Tema 21.MEIOSIS

- **Finalidad y significado biológico de la meiosis**
- **Etapas**
- **Hechos fundamentales de la primera y de la segunda divisiones meióticas**
- **Comportamiento cromosómico durante Profase I**
- **Complejo sinaptonémico**
- **Quiasmas, sobrecruzamiento y recombinación génica**
- **Consecuencias de la no-disyunción meiótica**

Bibliografía recomendada:

Alberts 5ª Ed. Capítulo 21, pp 1272-1281

Cooper 5ª /7ª Ed. Capítulo 16, (pp 681-684; pp 668-675)

Finalidad y significado biológico de la meiosis

- La **meiosis** se produce en todos los organismos con **reproducción sexual**

- La finalidad esencial de la meiosis es reducir a la mitad el número de cromosomas de las **células germinales** (diploides) para conseguir los **gametos** (células haploides)

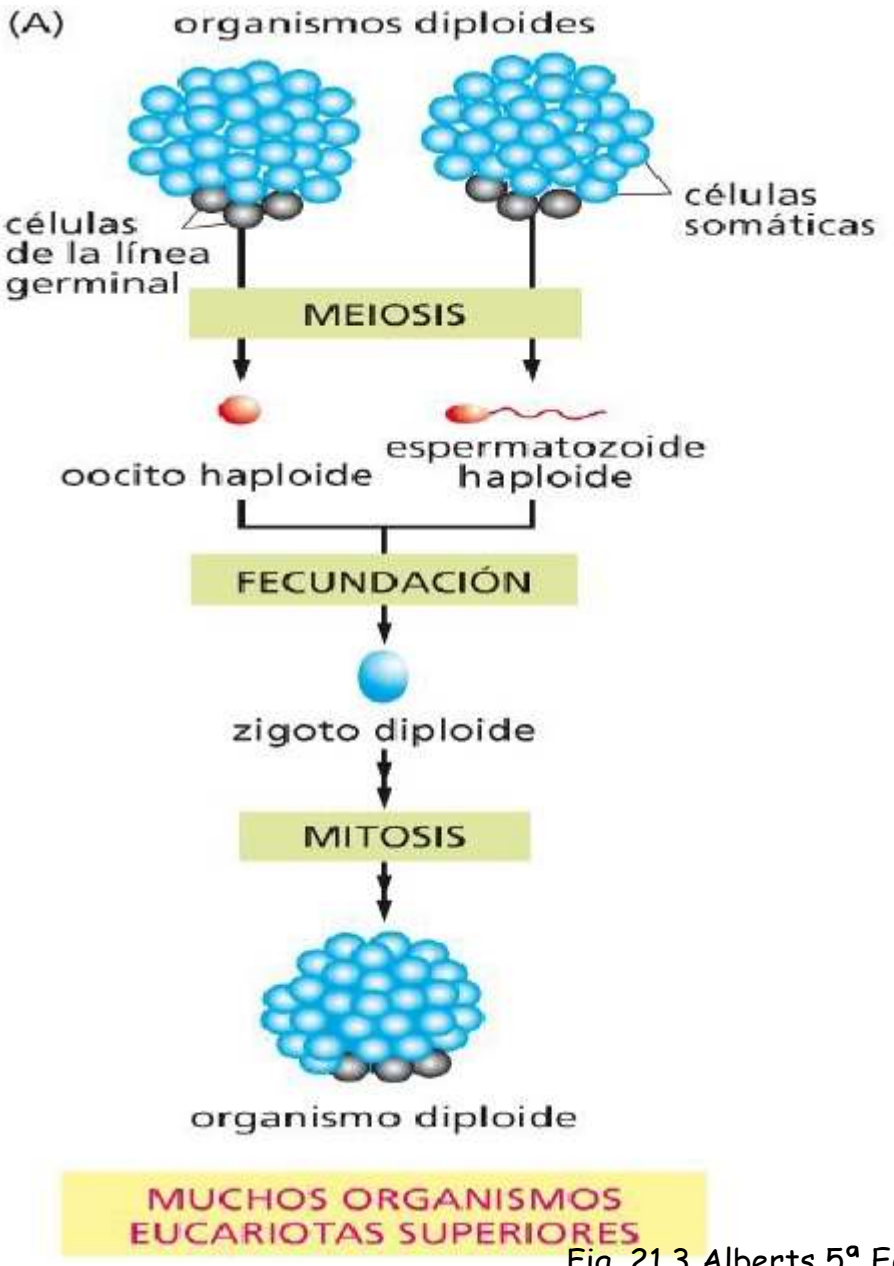


Fig. 21.3 Alberts 5ª Ed.

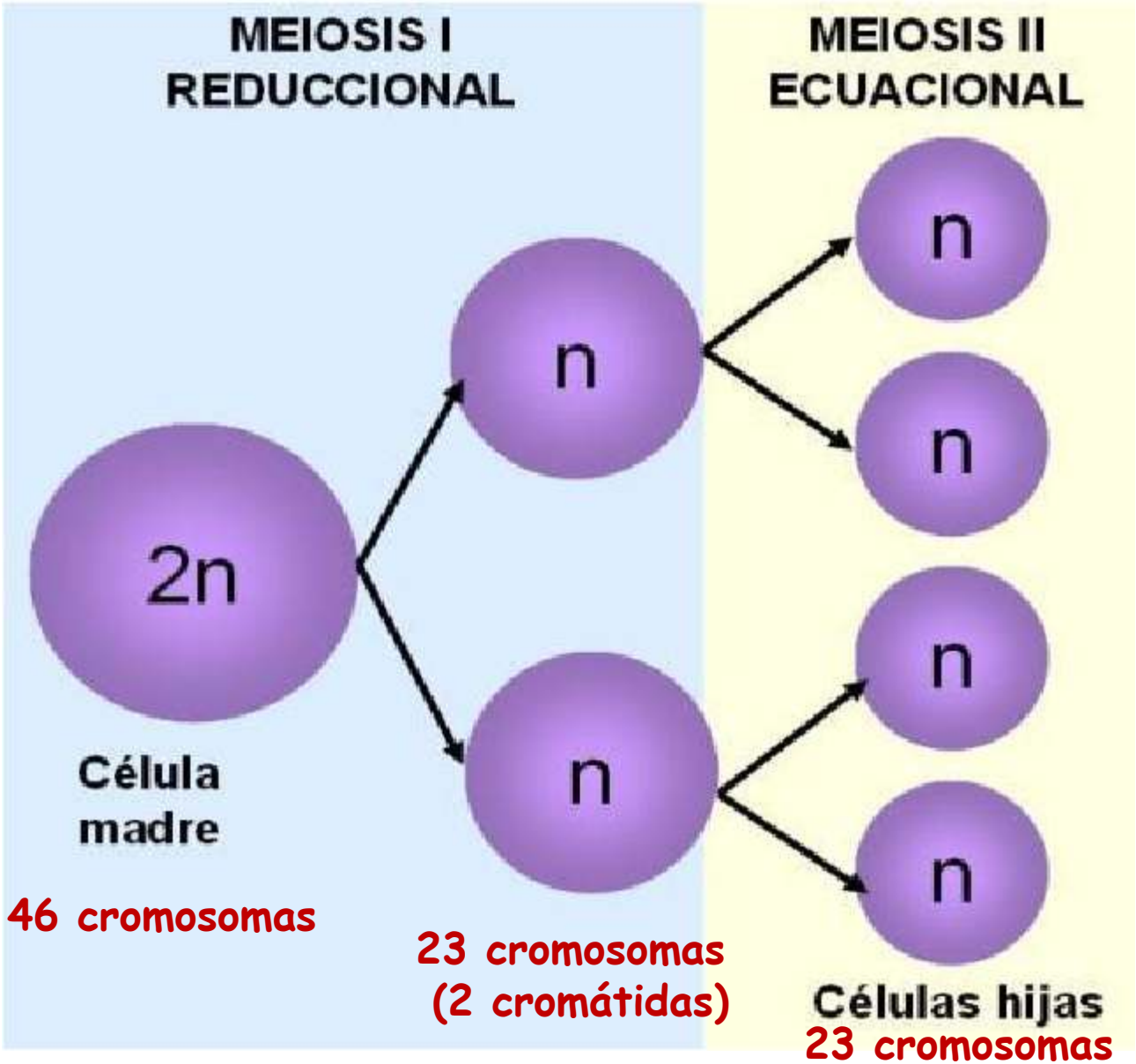
Introducción meiosis: conceptos básicos

- n=numero total de cromosomas de un gameto o el numero de parejas de cromosomas homólogos presente en las células somáticas

- Las células diploides (2n) contienen n pares de cromosomas homólogos

- 1 célula diploide, como consecuencia de la meiosis, dará lugar a 4 células haploides (gametos)

Objetivo de la meiosis: obtener células haploides



Finalidad y significado biológico de la meiosis

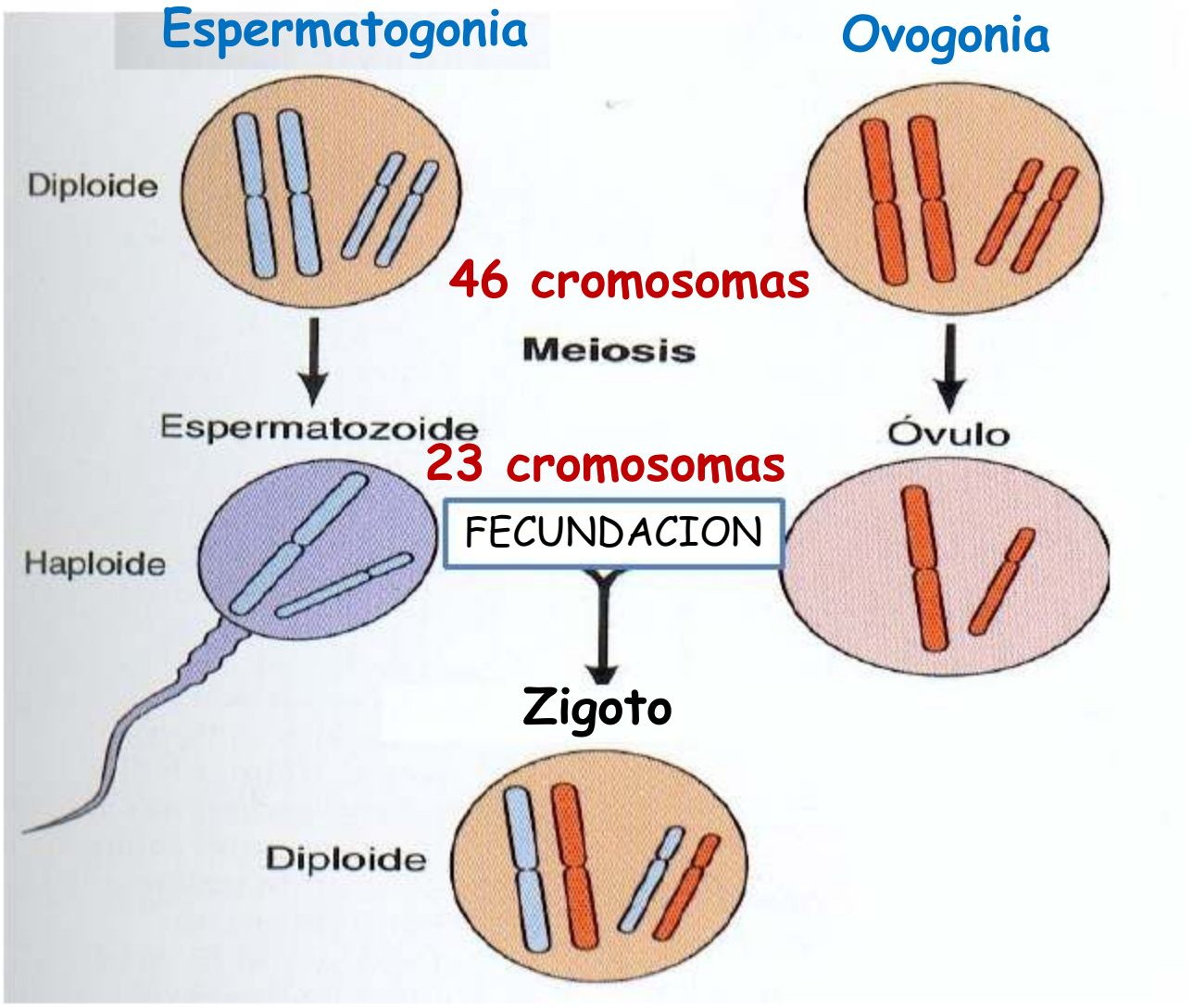
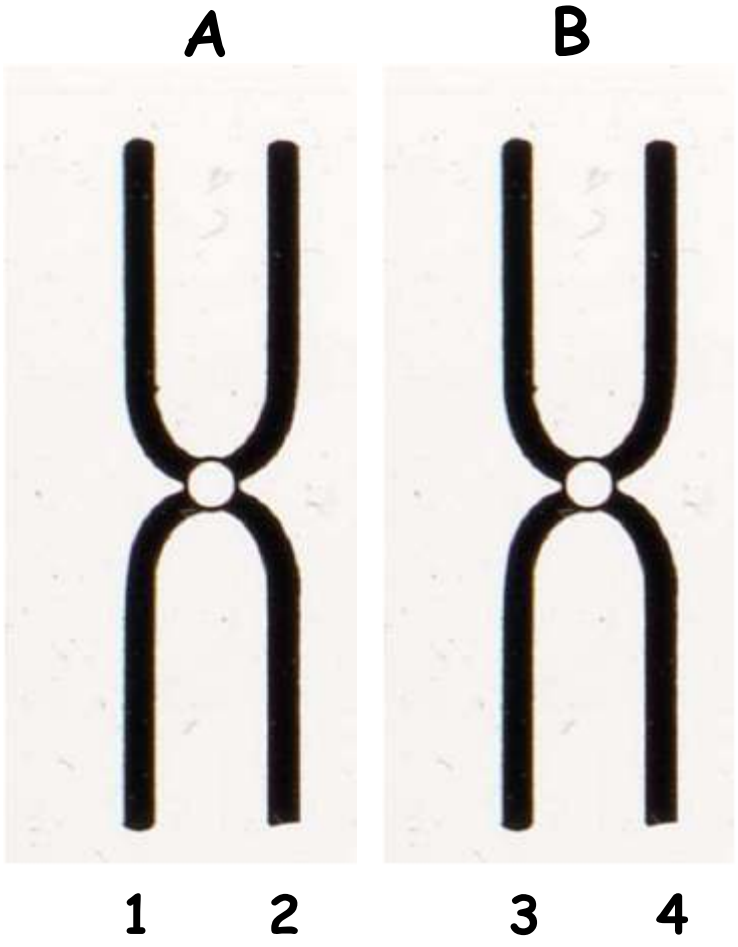


Fig. 4.2, Cooper 5ª Ed

A y B son cromosomas homólogos



1 y 2 cromátidas hermanas
3 y 4 cromátidas hermanas
1 y 3 cromátidas homólogas
1 y 4 cromátidas homólogas
2 y 3 cromátidas homólogas
2 y 4 cromátidas homólogas

Conceptos básicos de la meiosis:

- Sinapsis

-Sobrecruzamiento y recombinación génica

- Segregación o disyunción

Etapas de la Meiosis

- La meiosis consta de dos divisiones celulares muy diferentes entre sí: meiosis I y meiosis II

- En la meiosis I, los pares de cromosomas homólogos se aparean e intercambian información genética. Una vez recombinados se separan entre las dos células hijas

- En la meiosis II, sin replicación de ADN, las cromátidas de los cromosomas recombinados se separan entre los 4 gametos

Etapas de la Meiosis

Meiosis I:

- Profase I
- Metafase I
- Anafase I
- Telofase I

leptotena
cigotena
paquitena
diplotena
diacinesis

Con replicación del ADN

Meiosis II:

- Profase II
- Metafase II
- Anafase II
- Telofase II
- Citocinesis II

Sin replicación del ADN

Leptotena

- Condensación de la cromatina: condensinas
- Cromosomas formados por dos cromátidas hermanas

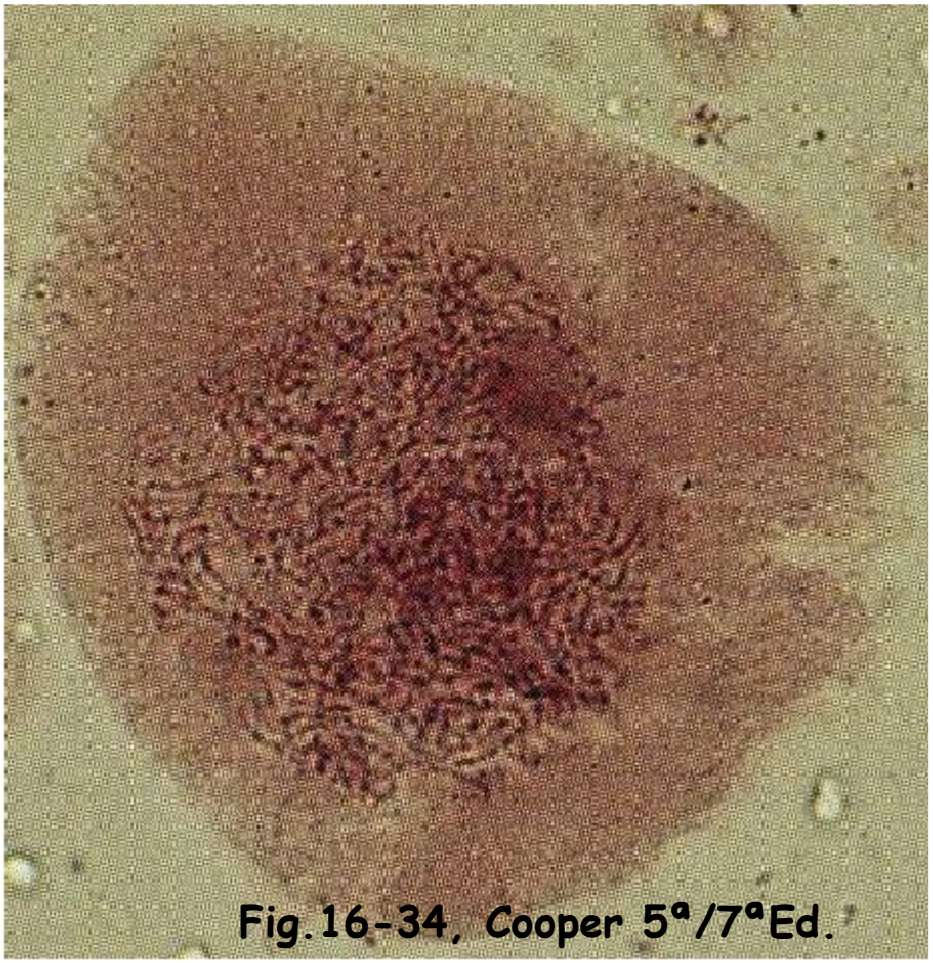


Fig.16-34, Cooper 5ª/7ªEd.

Fig. 21-7, Alberts 5ªEd.

En leptotena, los telómeros están unidos a la superficie interna de la envoltura nuclear

Cigotena

- Inicio de apareamiento (sinapsis) de cromosomas homólogos gracias a la formación del complejo sináptonemico

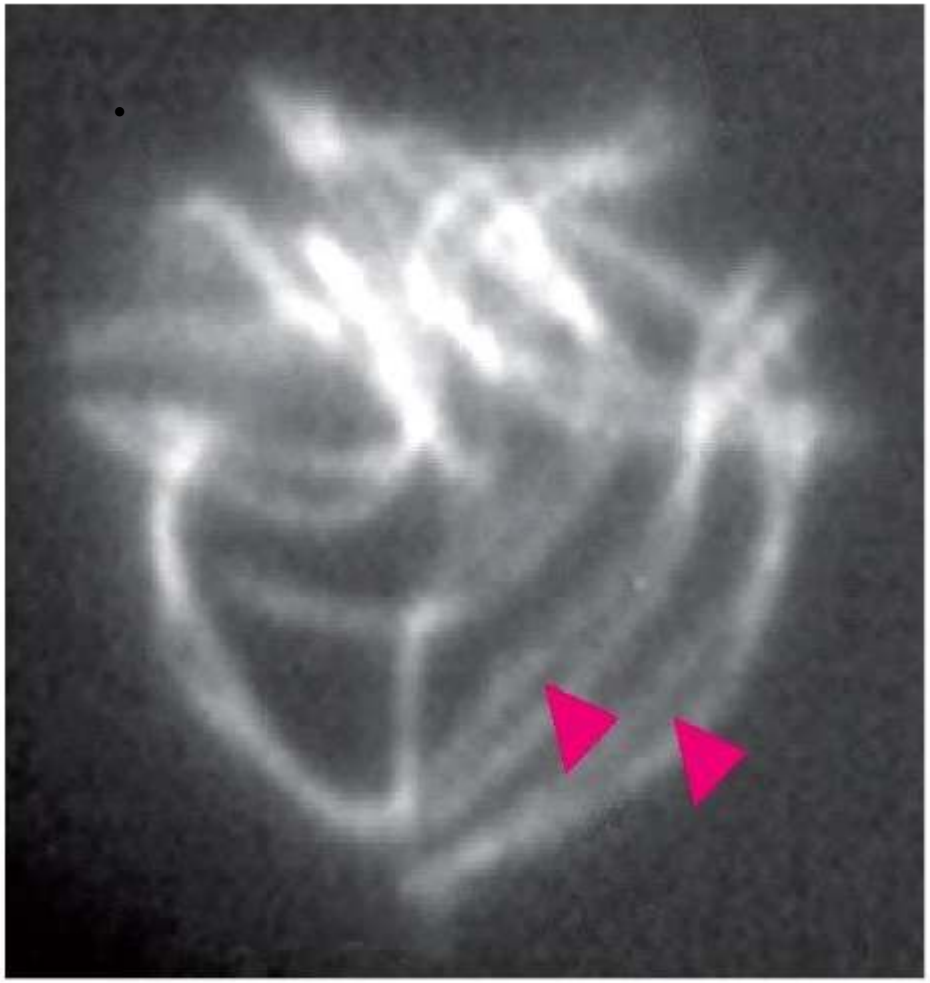
- **Bivalentes:**

  2 cromosomas

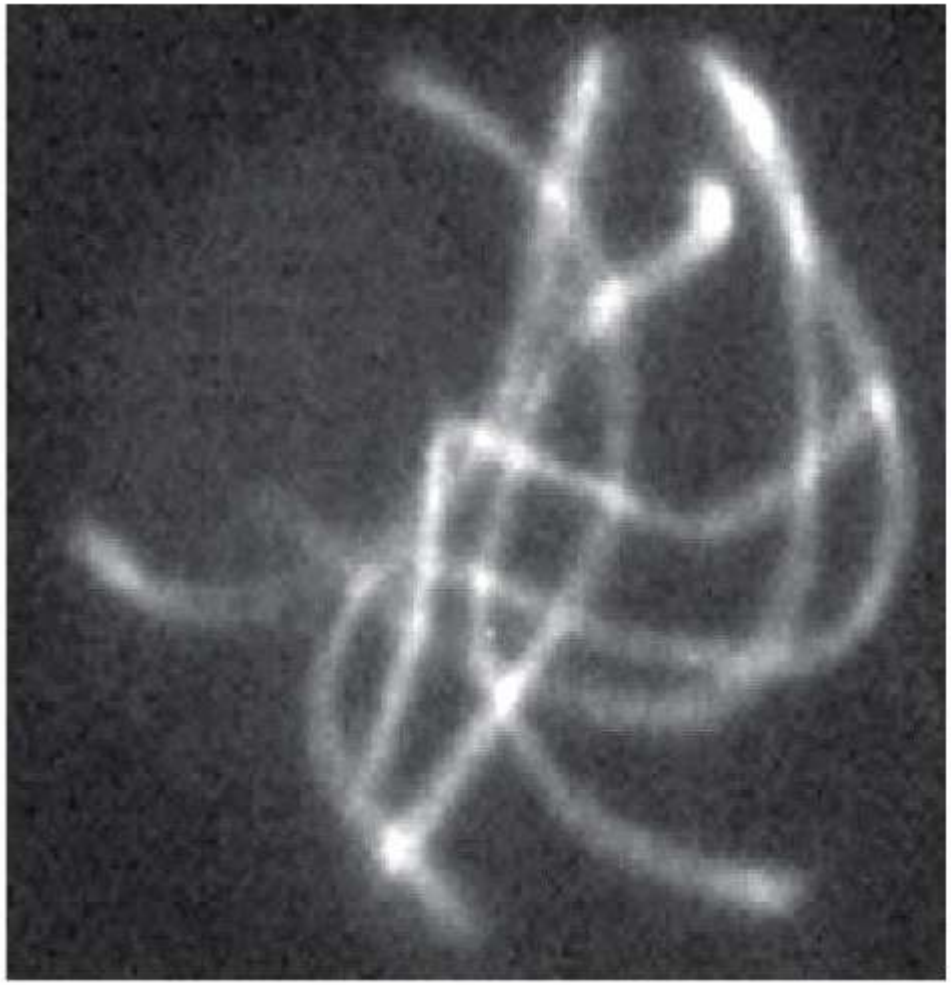
  4 cromátidas

Fig.16-34, Cooper 5ª/ 7ªEd.

Microfotografía de inmunofluorescencia de células en Profase I



Sinapsis parcial en cigotena



Sinapsis completa en paquitena

Fig. 21-9, Alberts 5ªEd.

Paquitena

- Los cromosomas homólogos están completamente apareados
- Sobrecruzamiento entre cromátidas homólogas

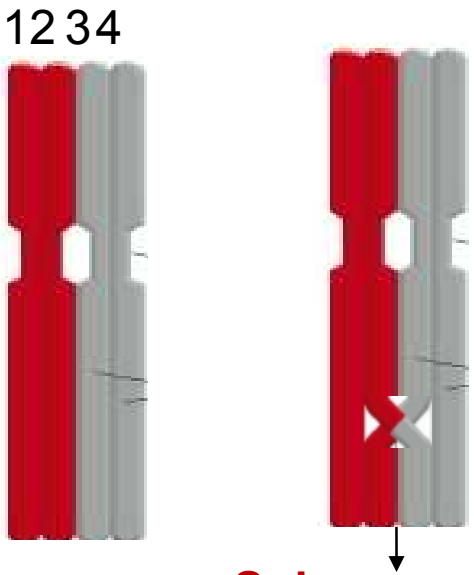


Fig.16-34, Cooper 5ª/ 7ªEd.

Diplotena (Dictiotena)

Fig.16-34, Cooper 5ª/7ªEd.

- Desaparece el complejo sinaptonémico dejando huecos (ojales)
- Los cromosomas se separan en casi toda su longitud, pero permanecen unidos en los quiasmas
- En este estado, cada par de cromosomas tiene 4 cromátidas con su/s quiasma/s claramente visible/s

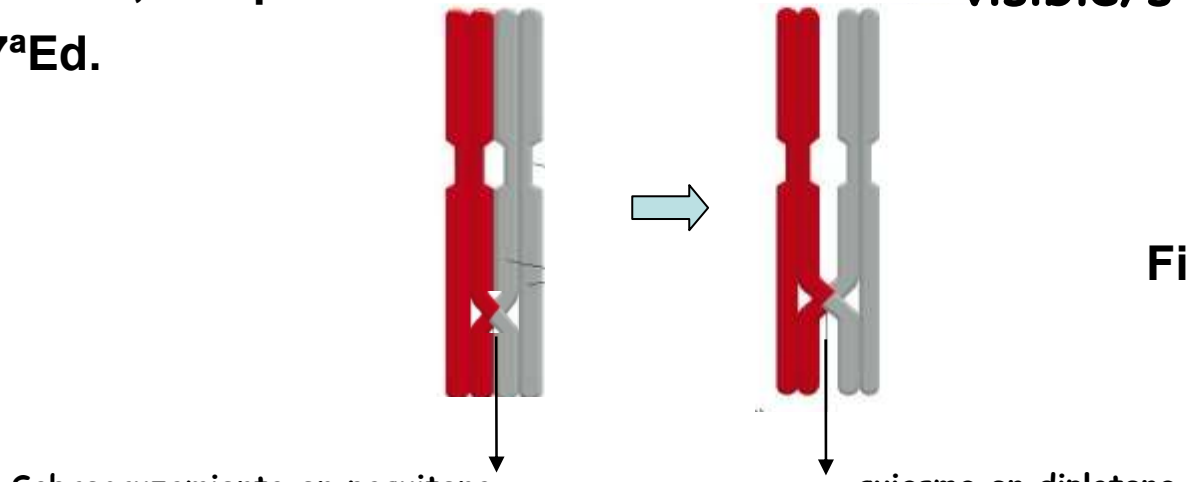
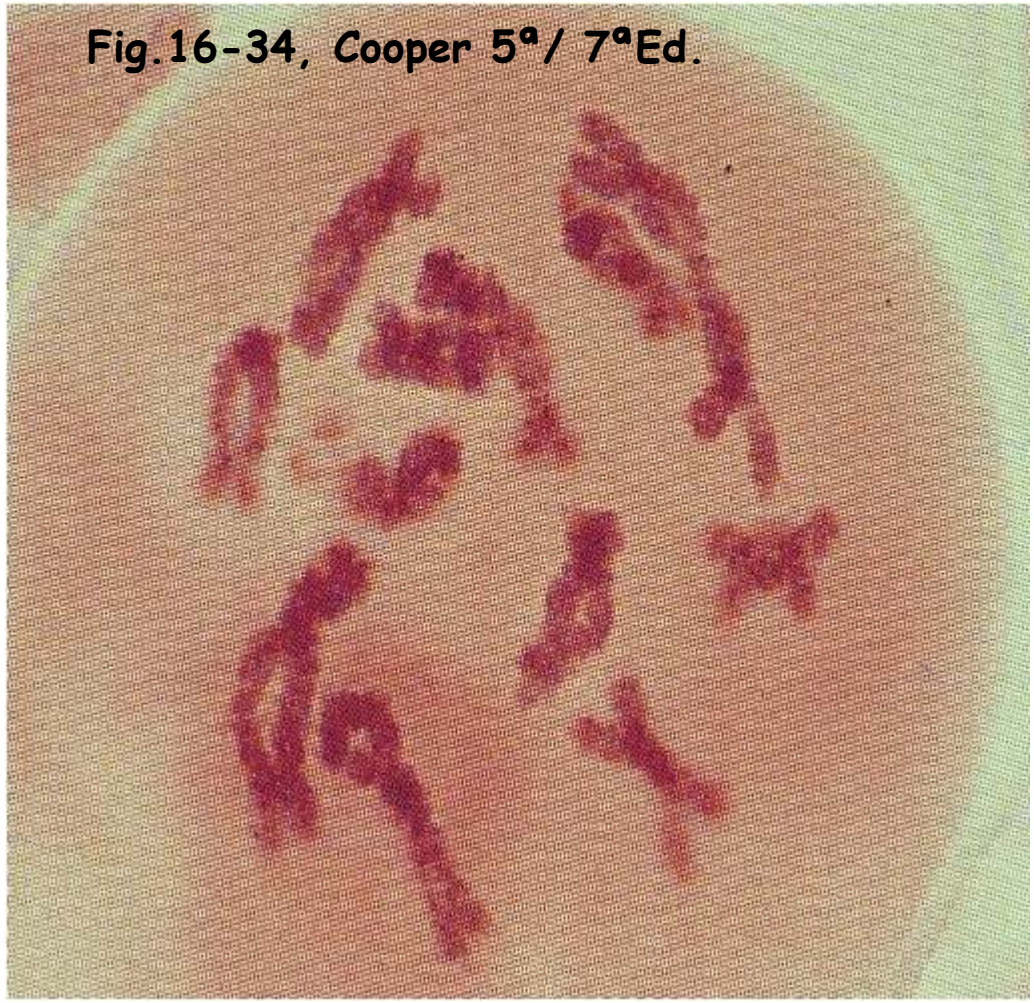


Fig. 21-6, Alberts 5ªEd.

Diacinesis

- Condensación máxima de los cromosomas
- Los cromosomas se separan de la envoltura nuclear que comienza a desaparecer



Profase I

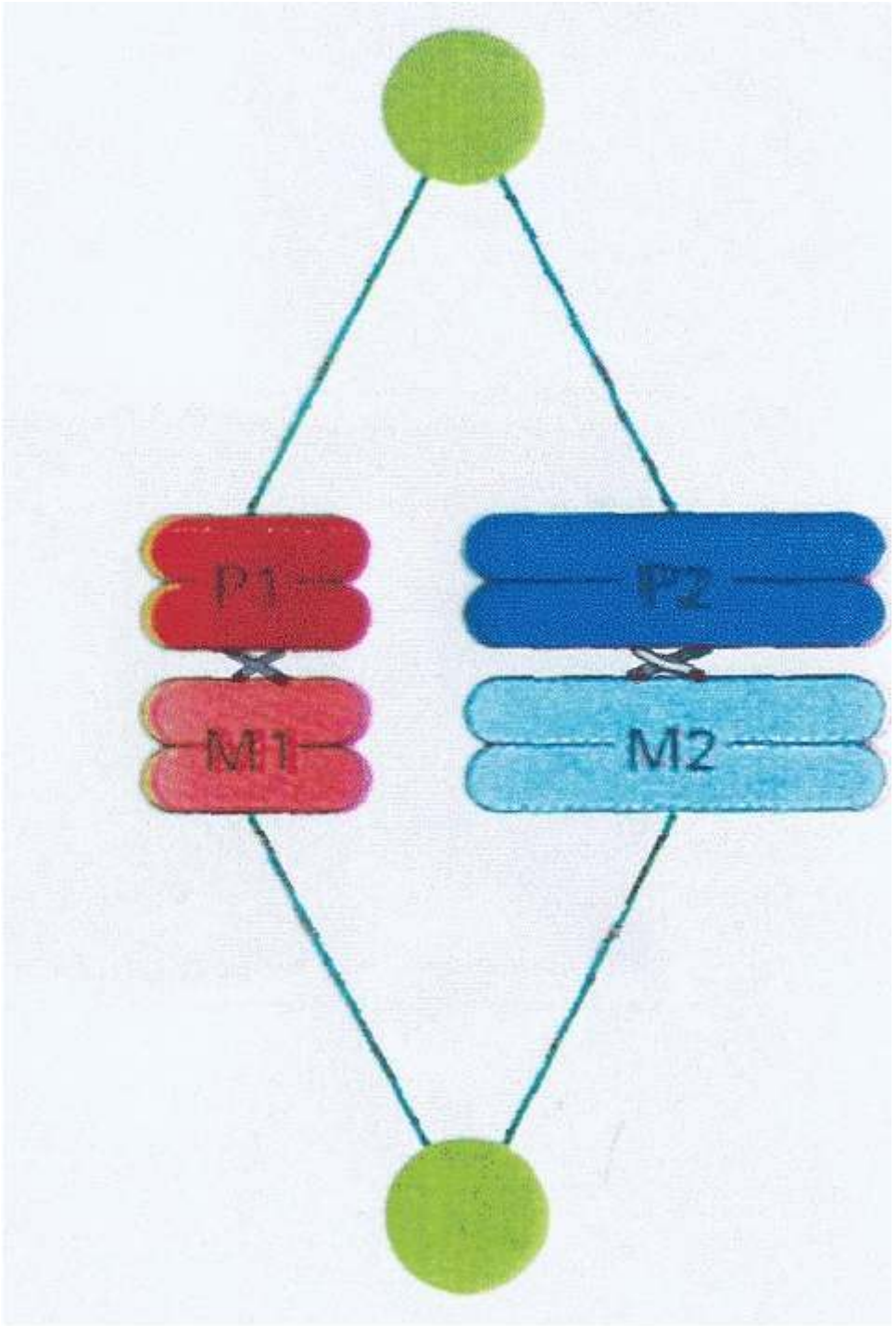
- Durante esta etapa se producen los acontecimientos más relevantes de la meiosis (sinapsis y recombinación) con importantes consecuencias genéticas

- Al final de la profase I:
  - ✓ Los bivalentes empiezan a desplazarse hacia el plano ecuatorial
  - ✓Desaparece la envoltura nuclear
  - ✓Se forma el huso acromático

Metafase I

- Los pares de cromosomas homólogos quedan alineados en la placa metafásica

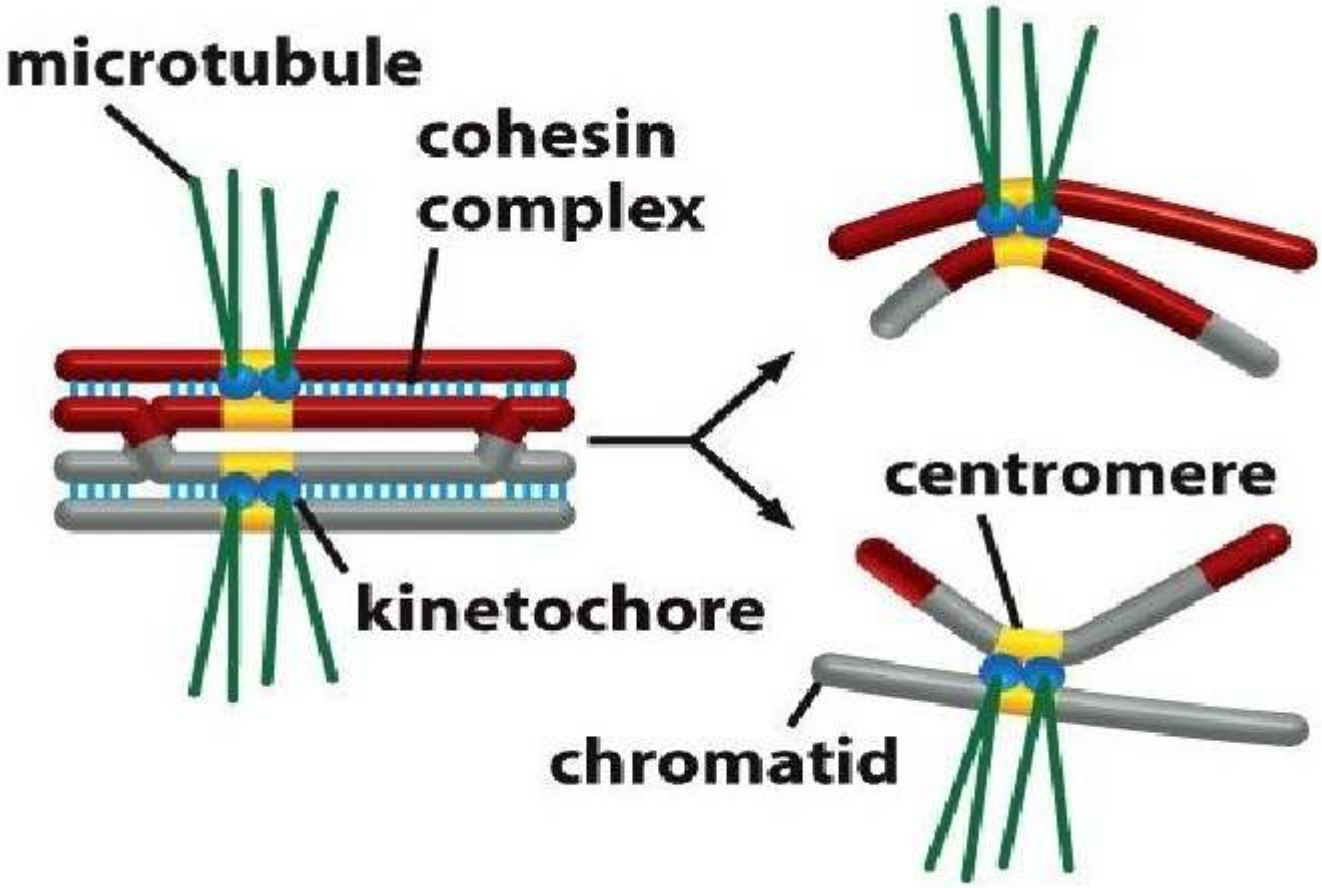
- Los quiasmas son indispensables para el correcto alineamiento en esta fase



Transición Metafase I-Anafase I

Los microtúbulos cinetocóricos de las cromátidas hermanas están orientados en la misma dirección

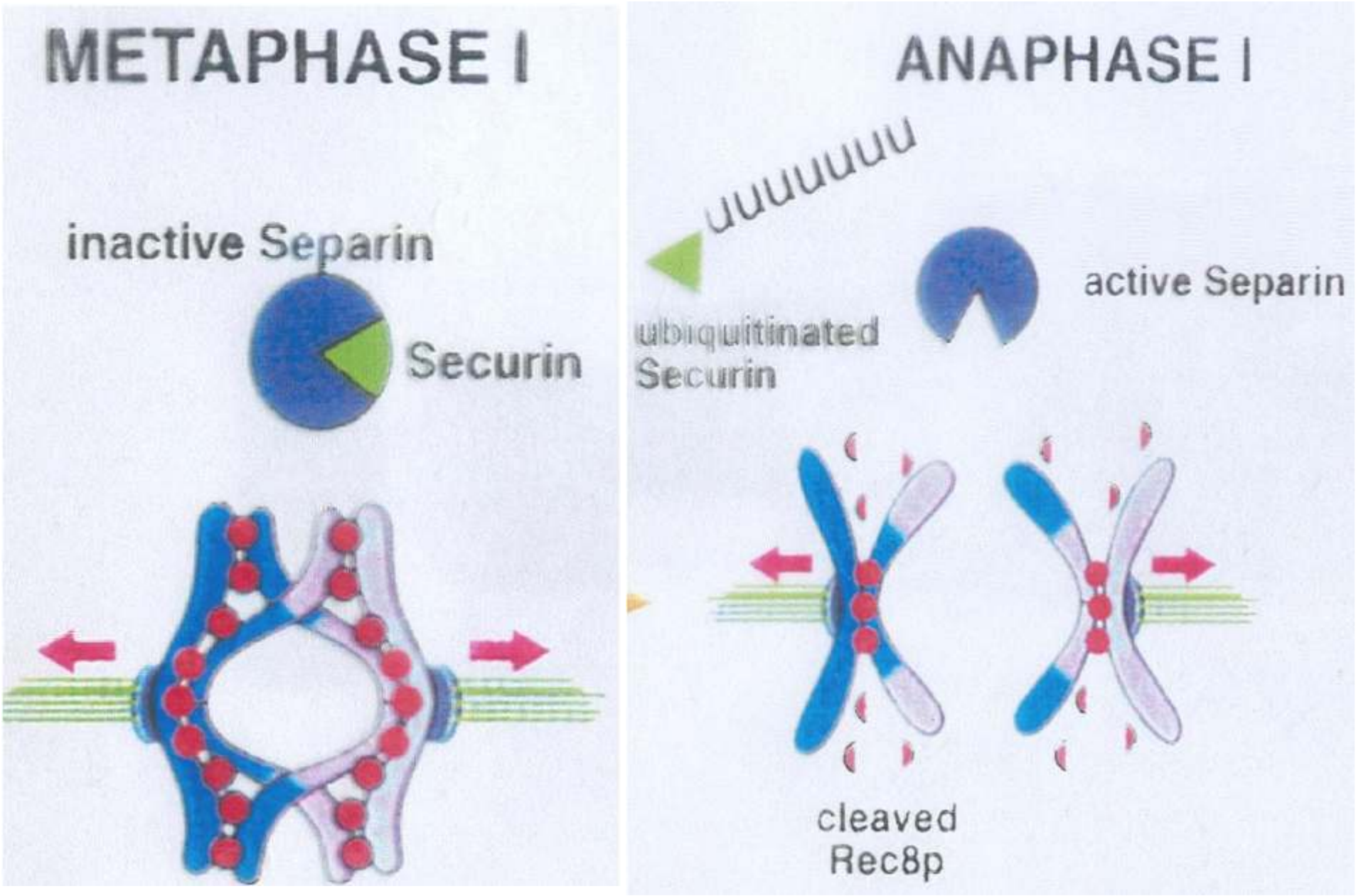
Se separan cromosomas con dos cromatidas



METAFASE I ANAFASE I

Fig. 21-12, Alberts 5ª Ed.

Modelo de separación de los cromosomas: meiosis I



Anafase I

- Los cromosomas homólogos son arrastrados por los microtúbulos del huso acromático hacia los polos opuestos de la célula

- Terminan los quiasmas

- Se separan cromosomas recombinados con dos cromatidas

- Durante la anafase I se produce el mayor número de errores en la separación de los cromosomas

La diversidad genética fundamentalmente se consigue por:

- Recombinación génica en Profase I

- Distribución al azar de los cromosomas homólogos (materno y paterno) en Anafase

Como consecuencia de esto: cada individuo es único e irrepetible desde el punto de vista genético

Telofase I

- Los cromosomas alcanzan los polos opuestos de la célula

- Se obtienen 2 células hijas haploides, cuyos cromosomas tienen dos cromátidas

Meiosis II

- Entre la meiosis I y la II no se produce duplicación de la molécula de ADN

- Las células que comienzan la meiosis II son haploides

Transición Metafase II-Anafase II

En la placa metafásica, los microtúbulos cinetocóricos de las cromátidas hermanas se orientan a polos opuestos

En anafase se separan las cromátidas (se separan Cromosomas con 1 cromatida)

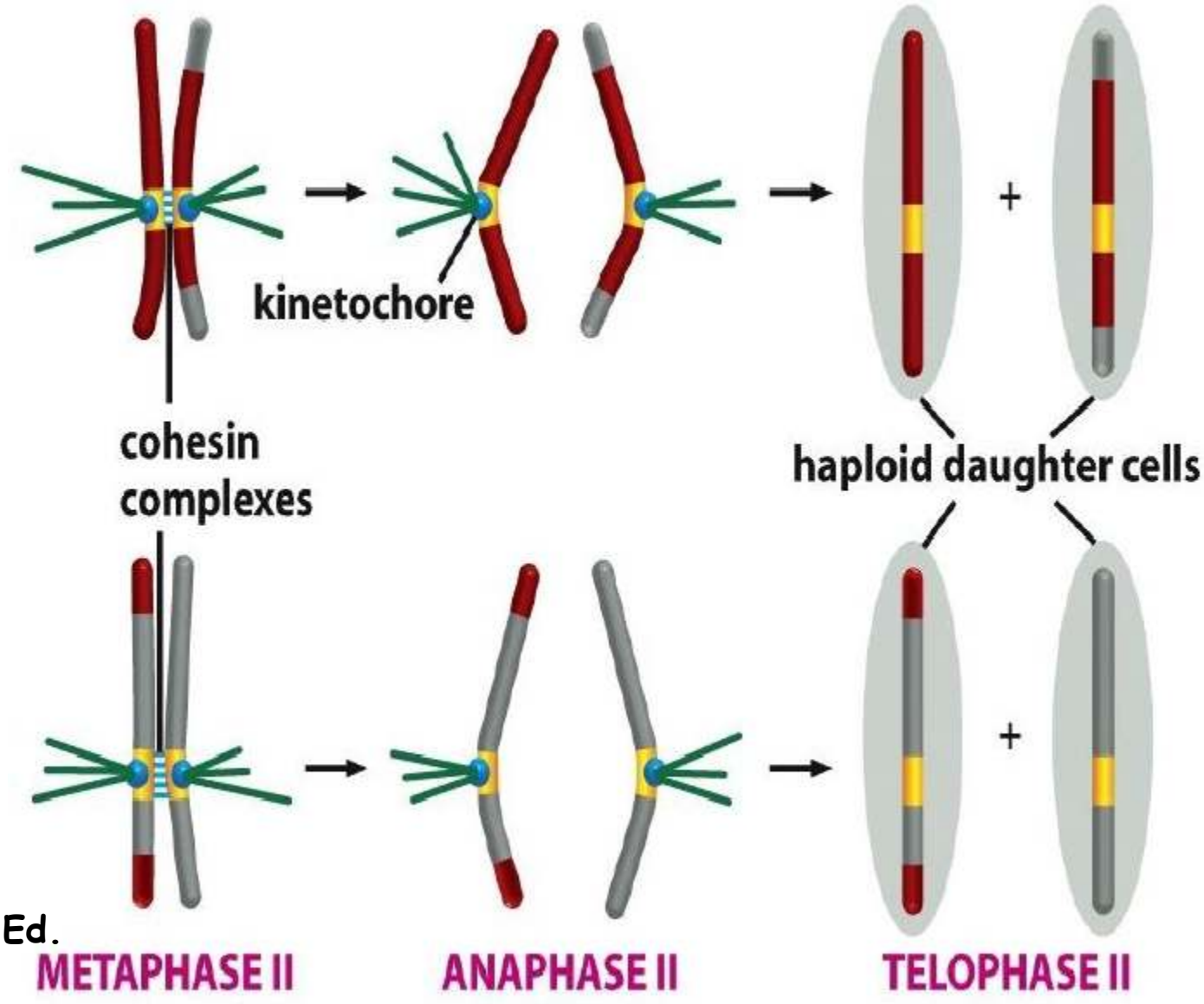
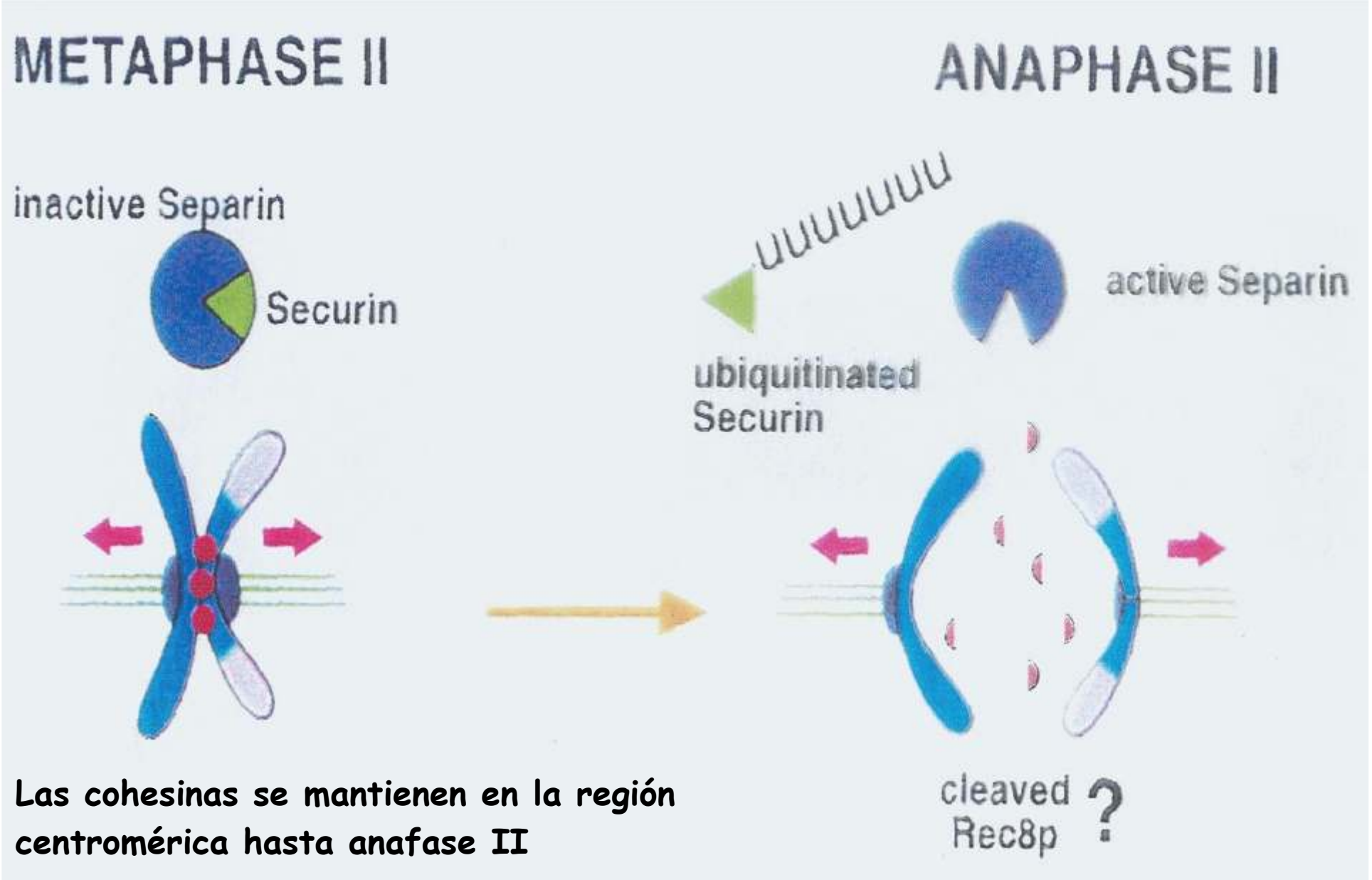


Fig. 21-12, Alberts 5ª Ed.

Modelo de separación de los cromosomas: meiosis II



Las cohesinas se mantienen en la región centromérica hasta anafase II

Complejos sinaptonémicos

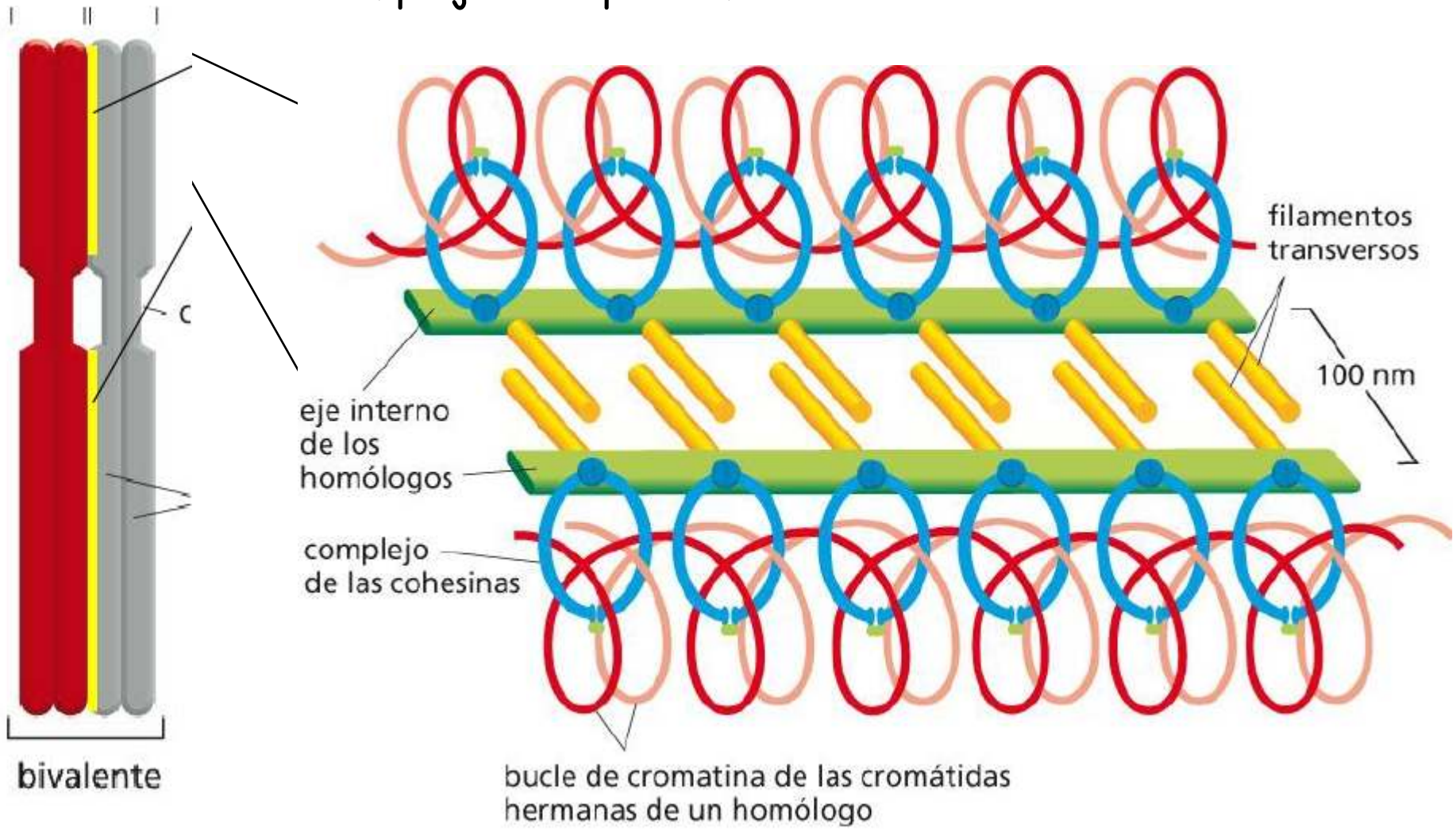


Fig 21-6, Alberts 5ª Ed.

Fig. 21.8 Alberts 5ª Ed.

Complejos sinaptonémicos

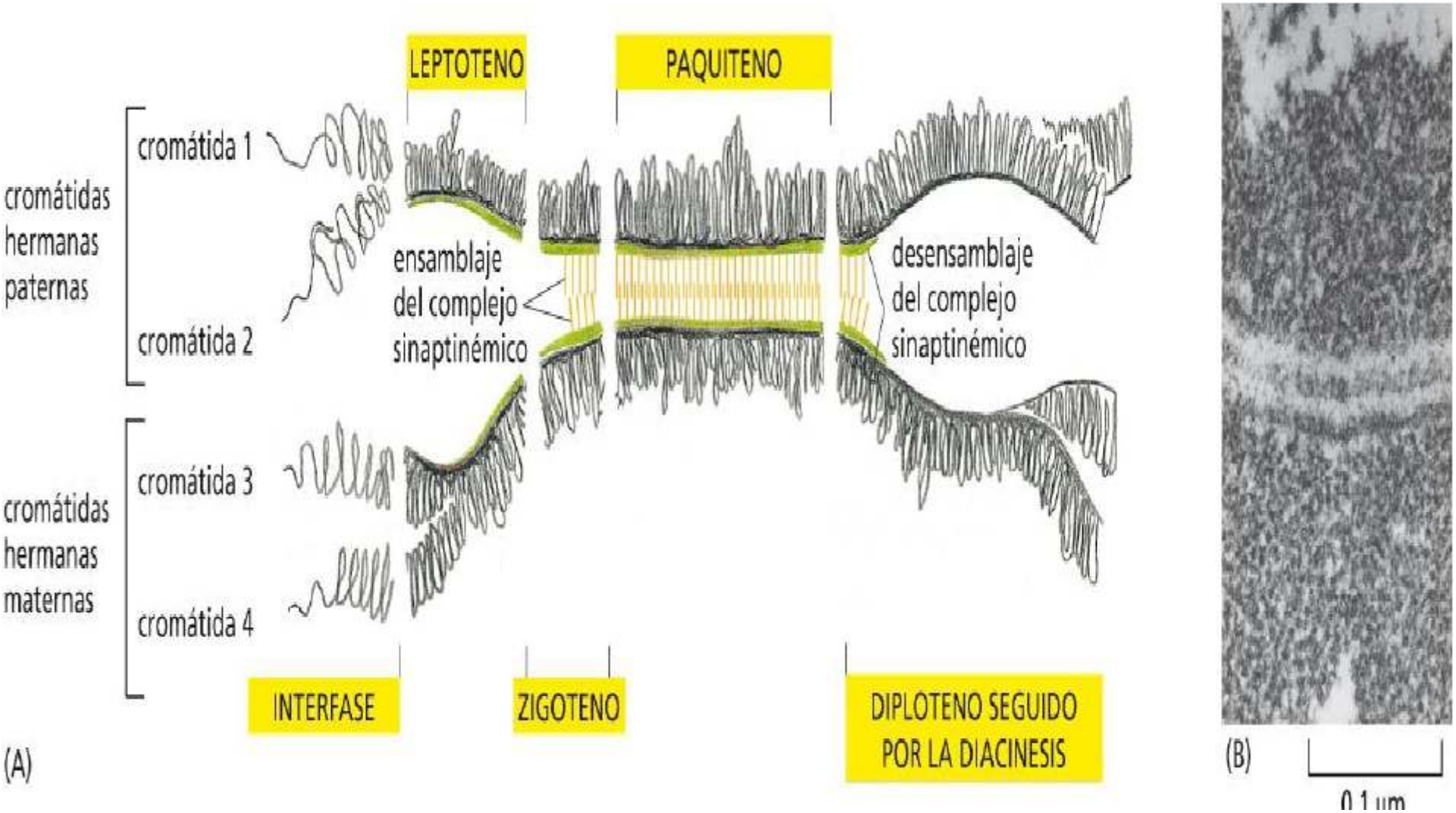
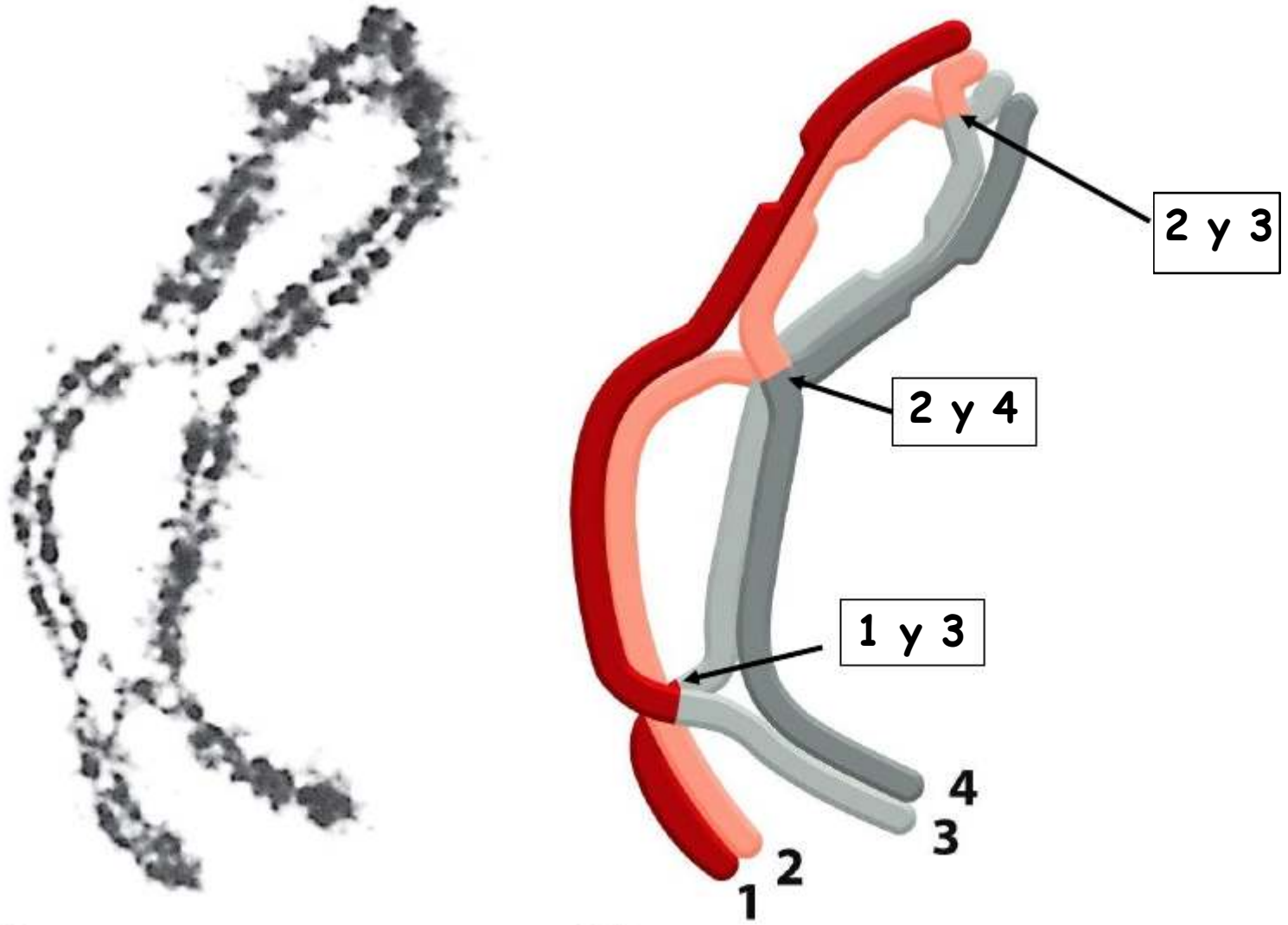


Fig. 21.9 Alberts 5ª Ed.

Quiasmas: el número de quiasmas por bivalente y las cromátidas que se sobrecruzan son variables



(A) Microfotografía de tres quiasmas

(B) Esquema de bivalente con tres quiasmas

Fig. 21-10, Alberts 5ªEd.

Sobrecruzamiento cromosómico y recombinación génica

- La recombinación génica es la consecuencia del sobrecruzamiento meiótico
- Se intercambian fragmentos de dos cromátidas no hermanas
- Se realiza durante la paquitena de la Profase I

Sobrecruzamiento entre cromosomas homólogos: inmunofluorescencia (CS en rojo; centrómeros en azul, lugar del sobrecruzamiento en verde)

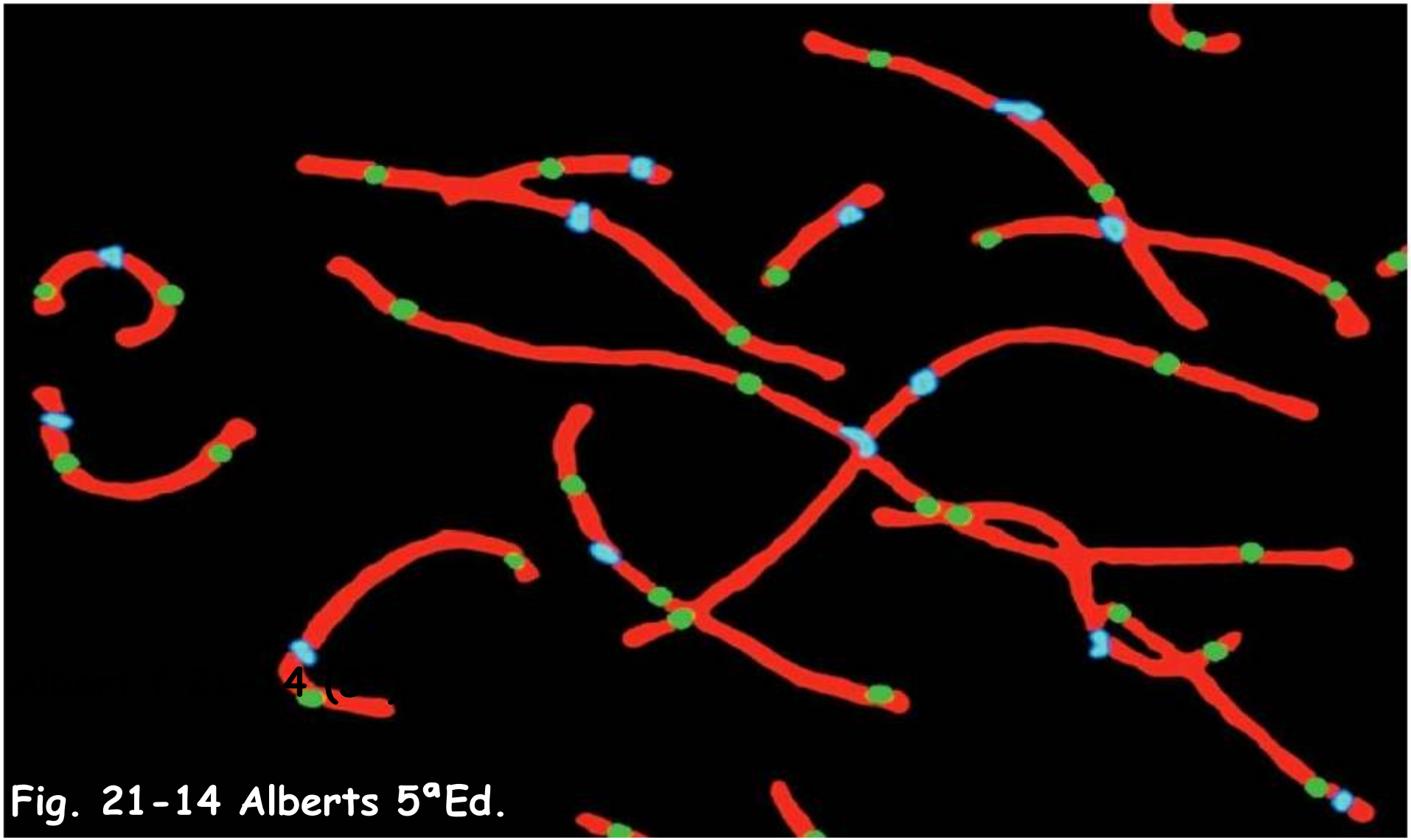


Fig. 21-14 Alberts 5ªEd.

Consecuencias genéticas de la meiosis

- Reducción del número de cromosomas de la célula diploide (2n) a la mitad, originando células haploides (n)
- Intercambio del material genético por recombinación génica entre cromosomas homólogos.
- Reparto aleatorio de los cromosomas homólogos en la anafase
- Como consecuencia de lo anterior se produce una gran diversidad genética
- Segregación de los alelos de acuerdo con la primera ley de Mendel