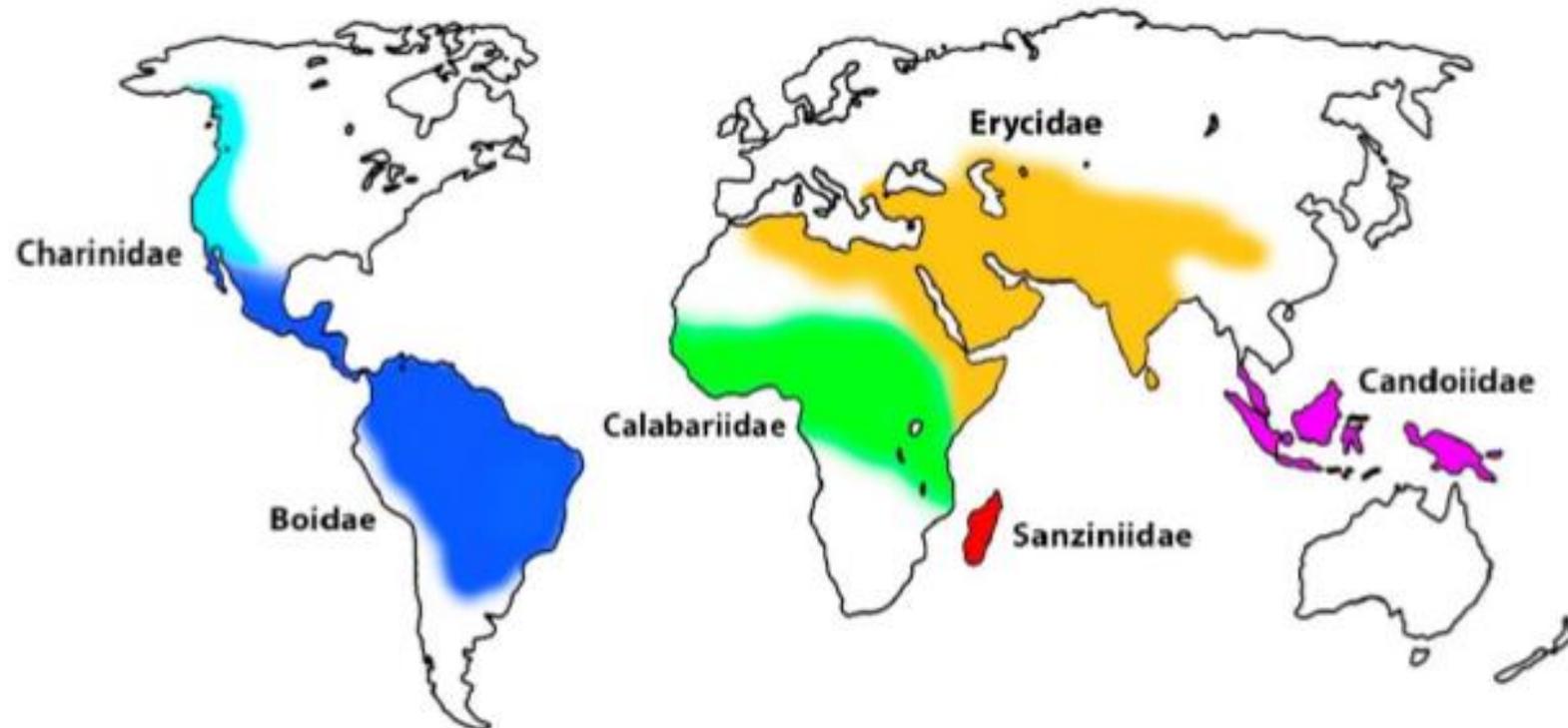
Efectos de variantes estructurales sobre la adaptación y la especiación (Mérot, C., et al., 2020)

# Caso1 Serpientes: Patrón de distribución mundial de especies

## Booidea

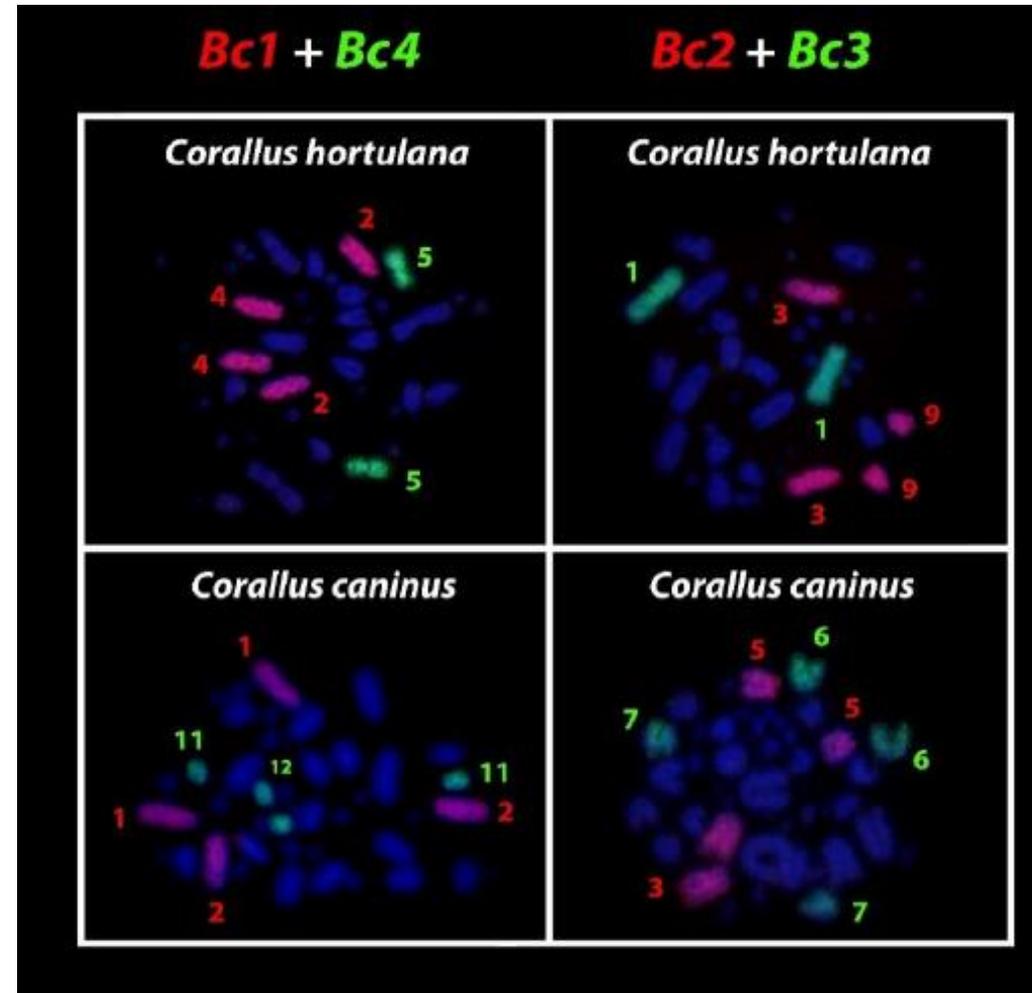
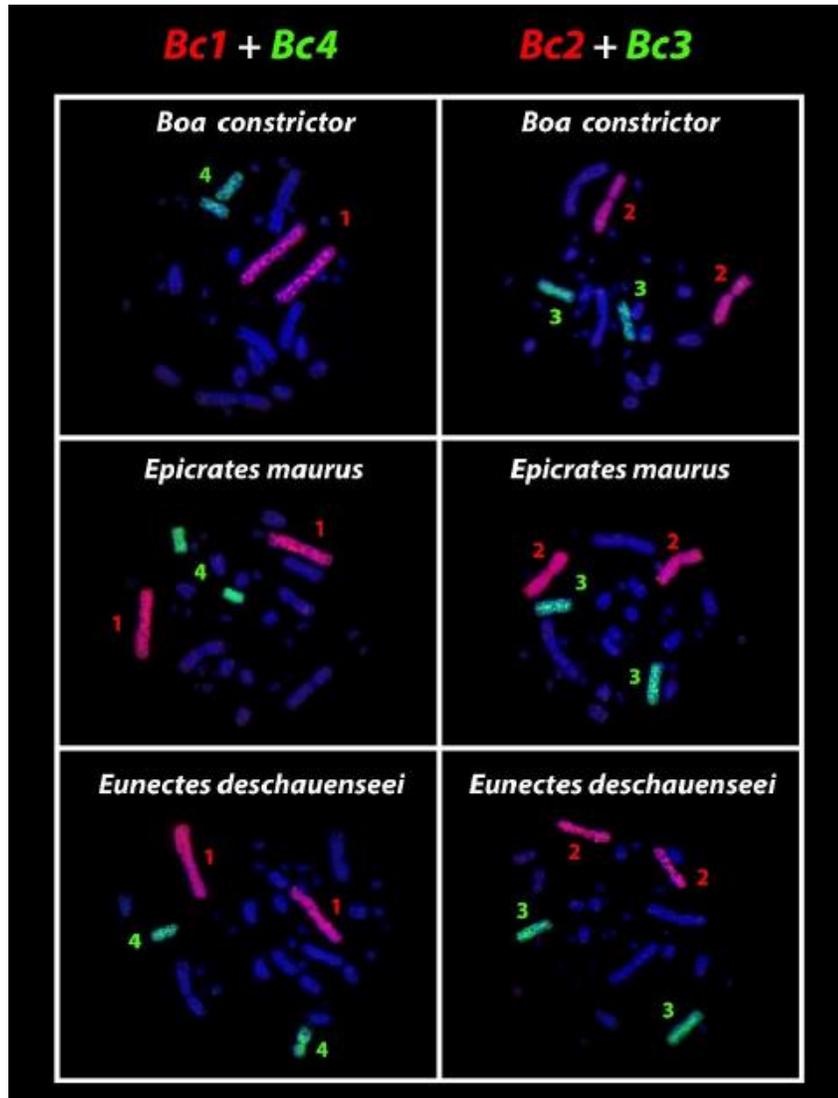
(Viana, P.F. et al., 2020)

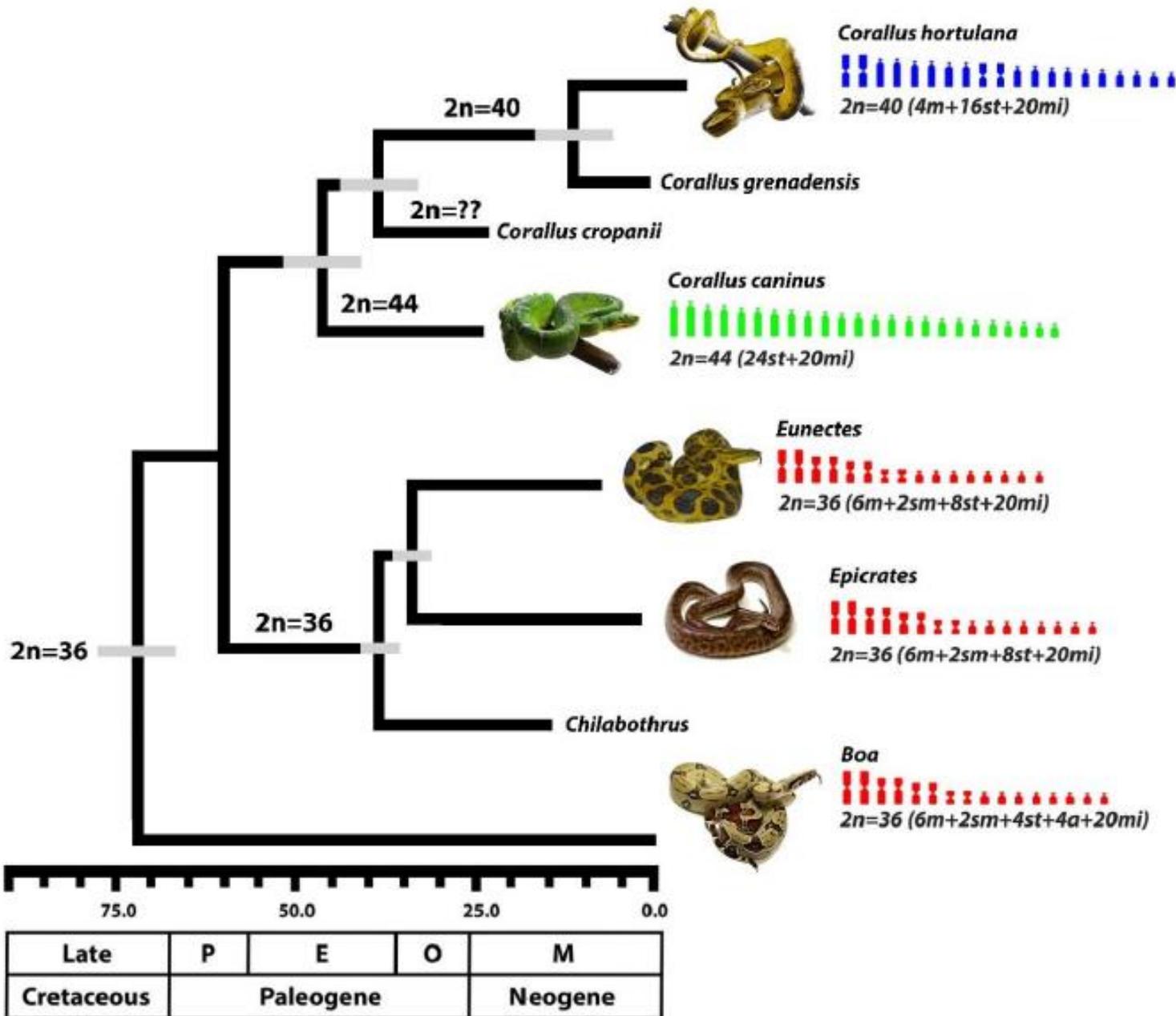
### *Booidea*



# Caso1 Serpientes: Coloreado de crms. *B. constrictor* derivados de sondas en *B. constrictor* (izq) y *C. hortulana* (der)

(Viana, P.F. et al., 2020)

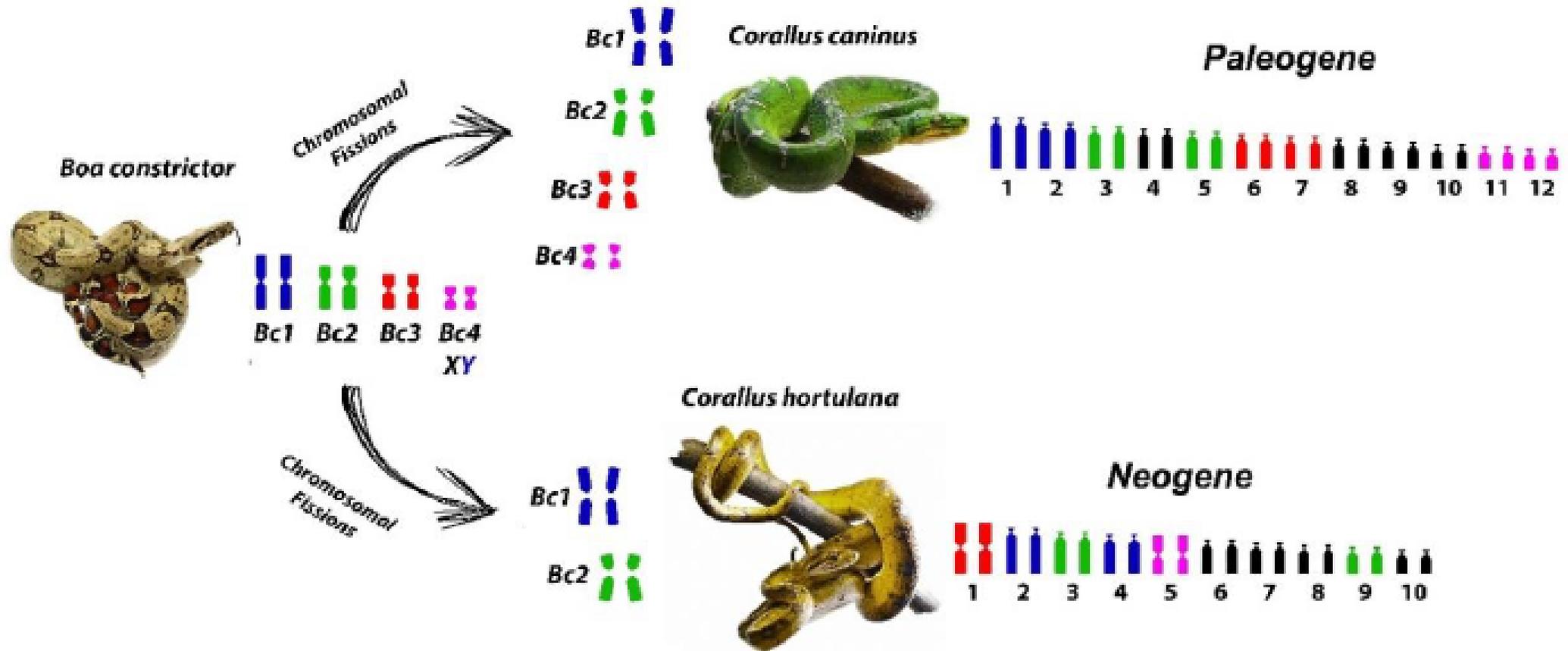


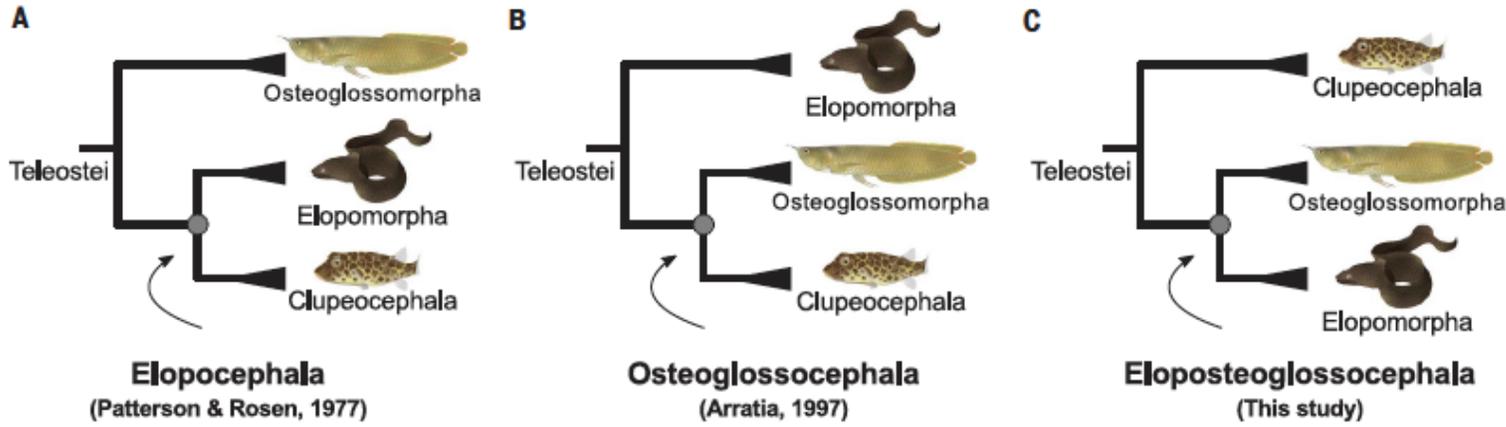


# Caso1 Serpientes: Filogenía y representación cariotipo de boides Neotropicales

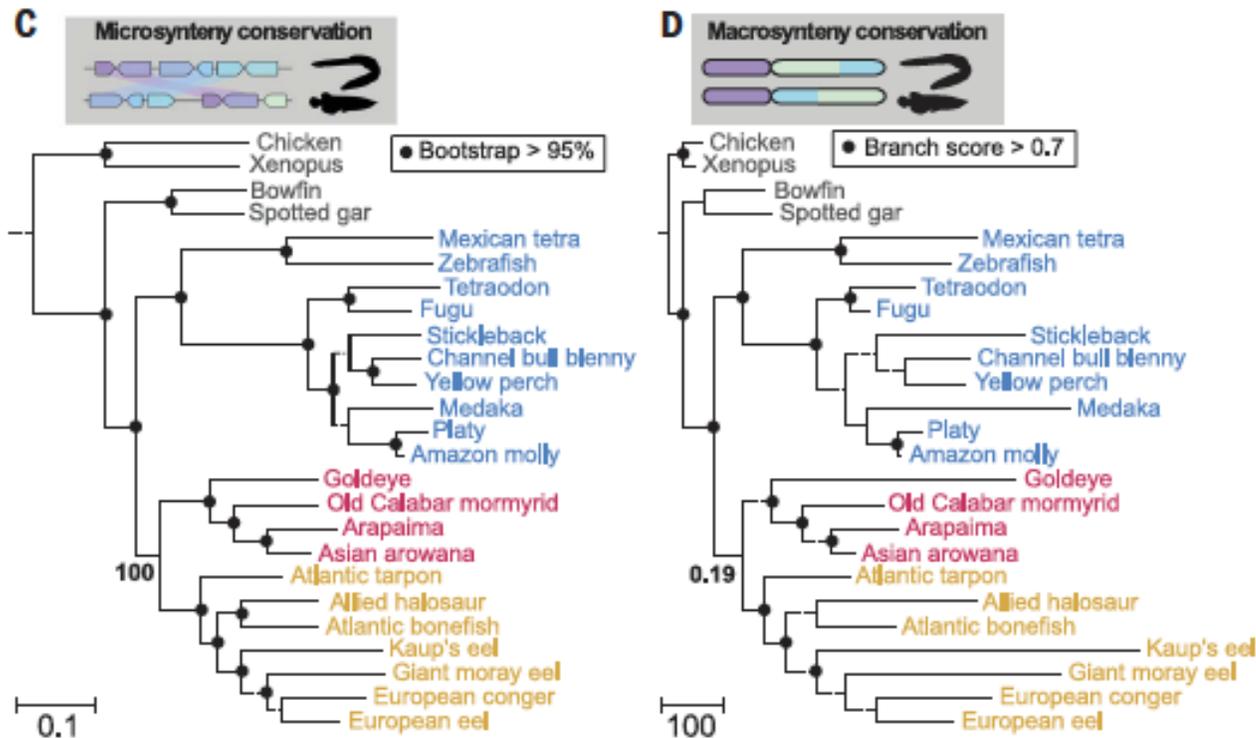
(Viana, P.F. et al., 2020)

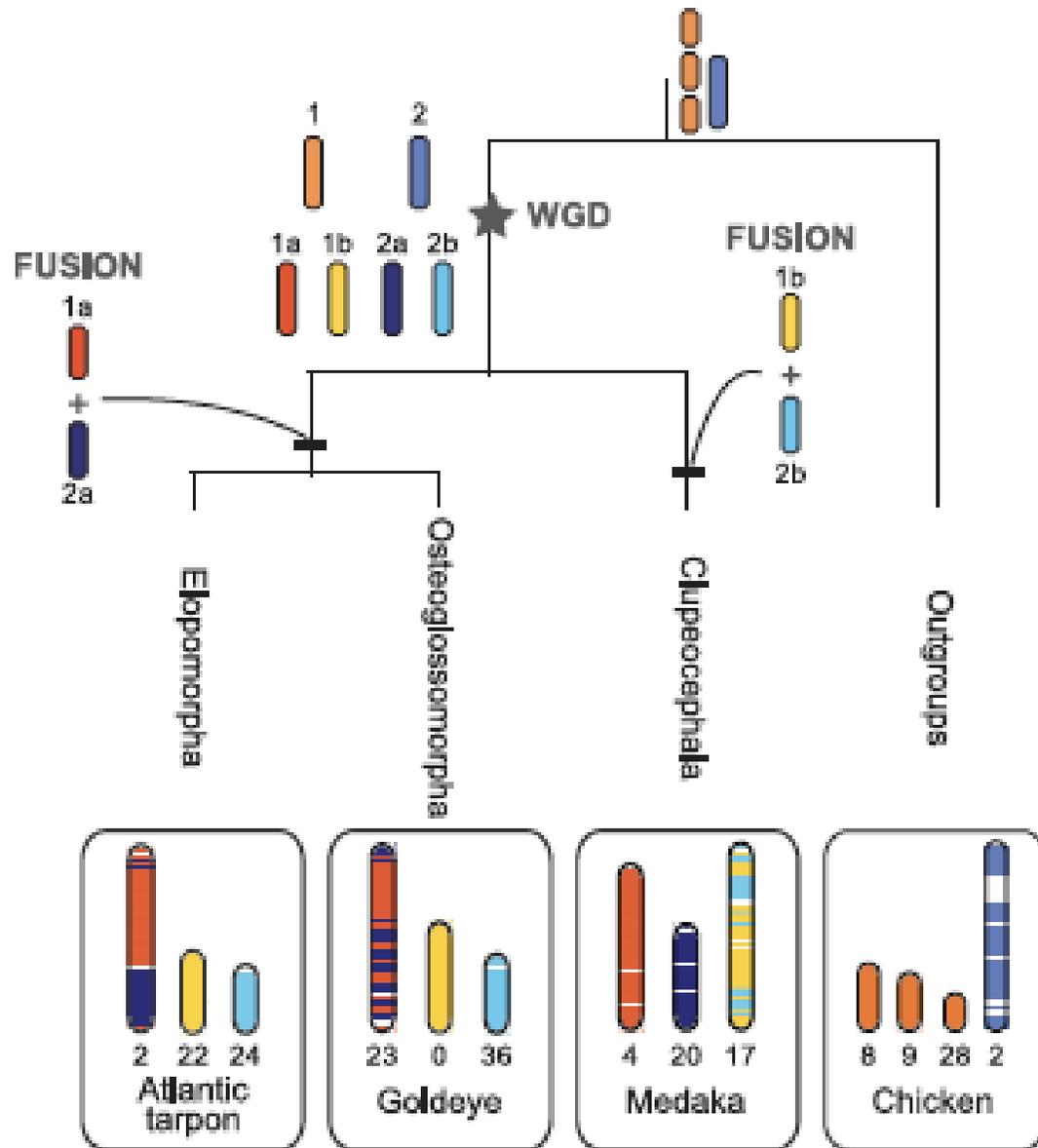
# Caso1 Serpientes: Diversificación de macrocromosomas en *Corallus* mediado por fisiones cromosómicas (Viana, P.F. et al., 2020)





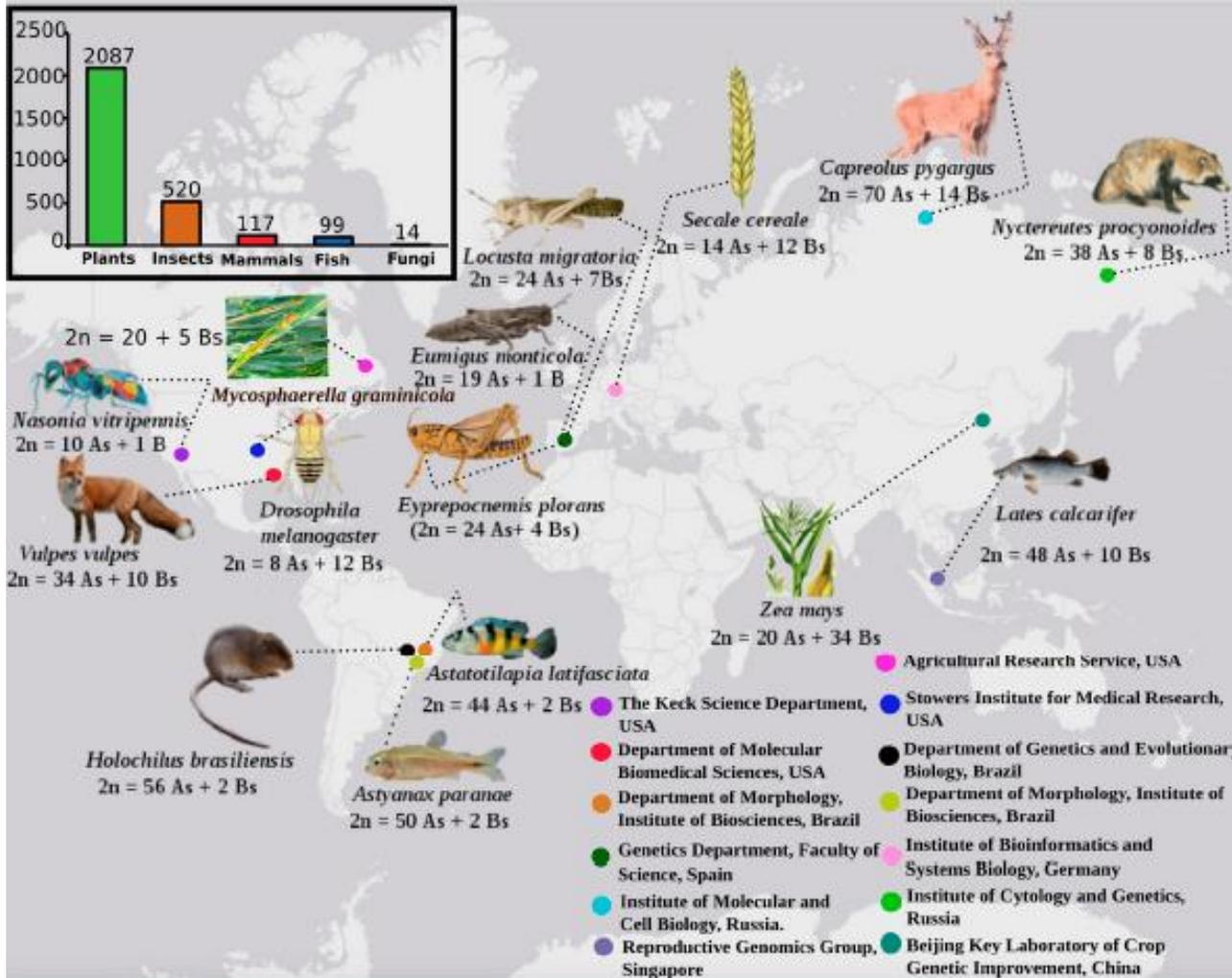
# Caso 3 Teleósteos: Diversificación Inicial por estructura del genoma (Parey et al., 2023)





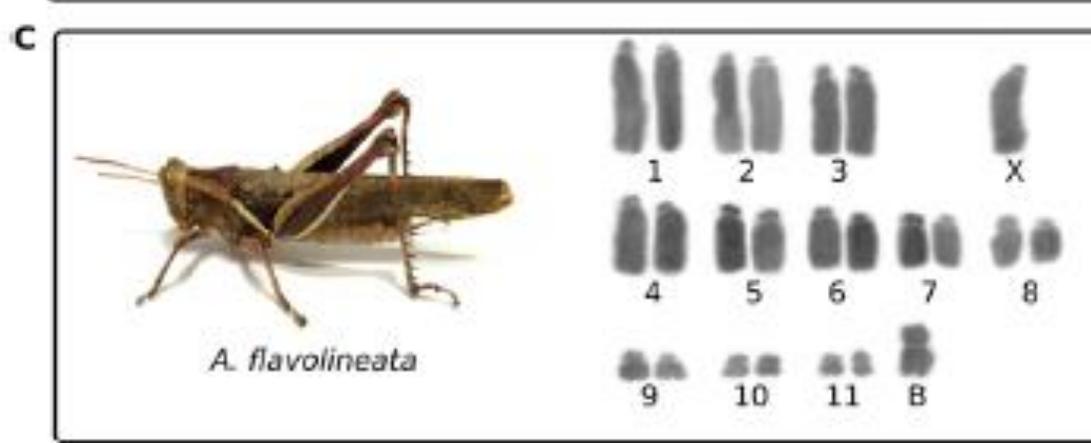
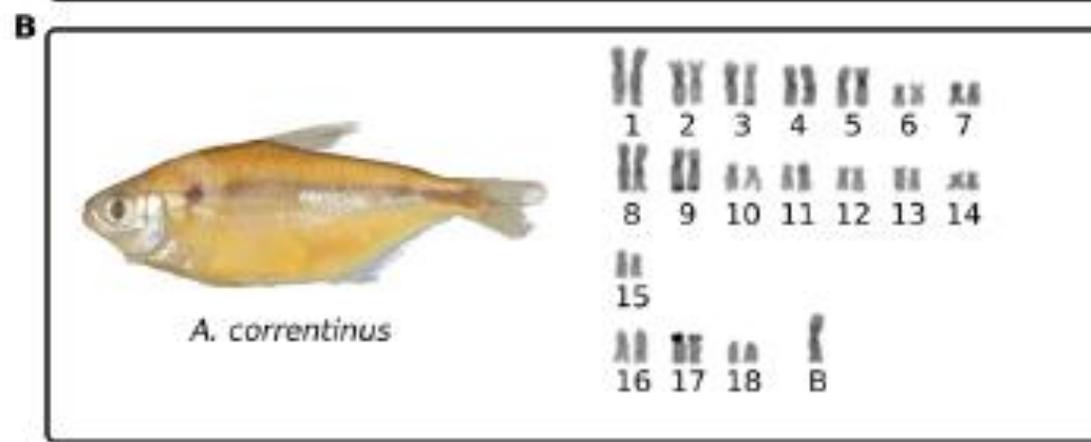
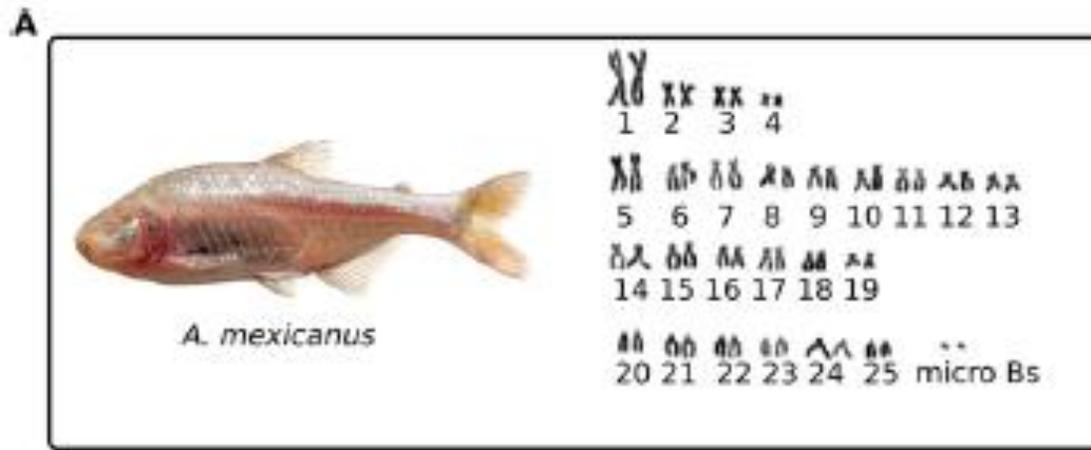
# Caso 3 Teleósteos: Diversificación Inicial por estructura del genoma (Parey et al., 2023)

# Presencia de cromosomas B en los principales grupos de eucariotas (Ahmad & Martins, 2019)



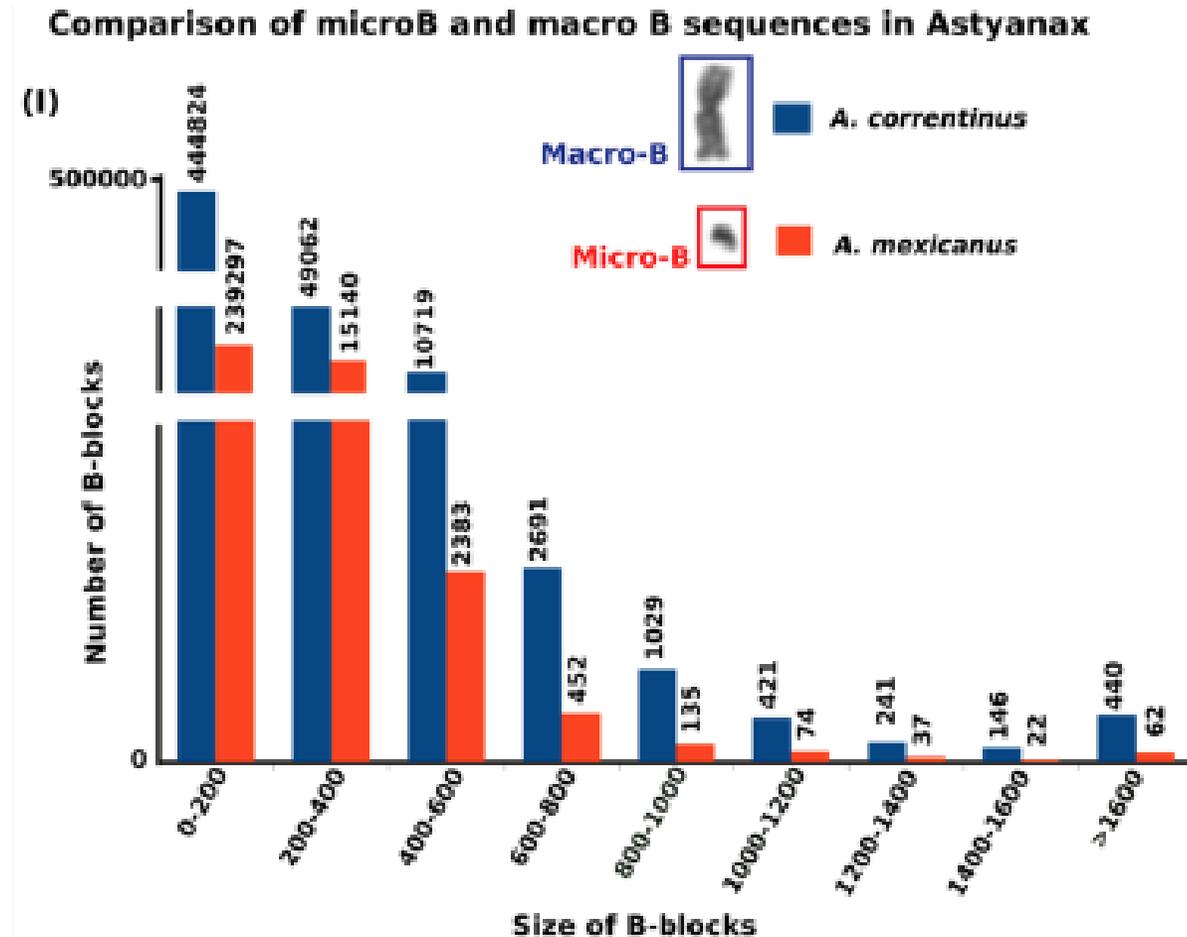
## Definición:

Componentes cariotípicos prescindibles que muestran rasgos no-Mendelianos y comportamiento no-estándar de herencia; no tienen la capacidad de recombinarse/aparearse con los cromosomas A.

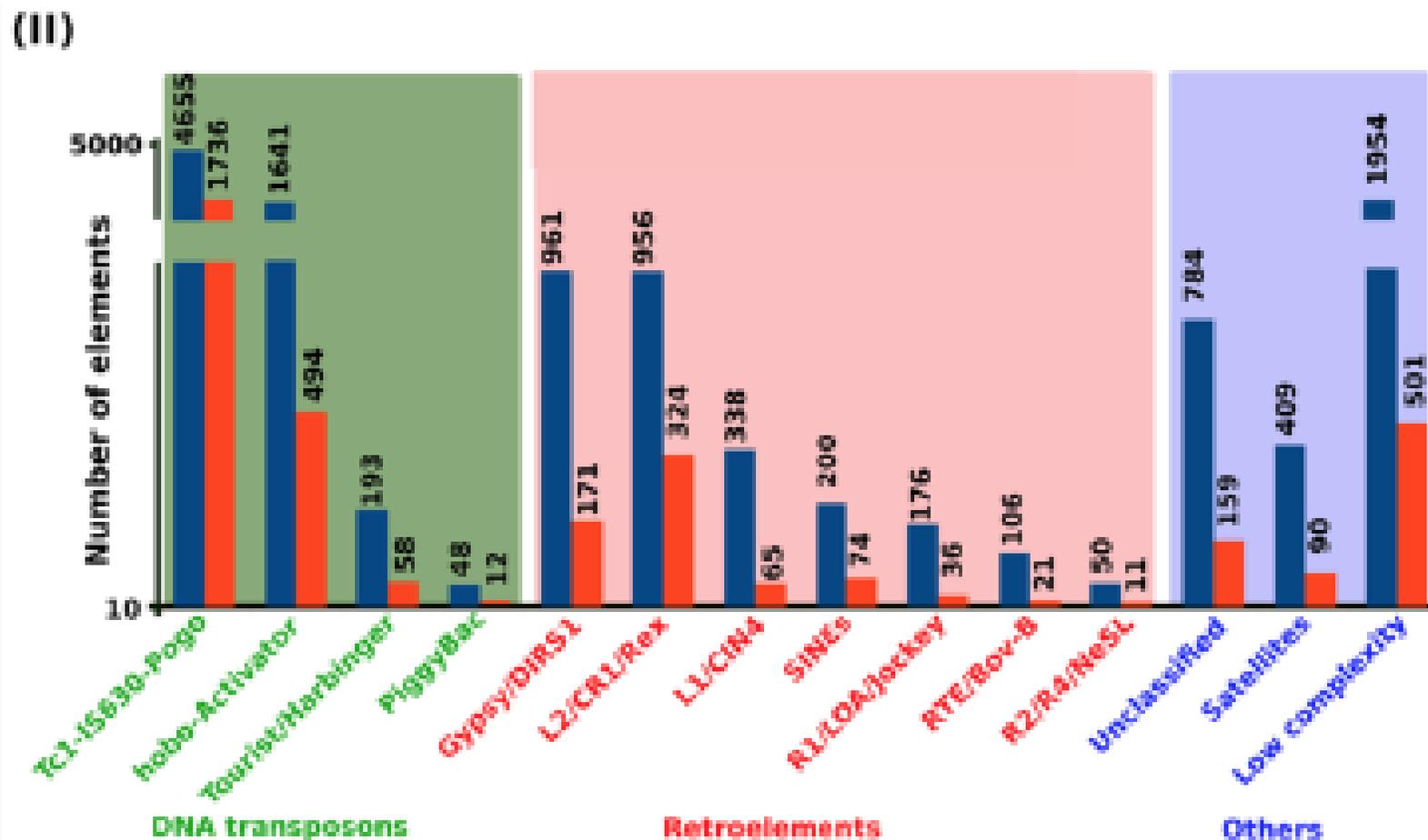


Especies con cromosomas B y su  
 cariotipo: a) *Astyanax mexicanus*,  
 b) *A. correntinus* , c) *Abracris  
 flavolineata* (Ahmad, S.F. et al., 2020)

# Comparación de bloques B con tamaño de bloques (Ahmad, S.F. et al., 2020)



# Cantidad de elementos repetitivos en micro/macrocromosomas B (Ahmad, S.F. et al., 2020)



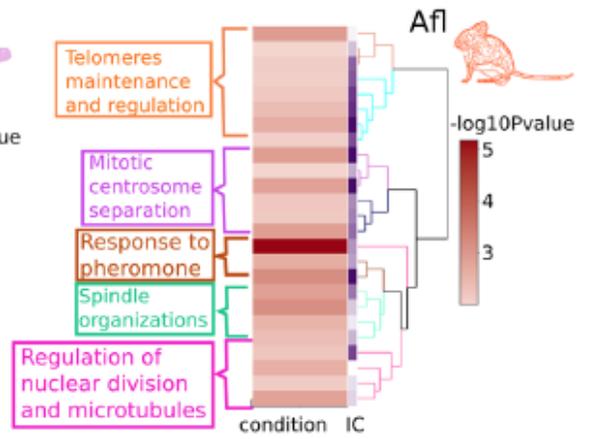
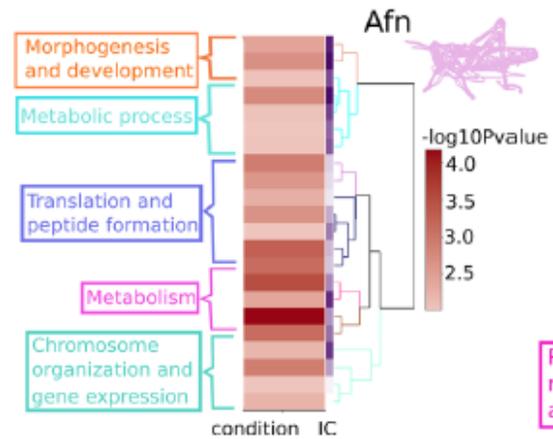
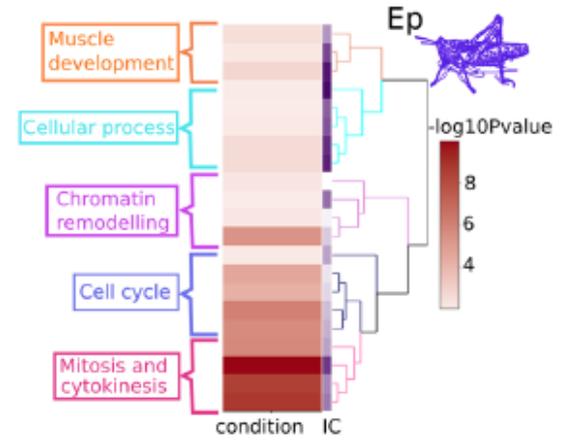
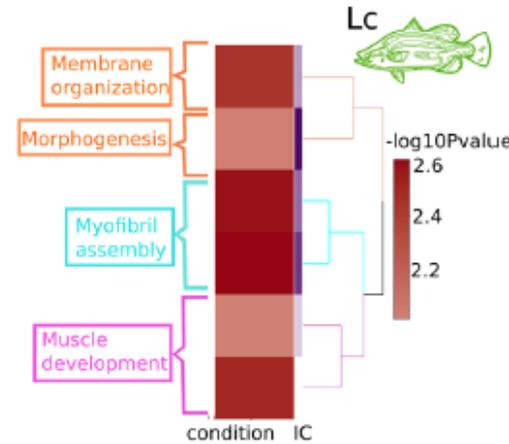
# Proporción de secuencias repetidas en cromosomas A y B (izq) y distribución de genes con funciones adjudicadas en cromosomas B de 4 especies (Ahmad, S.F. et al., 2020)

Donut chart *A. correntinus*

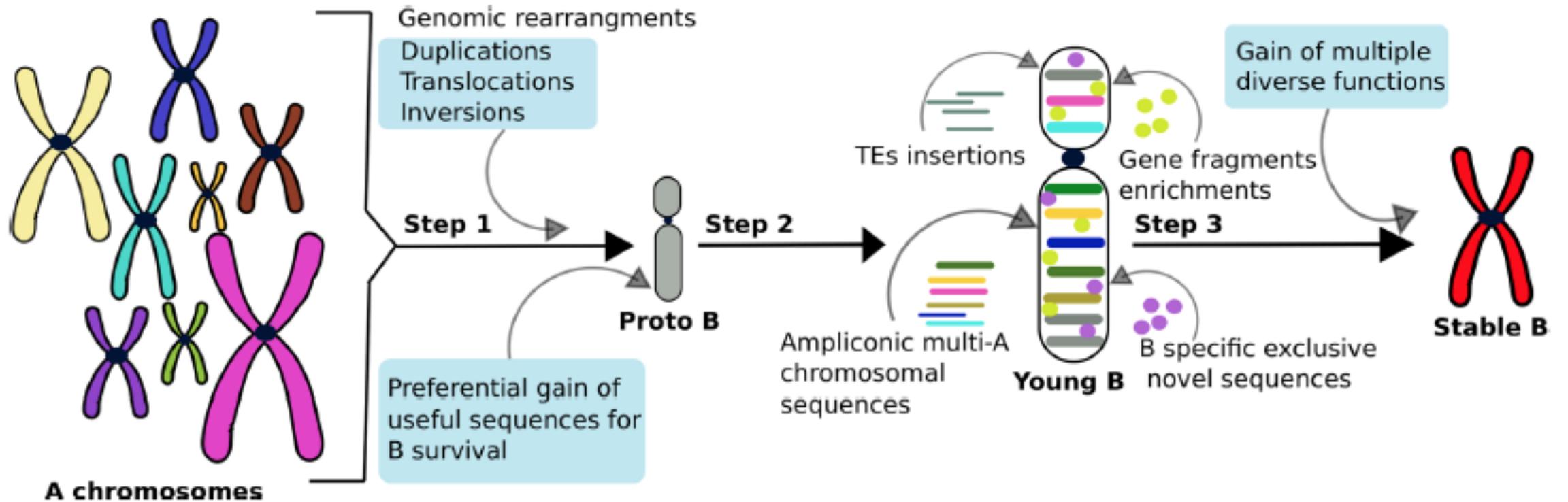


■ Retroelements  
■ LINEs  
■ LTRs  
■ DNA transposons  
■ Unclassified  
■ Satellites  
■ Simple repeats  
 Inner ring = A chromosomes  
 Outer ring = B chromosome

Donut chart *A. mexicanus*

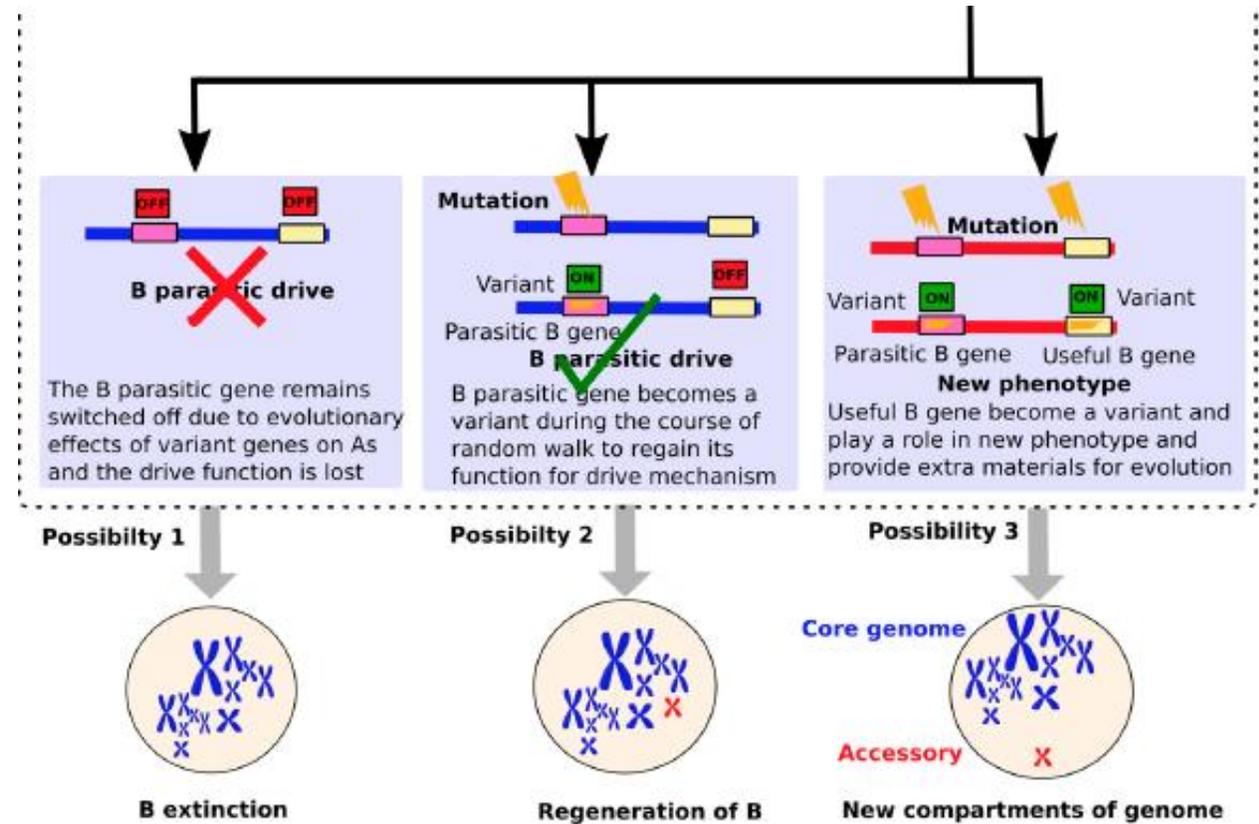
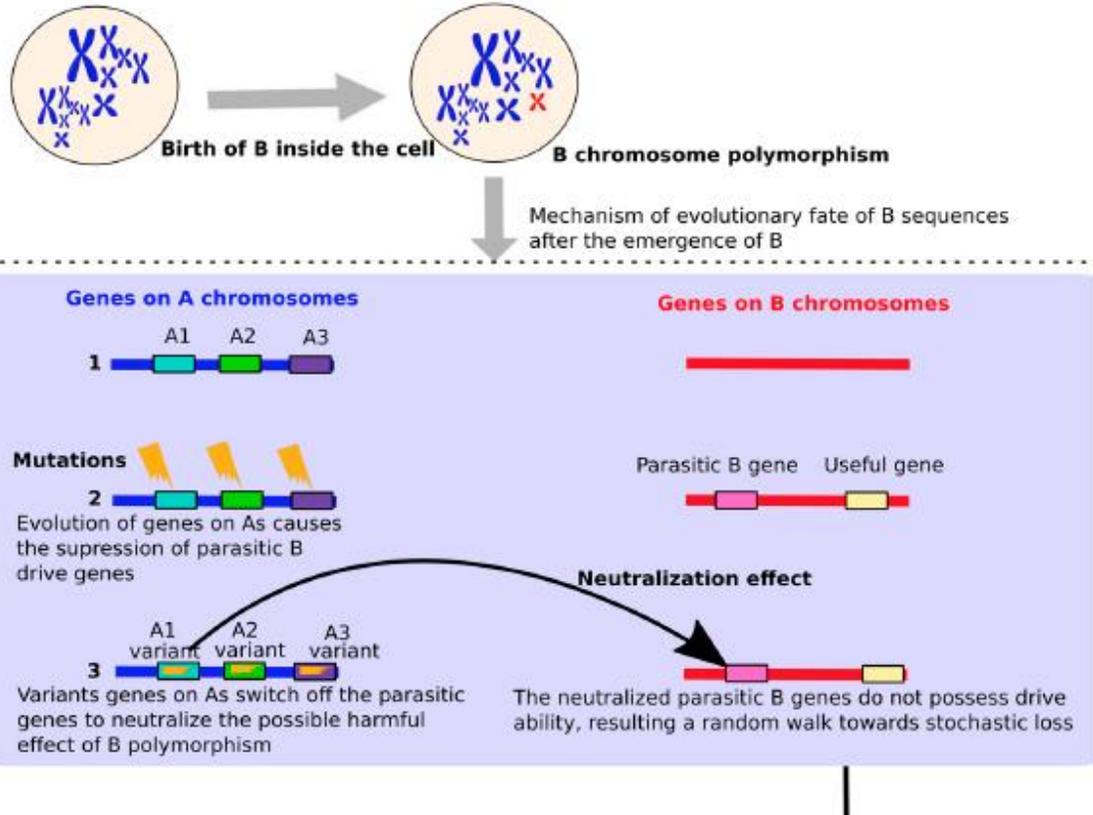


# Esquema de evolución de cromosomas B (Ahmad, S.F. et al., 2020)



# Destino de la evolución de genes en los cromosomas B

(Ahmad & Martins, 2020)



# Existe un mecanismo selectivo que:

- -regule las fisiones en los cromosomas?
- -regule las fusiones en los cromosomas?
- -opere diferencialmente entre los cromosomas?
- -regule los rearrreglos entre los cromosomas