



Tema 3. Genética y evolución

3.2 Cromosomas

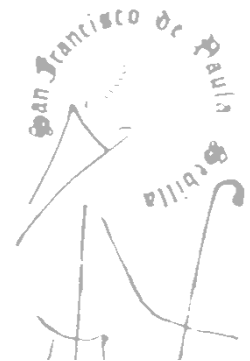
Germán Tenorio

Biología NS-Diploma BI



" According to the tests your obesity is genetic.
Most people have 'XY' chromosomes...yours are 'XL' ! "

Idea Fundamental: Los cromosomas contienen genes en una secuencia lineal compartida por los miembros de una misma especie.



XXXXXX



Para empezar...

- El siguiente gráfico representa el n° de genes, de cromosomas y el tamaño del genoma en dos especies diferentes.
- ¿Qué conclusión sacas del gráfico?
Discusión en pareja!!

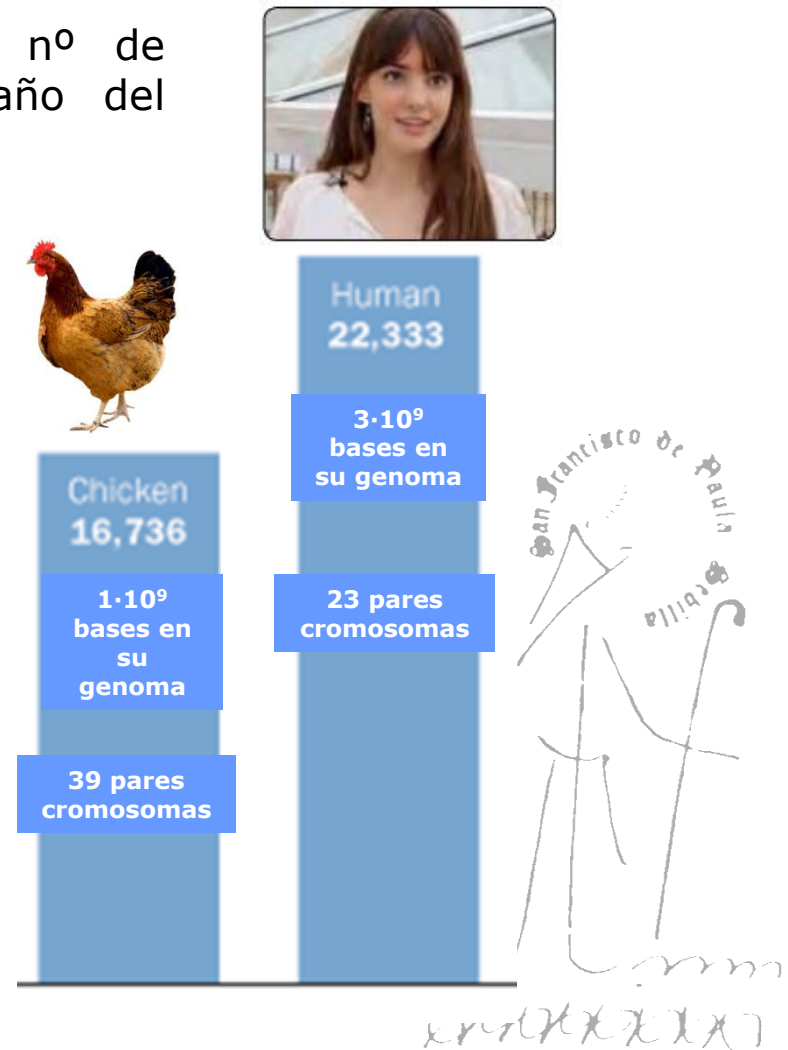


IMAGEN: Adaptada de
<https://www.sciencenews.org>



Colegio de
San Francisco de Paula

Conocimientos previos

AnswerGarden



¿Qué sabemos sobre los cromosomas?

Type your answer here...

Submit

20 characters remaining

<https://answergarden.ch/432595>





Programación del subtema

Comprensión	Aplicaciones	Habilidades
Cromosoma procariota	Uso de la autorradiografía para medir longitud moléculas de ADN	Uso de bases de datos
Cromosomas eucariotas	Comparación tamaño genomas	
Dotación cromosómica	Comparación n° cromosomas	
Cariograma	Uso de cariogramas	
Determinación del sexo		

no carm
XXXXXX



Para empezar...

- Esta imagen muestra una imagen al microscopio electrónico del ADN extraído de una bacteria de *E. coli* (en el centro).
- Discute con tu compañero lo que observas.
- Esta bacteria tiene una longitud de 1-2 μm , pero su genoma circular está compuesto de $2 \cdot 10^6$ pares de bases, o lo que es lo mismo, tiene un tamaño 1000 veces superior al de la bacteria.

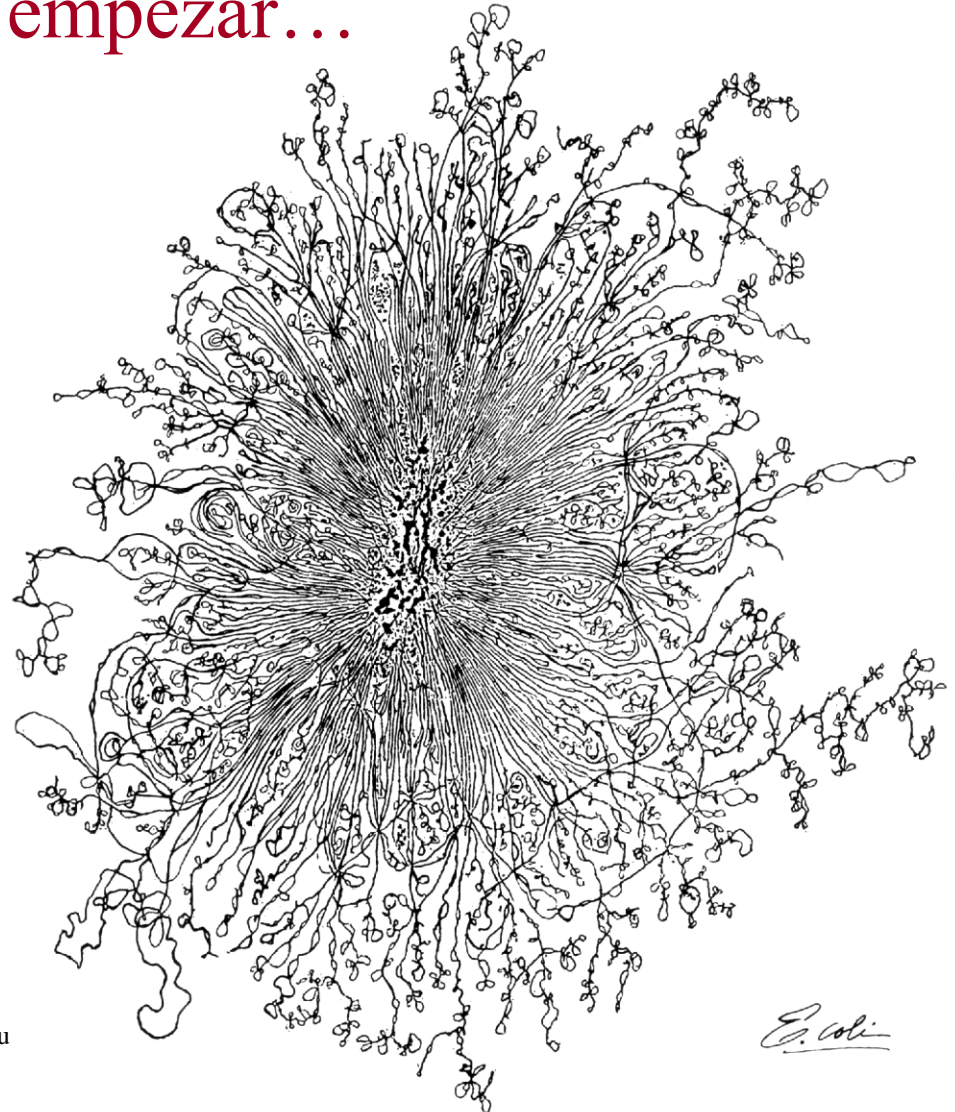
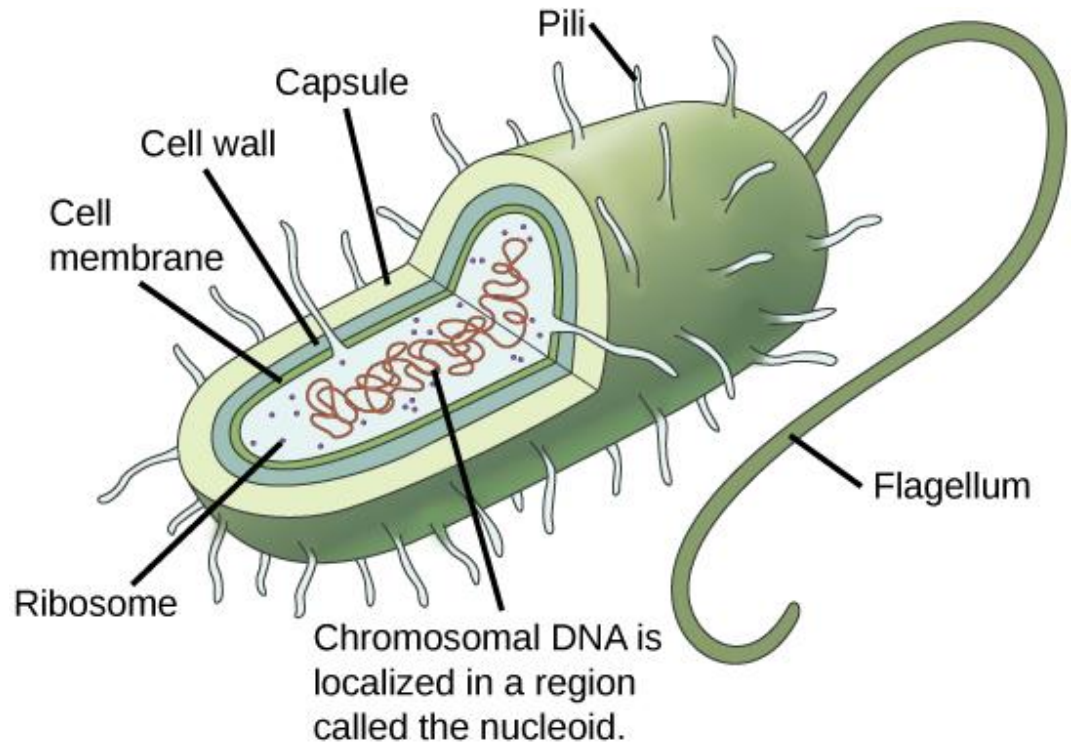


IMAGEN: <http://www.pitt.edu>



El cromosoma bacteriano^{DP/PAU}

- Los organismos **procariotas** (bacterias) **tienen un único cromosoma que consta de una molécula de ADN circular bicatenario.**
- Este ADN se encuentra en el citoplasma, al carecer de núcleo y se denomina “desnudo”, al no estar asociado a proteínas histonas.
- En el cromosoma se localizan todos los genes necesarios para que la bacteria lleve a cabo todos los procesos celulares básicos.
- Al haber solo un cromosoma en las células procariotas, estas células solo tienen una copia de cada gen, salvo en el momento en el que replican el ADN, como paso previo a la división celular.





Plásmidos bacterianos^{DP/PAU}

- Aparte de su cromosoma, **algunos procariotas también tienen pequeñas moléculas de ADN circular bicatenario no asociado a proteínas histonas, denominados plásmidos, ausentes en eucariotas.**



IMAGEN: nepadbiosafety.net

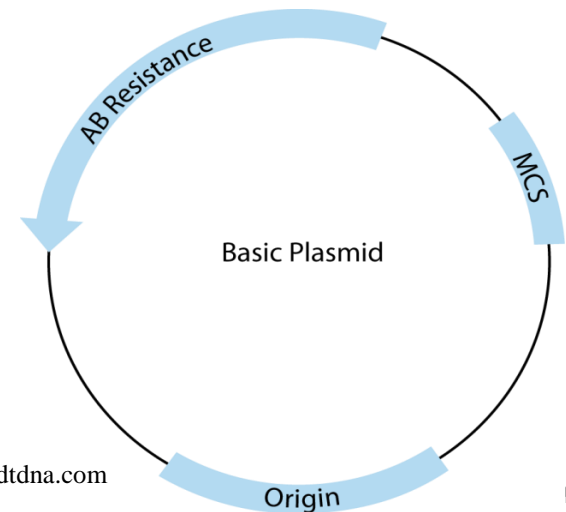


IMAGEN: eu.idtdna.com

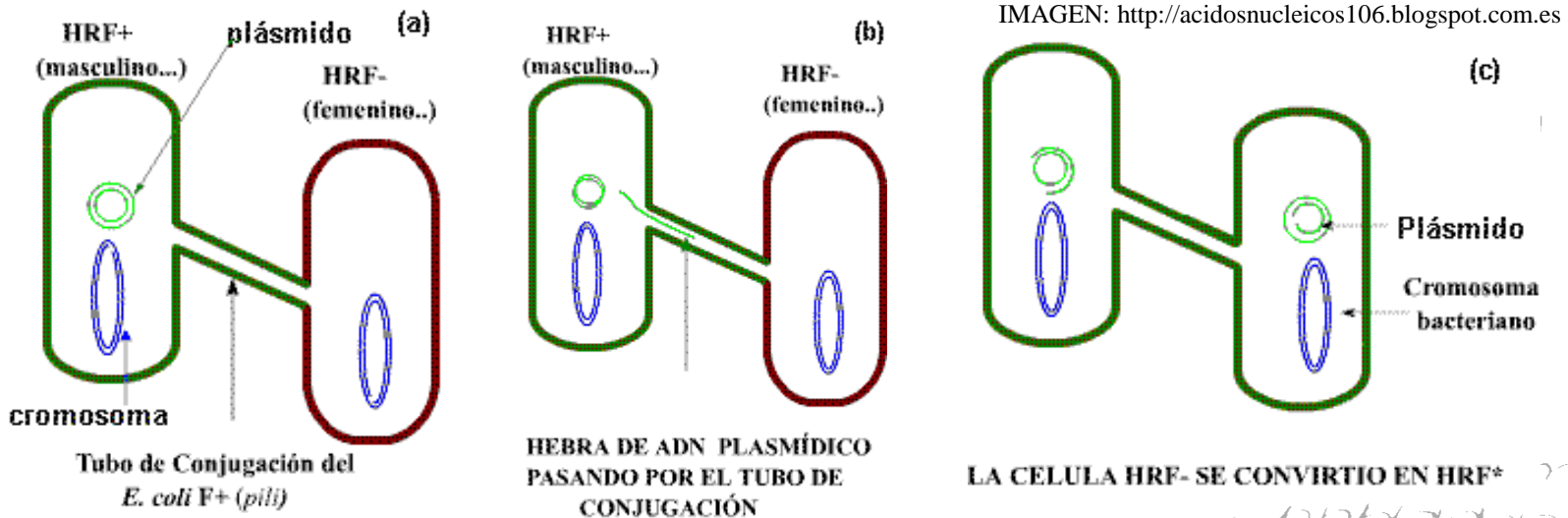
- Estos plásmidos contienen unos cuantos genes útiles para la célula, como genes de resistencia a antibióticos, pero que no son necesarios para sus procesos celulares vitales.
- Los plásmidos no son replicados (duplicados) a la vez o al mismo ritmo que el cromosoma bacteriano, por lo que una bacteria puede poseer múltiples copias de un mismo plásmido, o bien un mismo plásmido no es pasado a ambas células formadas en la división celular.

Handwritten notes:
no es común
XXXXXX



Plásmidos bacterianos^{DP/PAU}

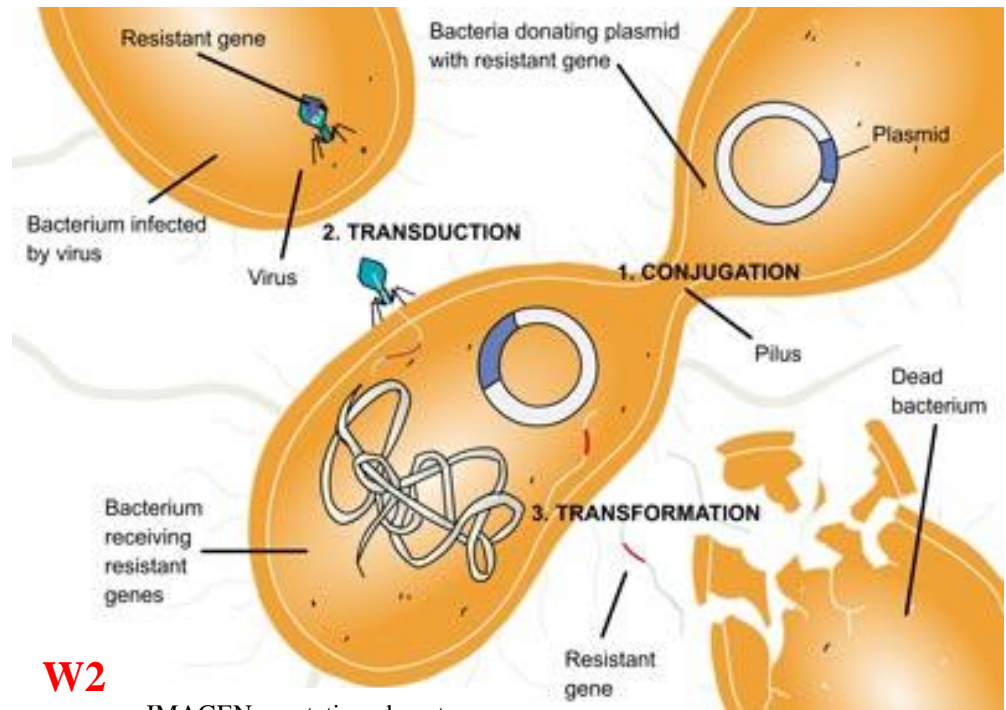
- Según el tipo de genes que transportan, los plásmidos pueden ser:
 - **Episomas.** Se pueden integrar reversiblemente en el cromosoma bacteriano. Se replican con él.
 - **Conjugativos.** Tienen genes que codifican pili sexuales que les permiten transferir copias de sí mismo a otras bacterias por conjugación. A veces, entre bacterias de distintas especies. El **factor R** es un plásmido conjugativo que confiere a la bacteria resistencia a antibióticos. Algunos plásmidos conjugativos son también episomas, como el **factor F**.
 - **No conjugativos.** No pueden ser transferidos por conjugación.





Plásmidos bacterianos^{DP/PAU}

- Los plásmidos pueden transferirse de una bacteria a otra, permitiendo su propagación, incluso entre bacterias de especies diferentes.
- Cuando una bacteria muere, otra bacteria puede absorber el plásmido del suelo, proceso denominado **transformación**, lo que constituye un método natural de transferencia de genes entre especies.
- Las células procariotas también pueden pasar los plásmidos a otras bacterias mediante los **pili** mientras están vivas, en un proceso denominado **conjugación**.
- Por último, otra forma de intercambio de genes entre bacterias, aunque no implica a los plásmidos, tiene lugar mediante **bacteriófagos**, en un proceso denominado **transducción**.





NATURALEZA CIENCIAS: Las mejoras en las técnicas conllevan avances en la investigación científica^{DP}

- El desarrollo de la microscopia ha permitido obtener imágenes de estructuras que eran invisibles hasta el momento, confirmando ideas existentes o bien, cambiándolas.
- La **autorradiografía** es una técnica empleada desde la década de 1940 para determinar la localización específica de sustancias en las células o tejidos, mediante la producción de una imagen en 2D de la distribución de una sustancia radiactiva.
- Esta técnica se basa en que la radioactividad es capaz de impresionar una placa fotográfica, permitiendo incluso la cuantificación de la sustancia, dado que la intensidad de la impresión en la placa fotográfica es proporcional a la cantidad de radioactividad en la muestra.

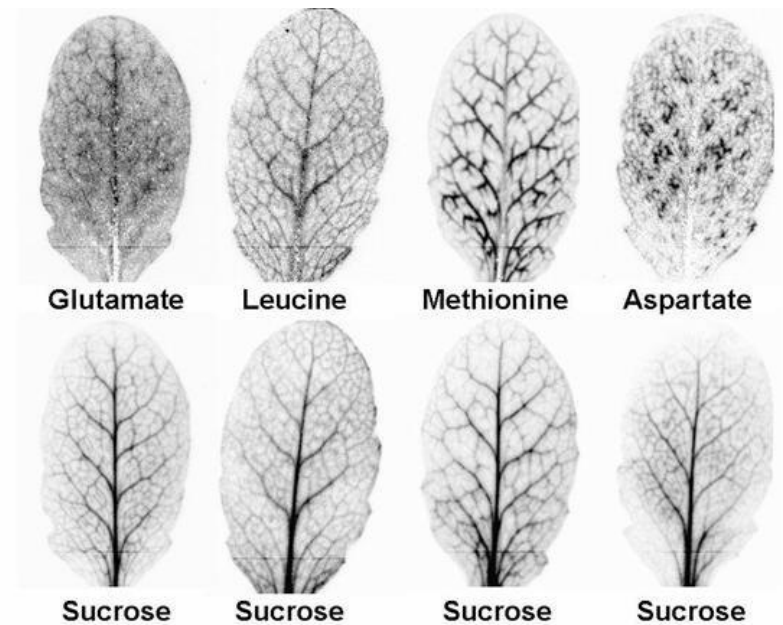


IMAGEN: lablogic.com



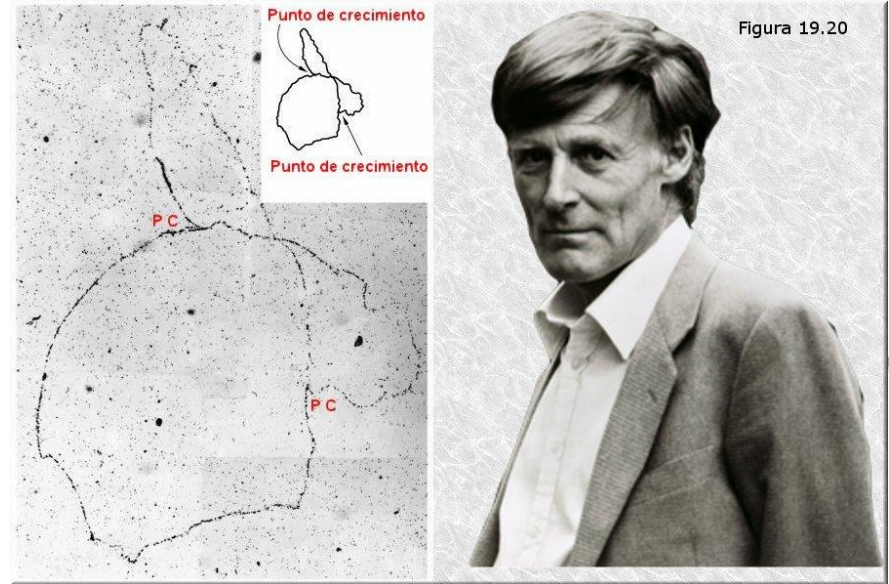
NATURALEZA CIENCIAS: Las mejoras en las técnicas conllevan avances en la investigación científica^{DP}

- A partir de la década de 1960, el australiano **John Cairns** empleó la **técnica de la autorradiografía** para establecer la **longitud de las moléculas de ADN en el cromosoma de la bacteria *E. coli***.

IMAGEN: bionova.org.es

- Por aquel entonces no estaba claro si el cromosoma bacteriano estaba formado por una molécula de ADN o más de una.

- Las imágenes obtenidas por Cairns en 1963 elucidaron esta cuestión, permitiendo además mostrar por primera vez la existencia de horquillas de replicación (PC).



- La técnica de Cairns fue usada posteriormente por otros para investigar la estructura de los cromosomas eucariotas.

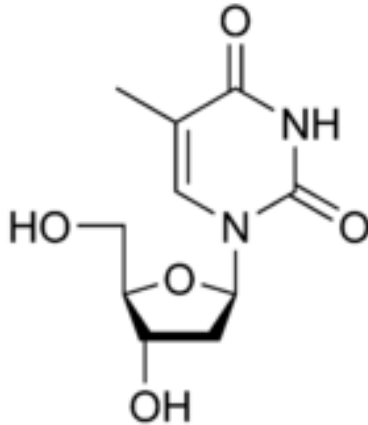
Handwritten signature and scribbles at the bottom right of the slide.



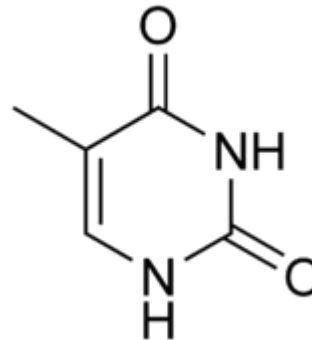
APLICACIÓN: Medida de la longitud de moléculas de ADN mediante autorradiografía^{DP}

- La técnica de Cairns se ha utilizado para medir la longitud de las moléculas de ADN mediante una autorradiografía.
- Cairns cultivó células de *E. coli* durante 2 generaciones en un medio con **timidina tritiada**, la cual usa la bacteria como fuente de nucleótidos de timina durante la replicación.

TIMIDINA



TIMINA



TIMIDINA tritiada

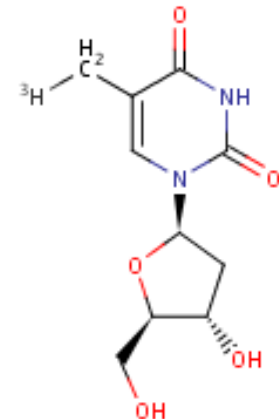


IMAGEN: es.wikipedia.org

- Esta timidina contiene tritio, un **isótopo radiactivo del hidrógeno**, de modo que el nuevo ADN sintetizado está marcado radioactivamente.

[Handwritten scribbles and marks]



APLICACIÓN: Medida de la longitud de moléculas de ADN mediante autorradiografía^{DP}

- Las bacterias fueron colocadas sobre una membrana de diálisis y sus paredes celulares digeridas con lisosima, de manera que su ADN fue vertido sobre la superficie de estas membranas de diálisis.
- Colocó una fina película fotográfica sobre la superficie de la membrana y la dejó 2 meses en oscuridad. Durante ese tiempo, los átomos de tritio en el ADN decaían emitiendo partículas beta que reaccionaban con la película.

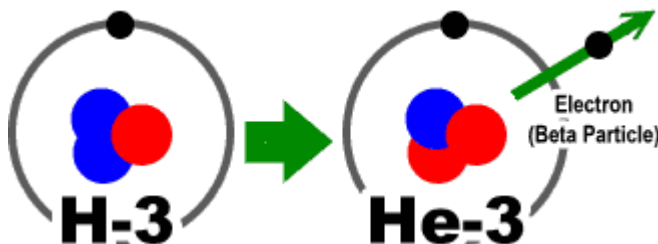


IMAGEN: rfcafe.com

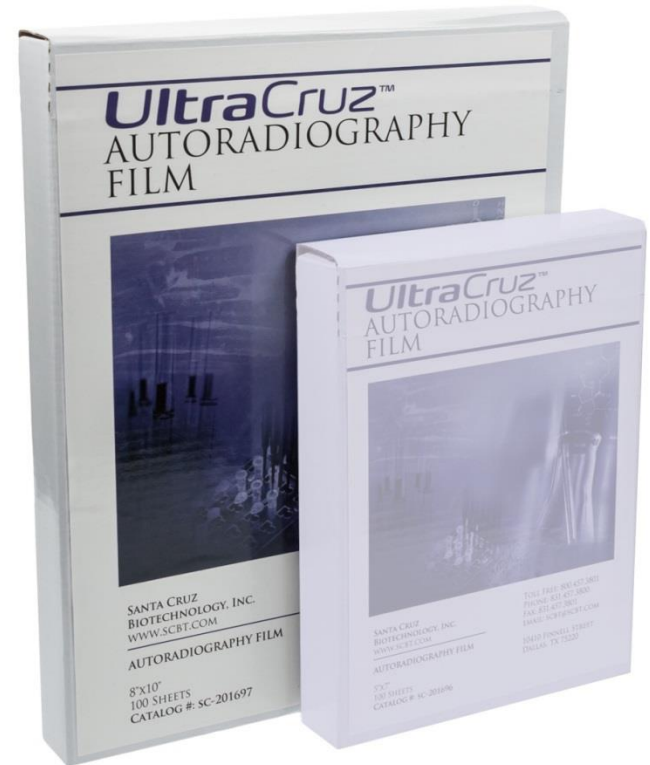
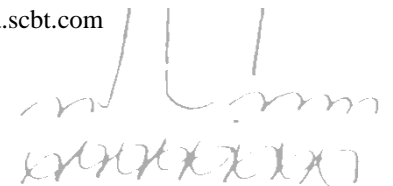


IMAGEN: media.scbt.com





APLICACIÓN: Medida de la longitud de moléculas de ADN mediante autorradiografía^{DP}

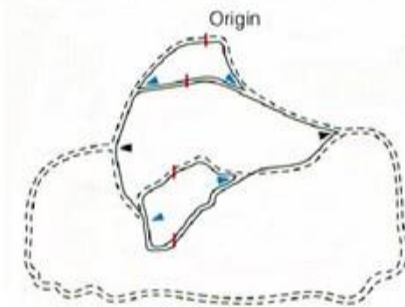
- A la finalización de los dos meses, la película era revelada y examinada al microscopio.
- En cada punto donde un átomo de tritio había decaído, se observa un punto negro, indicando la posición del ADN.
- Las imágenes obtenidas por Cairns mostraron que el cromosoma de *E. coli* estaba formado de **una única molécula de ADN circular con una longitud de 1 100 μm** , aún teniendo la célula una longitud de solo 2 μm .

Autoradiogram of
a replicating *E. coli*
chromosome



Note that some DNA segments contain new DNA in both strands (double-labeled).

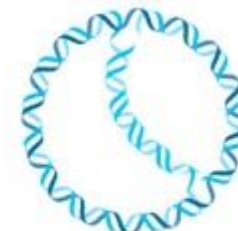
Interpretation of
results.



The blue arrows
indicate secondary
replication forks.



Autoradiograph



Interpretation





APLICACIÓN: Medida de la longitud de moléculas de ADN mediante autorradiografía^{DP}

- La autorradiografía fue usada por otros investigadores para producir imágenes de cromosomas eucariotas.
- De esta forma se ha determinado que un cromosoma de la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster* ($2n=4$), es lineal y tiene una longitud de 12 000 μm .

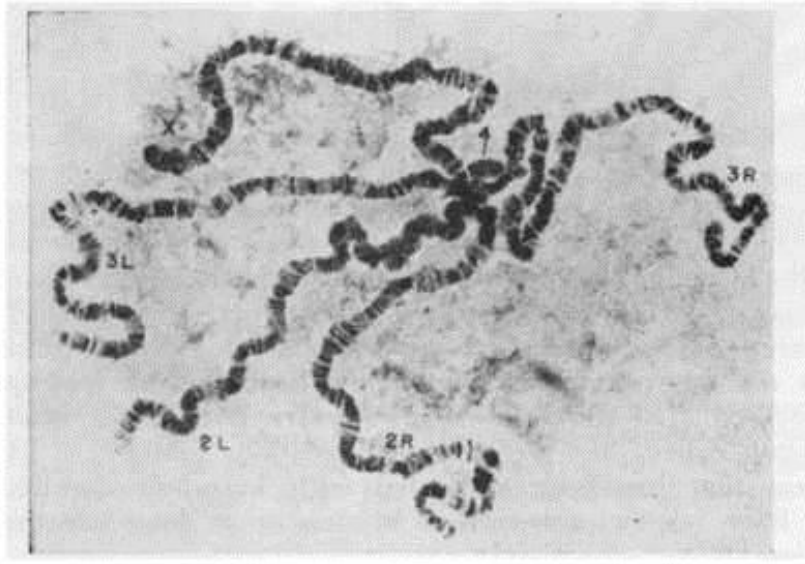
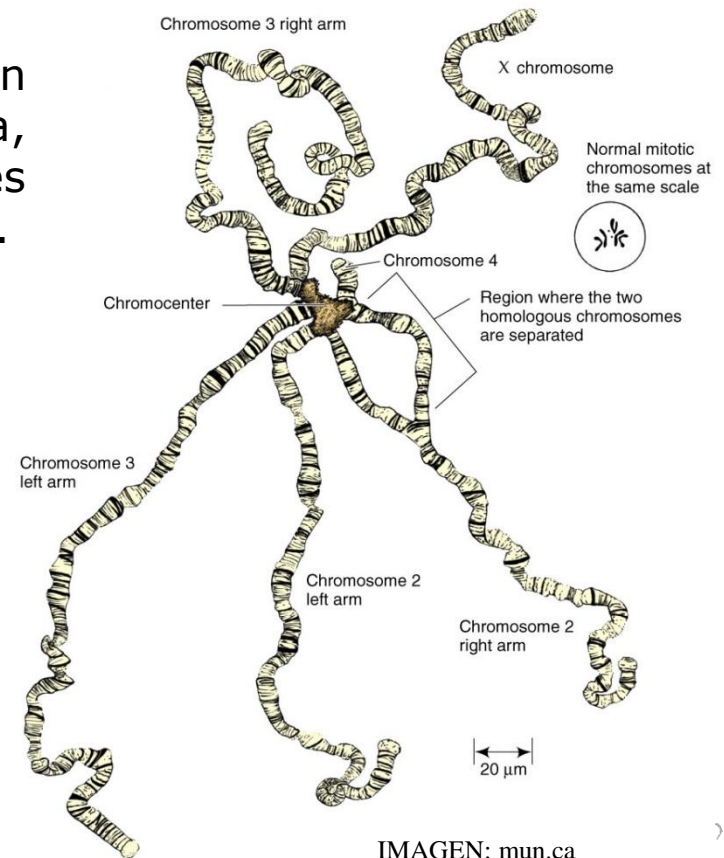


IMAGEN: nzetc.victoria.ac.nz



© 2010 Pearson Education, Inc.

IMAGEN: mun.ca





Cromosomas eucariotas^{DP/PAU}

- A diferencia de lo que ocurre en procariotas, **los organismos eucariotas poseen varios cromosomas, cada uno de los cuales es una molécula de ADN lineal bicatenario asociado a proteínas histonas.**
- Las **histonas** son proteínas globulares de mayor grosor que el ADN, habiendo muchas de ellas a lo largo de un cromosoma.
- El ADN se enrolla dando 2 vueltas alrededor de un octámero de histonas, formando una estructura de 10 nm de grosor denominada **nucleosoma**.

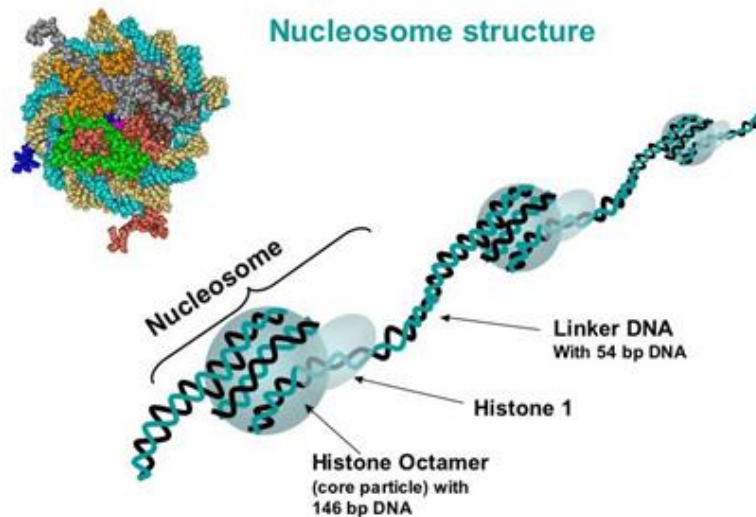
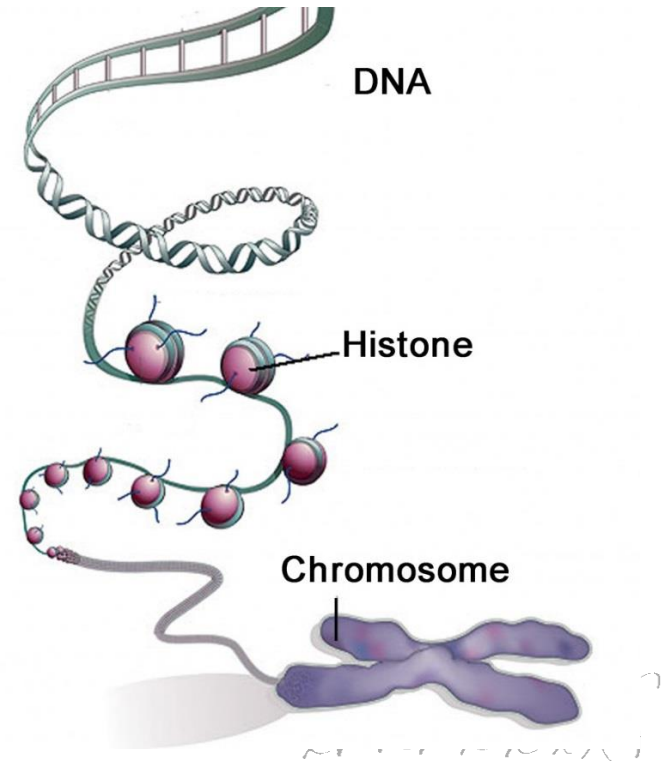


IMAGEN: faculty.ksu.edu.sa

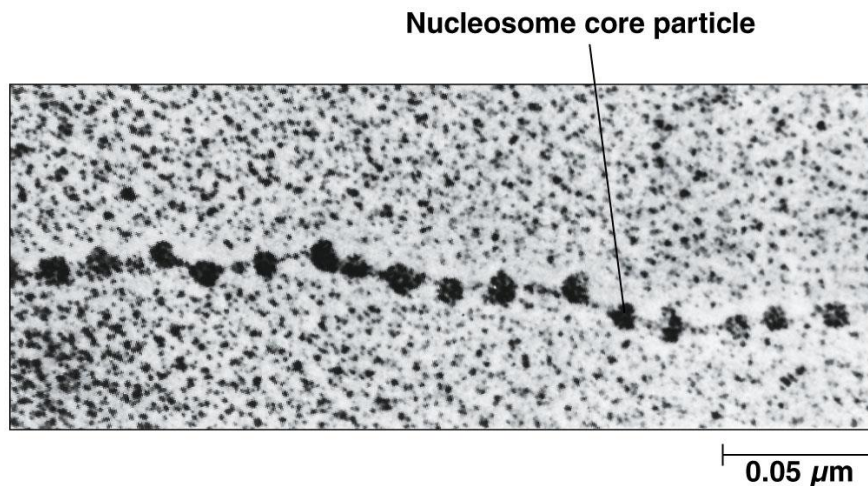
IMAGEN: vignette3.wikia.nocookie.net





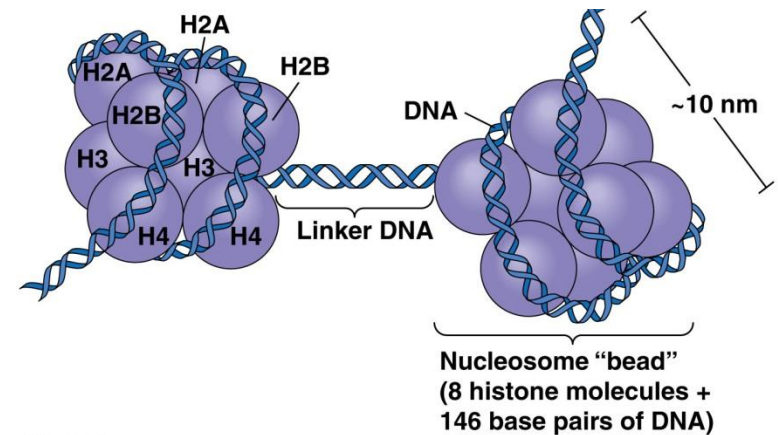
Cromosomas eucariotas^{DP/PAU}

- Como 2 nucleosomas consecutivos están separados por un corto fragmento de ADN de 54 pb, el ADN eucariota en interfase tiene el aspecto de un collar de cuentas en una autorradiografía.



© 2012 Pearson Education, Inc.

IMAGEN: mum.ca



© 2012 Pearson Education, Inc.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

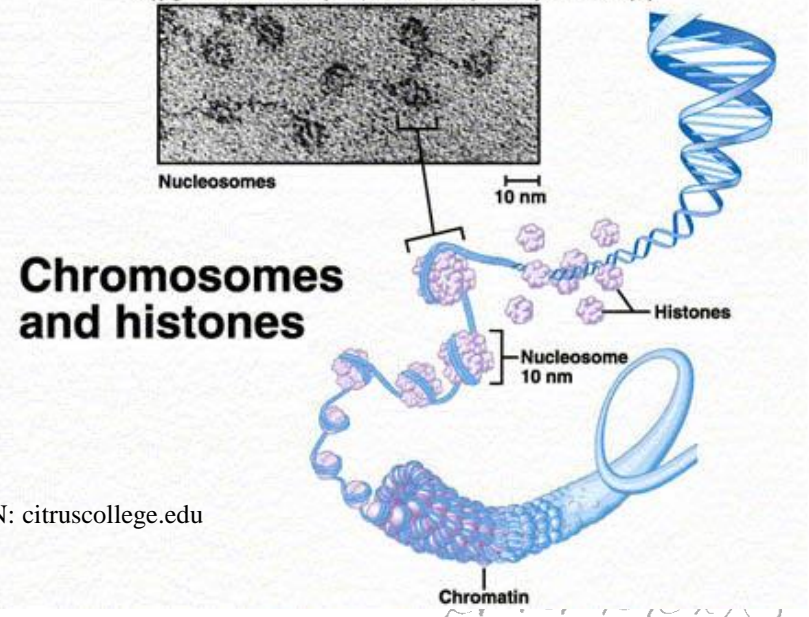


IMAGEN: citruscollege.edu



Cromosomas eucariotas^{DP/PAU}

- Los cromosomas eucariotas son demasiado pequeños y delgados como para poder ser vistos al microscopio durante la interfase. Solo son **visibles en mitosis o meiosis**, dado que se condensan y pueden ser teñidos con sustancias que colorean las proteínas o el ADN.
- Estos cromosomas están formados por dos cromátidas hermanas (idénticas moléculas de ADN), al haber sido replicado (copiado) el ADN durante la **Fase S** del ciclo celular.

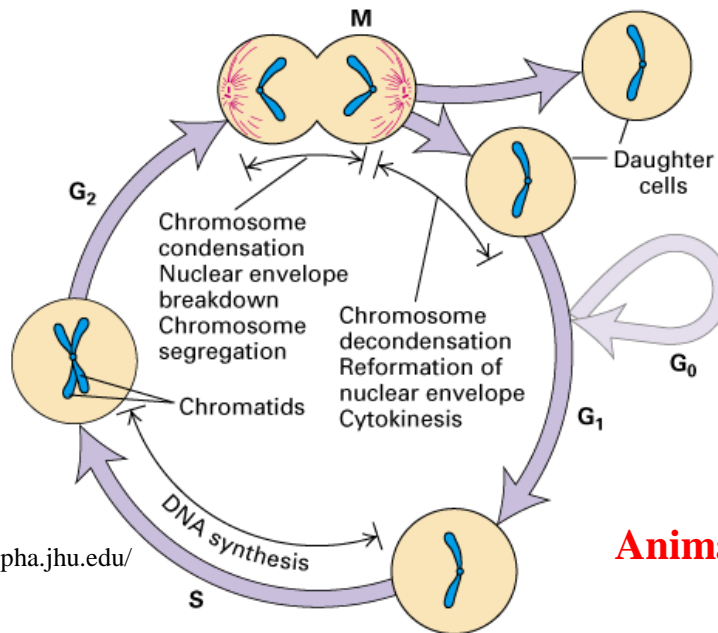
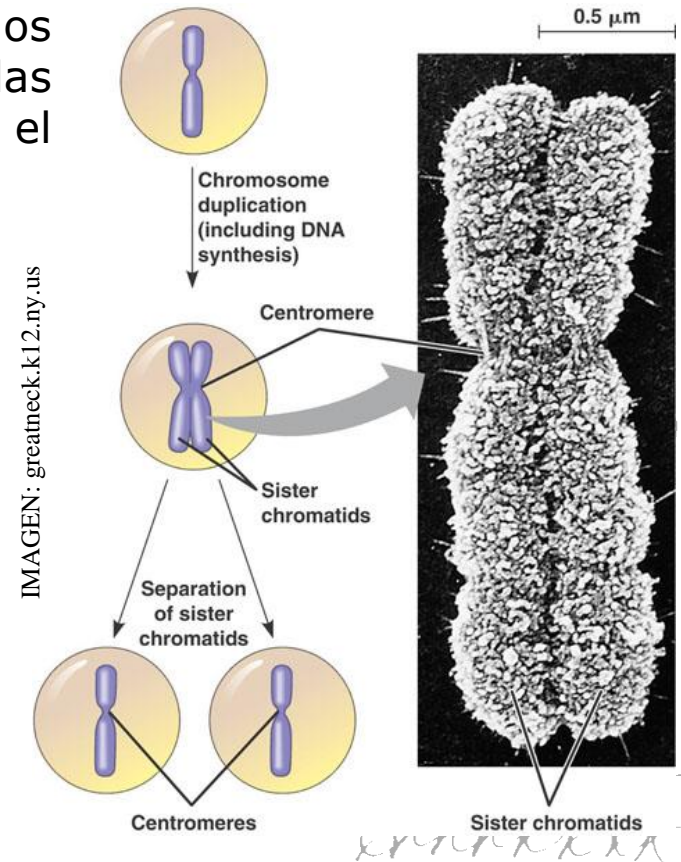


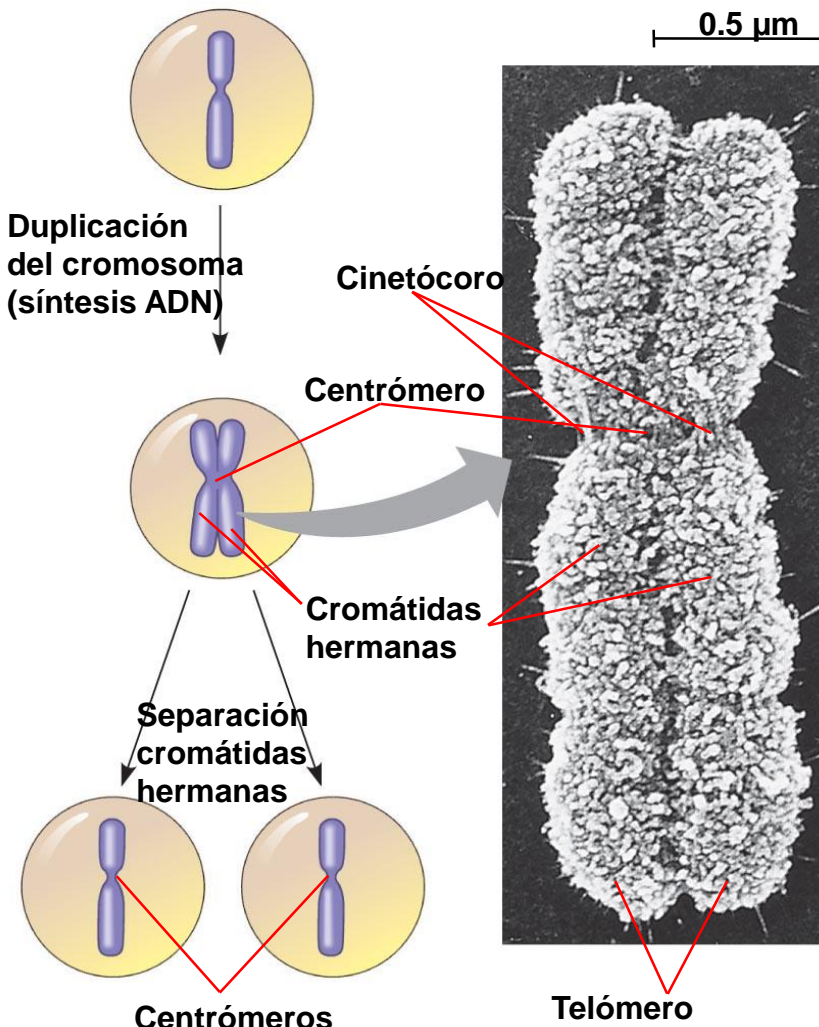
IMAGEN: pha.jhu.edu/

Animación1





Estructura cromosoma metafásico^{DP/PAU}



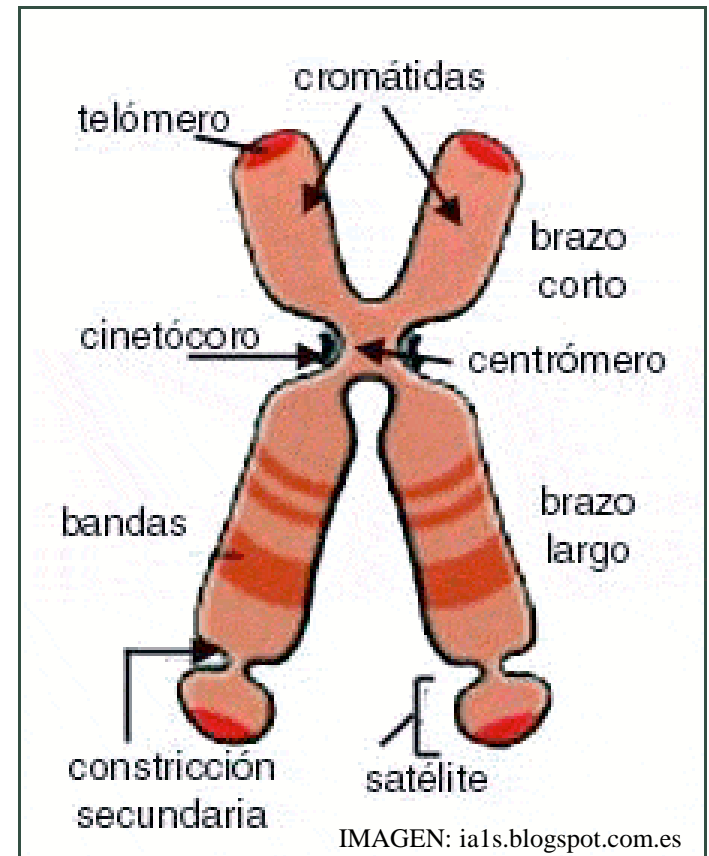
- Cada cromosoma metafásico está formado por dos partes simétricas y genéticamente idénticas llamadas **cromátidas (hermanas)**, unidas por una zona delgada, el **centrómero** o **constricción primaria**.
- Todo cromosoma consta de dos **brazos largos (q)** y dos **brazos cortos (p)** separados por un centrómero.
- A ambos lados del centrómero aparece una estructura proteica denominada **cinetócoro**, que interviene en la segregación controlada de los cromosomas durante la anafase de la mitosis y meiosis.

XXXXXX



Estructura cromosoma metafásico^{DP/PAU}

- Cada una de las regiones de ADN terminales de las cromátidas (extremos del cromosoma) se denomina **telómero**, y presenta una secuencia de ADN necesaria para la estabilidad del cromosoma, al evitar la fusión de los extremos de cromosomas diferentes.
- En algunos cromosomas, entre el centrómero y los telómeros, aparecen las **constricciones secundarias (organizadores nucleolares)**, que son zonas que originan el nucleolo cuando el ADN se descondensa al terminar la mitosis. Si las constricciones 2ª se sitúan cerca de los telómeros, delimitan un corto segmento de ADN denominado **satélite**.
- Las **bandas** son segmentos de cromatina que presentan diferentes intensidades de coloración, y cuya distribución a lo largo de la cromátida es específica para cada tipo de cromosoma. Estas bandas en los cromosomas permiten su identificación cuando se ordenan en un **cariotipo**.





Diferencias entre cromosomas^{DP/PAU}

- Al comparar los cromosomas en mitosis, se observa que no son iguales, sino que difieren tanto en tamaño, como en la posición que ocupa el **centrómero**, parte del cromosoma que une a las cromátidas hermanas.
- La forma del cromosoma vienen determinada por la posición del centrómero, que lo divide en dos partes llamadas **brazos (p y q)**. Según la longitud de los brazos los cromosomas pueden ser:

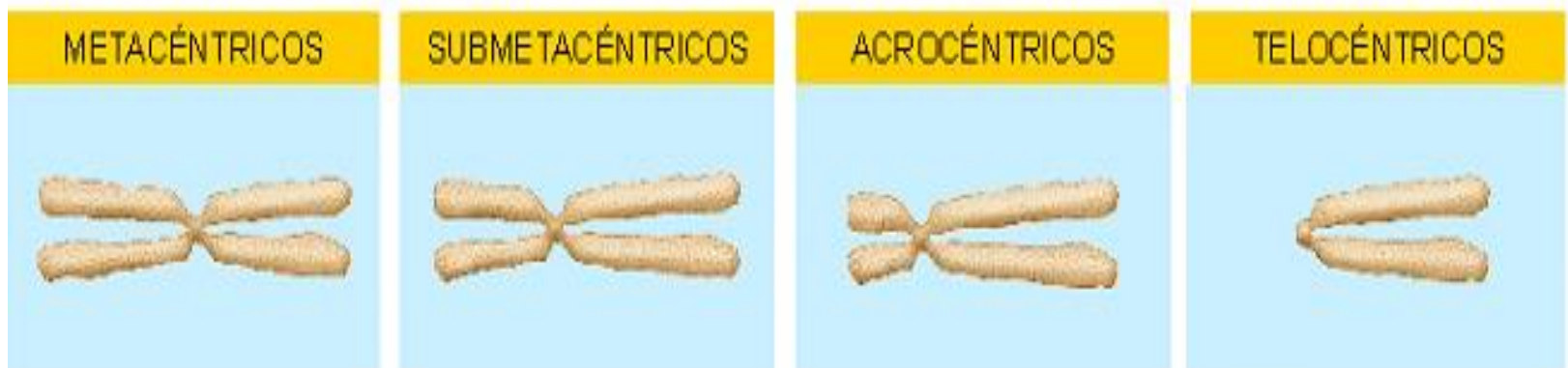
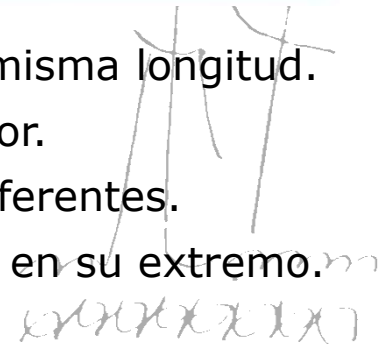


IMAGEN: lla4.ggpht.com

- **Metacéntricos**, si dos brazos tienen aproximadamente la misma longitud.
- **Submetacéntricos**, uno de los brazos es ligeramente mayor.
- **Acrocéntricos**, cuando los dos brazos son de longitudes diferentes.
- **Telocéntricos**, solo un brazo visible al estar el centrómero en su extremo.





Comprobando comprensión!!



[Get Account](#)

[Apps](#)

[Resources](#)

[STUDENT LOGIN](#)

[TEACHER LOGIN](#)

- 1) El cromosoma bacteriano está formado de ADN lineal doble cadena.
- 2) Todos los plásmidos bacterianos pueden ser transferidos de una bacteria a otra por conjugación.
- 3) John Cairns determinó la longitud del cromosoma bacteriano mediante autorradiografía.
- 4) El cromosoma eucariota es solo visible durante la fase S del ciclo celular.
- 5) Todos los cromosomas eucariotas tienen ambos brazos de igual longitud.





Para empezar...

- Discute con tu compañero lo que observas en esta imagen



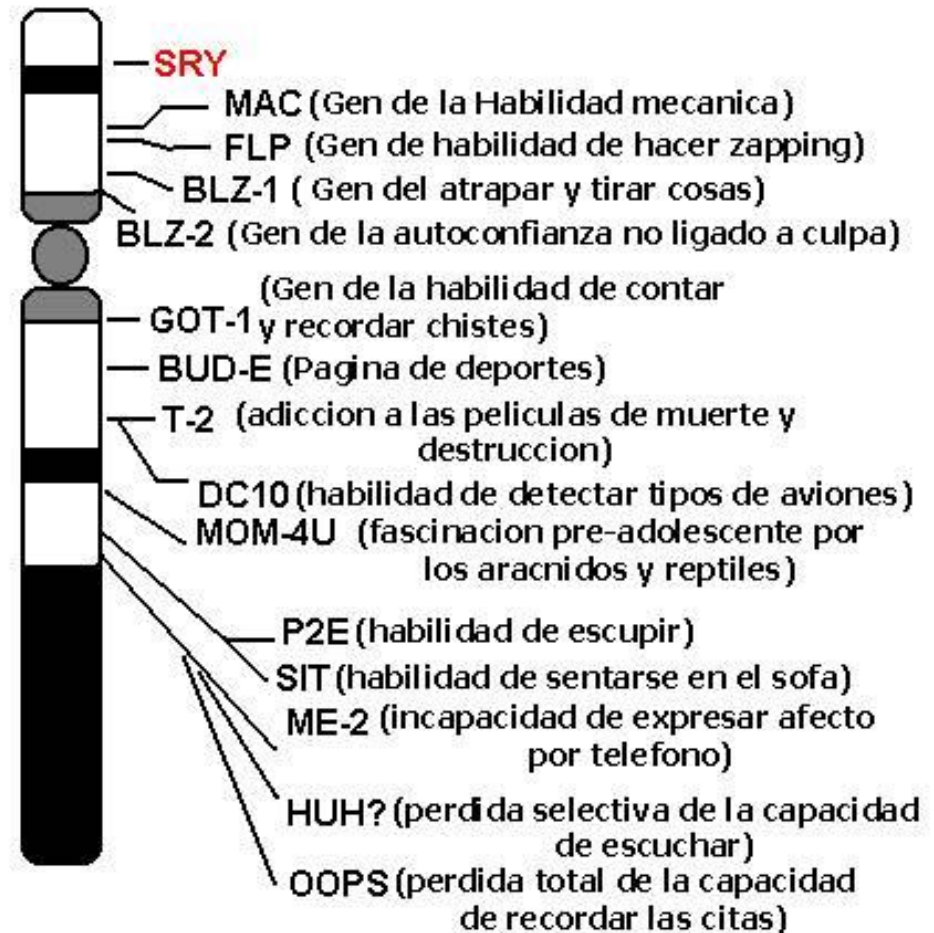
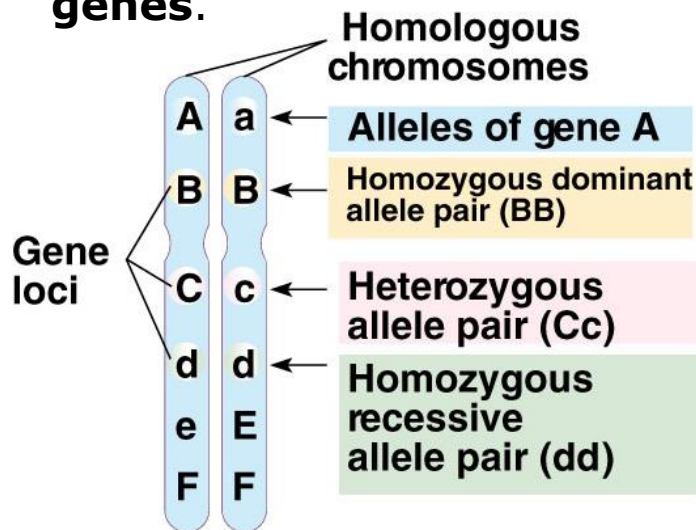
IMAGEN: <http://ayayay.tv>





Diferencias entre cromosomas^{DP/PAU}

- Cada gen ocupa una posición específica (locus) en un cromosoma concreto.
- Por tanto, **en una especie eucariota, como la humana, hay distintos cromosomas portadores de diferentes genes.**





HABILIDAD (TIC4): Uso de bases de datos para identificar el *locus* de un gen humano y su producto polipeptídico^{DP}

- Existen **bases de datos en internet donde poder localizar el locus de genes humanos concretos y de su producto polipeptídico.**
- Un ejemplo de este tipo de bases de datos es el **NCBI Map Viewer.**

The screenshot displays the NCBI Map Viewer interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for PubMed, Nucleotide, Protein, Genome, Gene, Structure, PopSet, Taxonomy, and Help. Below this is a search bar with the text "Search for" and a dropdown menu set to "on chromosome(s)". To the right of the search bar are buttons for "Find" and "Advanced Search".

On the left side, there's a sidebar with links for "Map Viewer", "Map Viewer Home", "Map Viewer Help", "Human Maps Help", "FTP", "NCBI Resources", "Assembly", "CCDS", "Gene", "Genome", "RefSeq", and "Organism Data in GenBank".

The main content area shows the "Homo sapiens (human) genome view" with a link to "Annotation Release 107 statistics" and a link to "Switch to previous build". Below this, there are two rows of chromosome maps. The first row shows chromosomes 1 through 13, and the second row shows chromosomes 14 through 22, X, Y, and HT. A red "W5" is written next to the chromosome maps.

At the bottom, there's a "Lineage" section with a list of taxonomic categories: Eukaryota, Metazoa, Chordata, Craniata, Vertebrata, Euteleostomi, Mammalia, Eutheria, Euarchontoglires, Primates, Haplorrhini, Catarrhini, Hominidae, and Homo. The "Homo sapiens" link is highlighted.

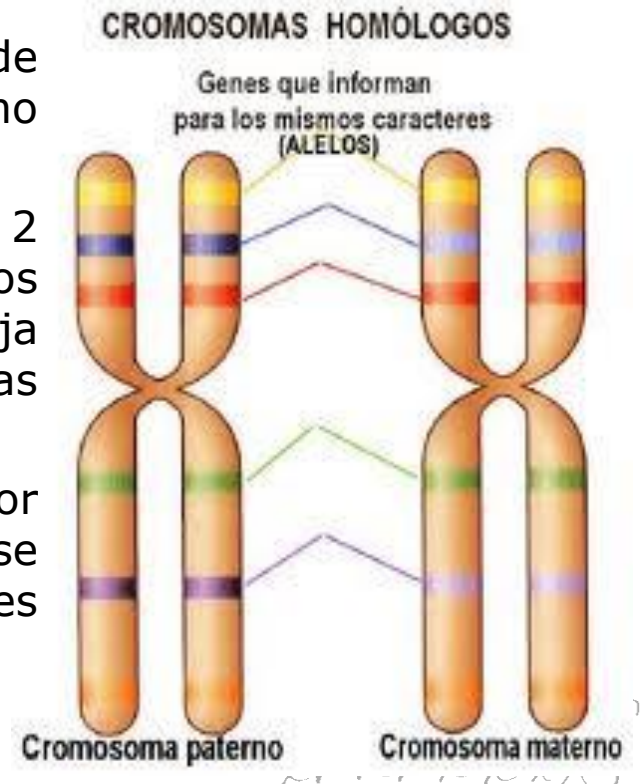
- Seleccionado uno de los 22 + X/Y cromosomas, se puede visualizar el locus de los genes que contiene y seleccionar aquel de interés. Otra opción es buscar un gen concreto.

Handwritten notes:
m...m
xxxxxxx



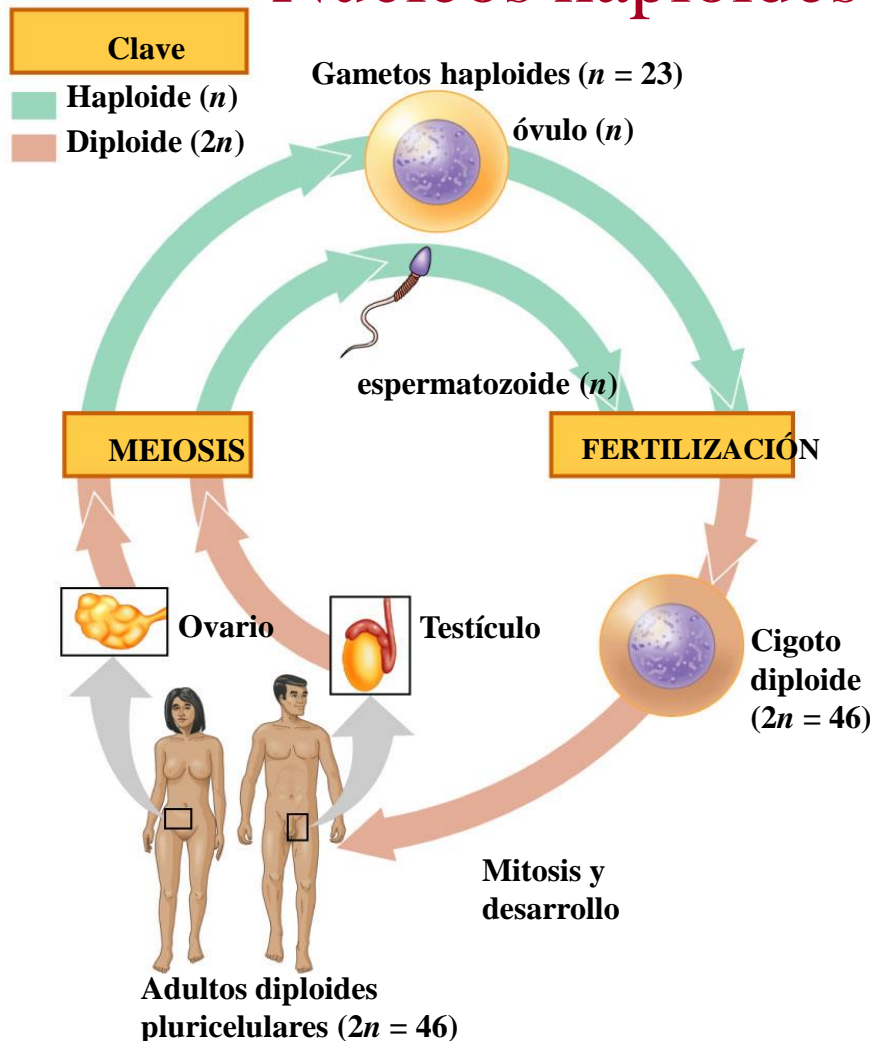
Núcleos diploides y cromosomas homólogos^{DP/PAU}

- Los **núcleos diploides tienen** dos juegos o sets de cada tipo de cromosoma, denominados **pares de cromosomas homólogos**, los cuales poseen los mismos genes localizados en los mismos locus.
- Los **cromosomas homólogos poseen la misma secuencia de genes pero no necesariamente los mismos alelos de dichos genes.**
- Las células humanas tienen un núcleo diploide $2n=46$, es decir, poseen 2 copias de cada uno de los 23 cromosomas diferentes que poseen.
- Los núcleos diploides, presentan por tanto 2 copias de cada gen (excepto en los cromosomas sexuales). Esto es una ventaja para evitar los efecto de mutaciones dañinas recesivas, si el alelo dominante está presente.
- Ser diploide aporta también una mayor vigorosidad (vigorosidad del híbrido), que se pone de manifiesto en los cultivos de cereales híbridos.





Núcleos haploides y fertilización^{DP/PAU}



■ En los organismos con reproducción sexual, como los humanos, en algún momento de su vida tendrá lugar la fecundación de los gametos para formar el cigoto.

■ Los gametos poseen **núcleos haploides que solo tienen un cromosoma de cada par** de homólogos ($n=23$ en el caso de los humanos), de manera que cuando se fusionen, el cigoto resultante presente el doble de cromosomas que cada gameto, restaurando la dotación cromosómica de la especie.

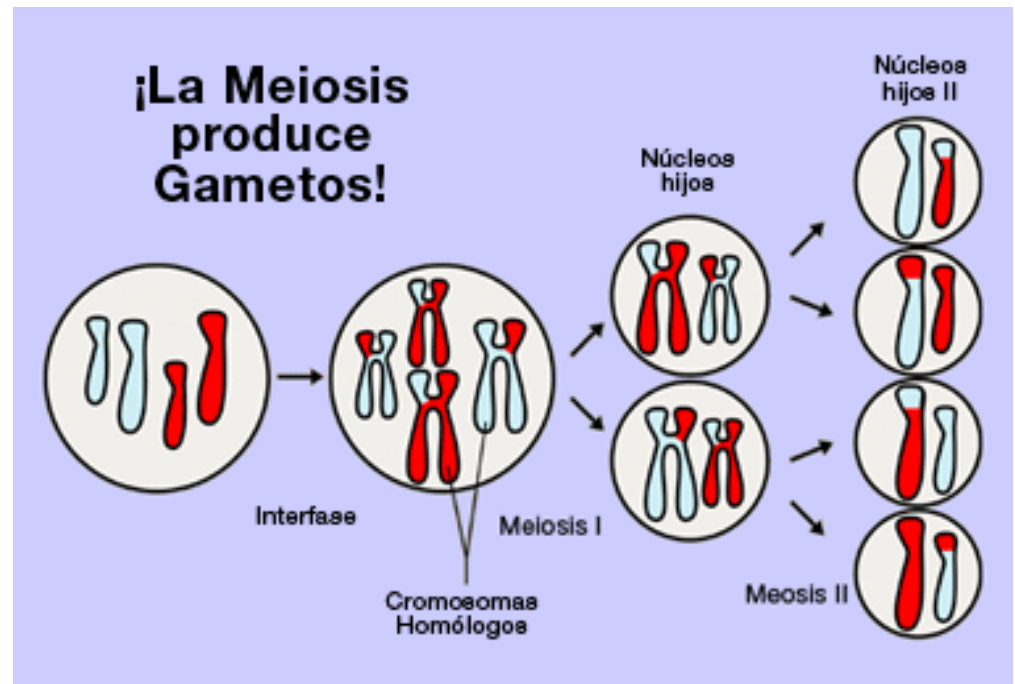
Handwritten signature



Núcleos haploides y fertilización^{DP/PAU}

- Los gametos son producidos en las gónadas por **meiosis**.
- Si no existiese meiosis, cada cigoto originaría individuos diploides que al llegar a la madurez produciría gametos con igual n° de cromosomas, y que al fecundarse multiplicaría nuevamente la dotación cromosómica.
- Por tanto, se hace necesario un mecanismo como la meiosis que reduzca a la mitad el n° de cromosomas para mantener la dotación cromosómica de la especie tras la fecundación de los gametos. Este es el verdadero **significado biológico** de la meiosis.

Animación2



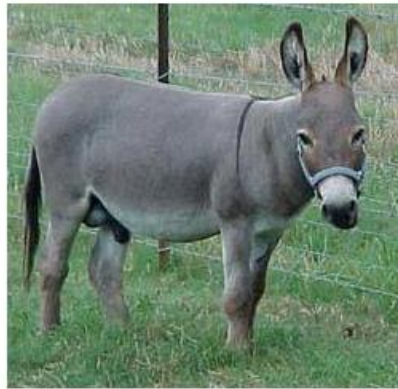


Número de cromosomas^{DP/PAU}

- **El número de cromosomas es un rasgo característico de los miembros de una especie.**
- Es improbable que puedan reproducirse dos organismos que posean distinto número de cromosomas, y en caso afirmativo, la descendencia híbrida obtenida no será fértil, como ocurre con la mula, que es estéril por ser descendiente híbrido de la relación interespecífica de una yegua ($2n=64$) y un burro ($2n=62$). La esterilidad de la mula ($2n=63$), se da porque en la meiosis los cromosomas no pueden aparearse.



+



=



- Por tanto, para poder reproducirse, todos los miembros de una misma especie necesitan tener el mismo número de cromosomas.

Handwritten notes:
m / L / m m
XXXXXX

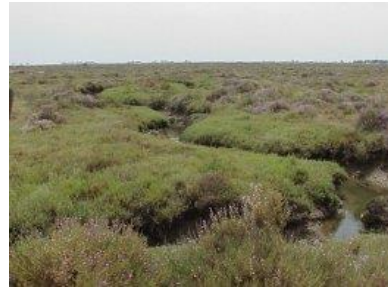


Número de cromosomas^{DP/PAU}

- El número de cromosomas puede cambiar a lo largo de la evolución de una especie, ya sea disminuyendo porque algún cromosoma llegue a fusionarse, o incrementando, si llegan a fracturarse.
- También, existen mecanismos que pueden hacer que se duplique el número de cromosomas (poliploidía), como ocurre con la gramínea del **género *Spartina***. La especie *Spartina alterniflora* es diploide $2n=62$, mientras que *Spartina maritima* es diploide $2n=60$. El híbrido de ambos, *Spartina townsendii*, es diploide $2n=61$ y estéril, pero sin embargo, una mutación posterior duplicó su número de cromosomas $4n=122$, convirtiéndolo en la especie fértil *Spartina anglica*.



$2n=62$



$2n=60$



$2n=61$



$4n=122$

- Sin embargo, estos eventos son raros y el número de cromosomas tiende a mantenerse inalterado a lo largo de millones de años de evolución.

XXXXXX



APLICACIÓN: Comparación n° cromosomas diploides^{DP/PAU}

- El número y el tamaño de los cromosomas varía de un organismo eucariota a otro. Así, hay especies con pocos cromosomas, pero de gran tamaño, y especies con muchos cromosomas de pequeño tamaño.
- Todos los eucariotas tienen al menos dos tipos diferentes de cromosomas, siendo su dotación cromosómica diploide de $2n=4$. En algunos casos, su número llega a ser mayor de 100.
- La siguiente tabla muestra una **comparación del número de cromosomas diploides de *Homo sapiens*, *Pan troglodytes*, *Canis familiaris*, *Oryza sativa* y *Parascaris equorum***.

Video1

Nombre común	Nombre científico	Número diploide de cromosomas
Humano	<i>Homo sapiens</i>	46
Chimpancé	<i>Pan troglodytes</i>	48
Perro	<i>Canis familiaris</i>	78
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	24
Áscaris (gusano)	<i>Parascaris equorum</i>	4

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Comparación tamaño del genoma^{DP/PAU}

- El tamaño del genoma varía de unos seres vivos a otros. Los virus, aunque no se consideran seres vivos, tienen el genoma más pequeño.
- La siguiente tabla muestra una **comparación del tamaño del genoma de fago T2, *Escherichia coli*, *Drosophila melanogaster*, *Homo sapiens* y *Paris japonica*.**

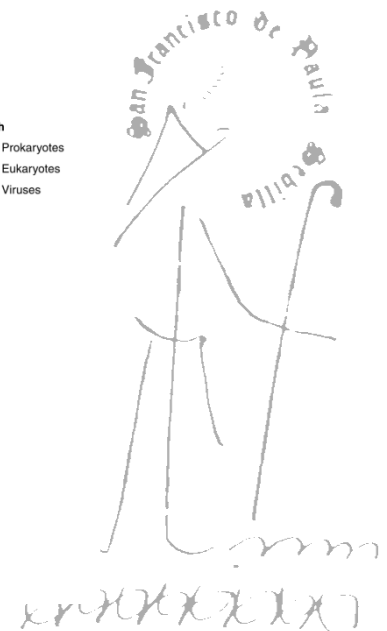
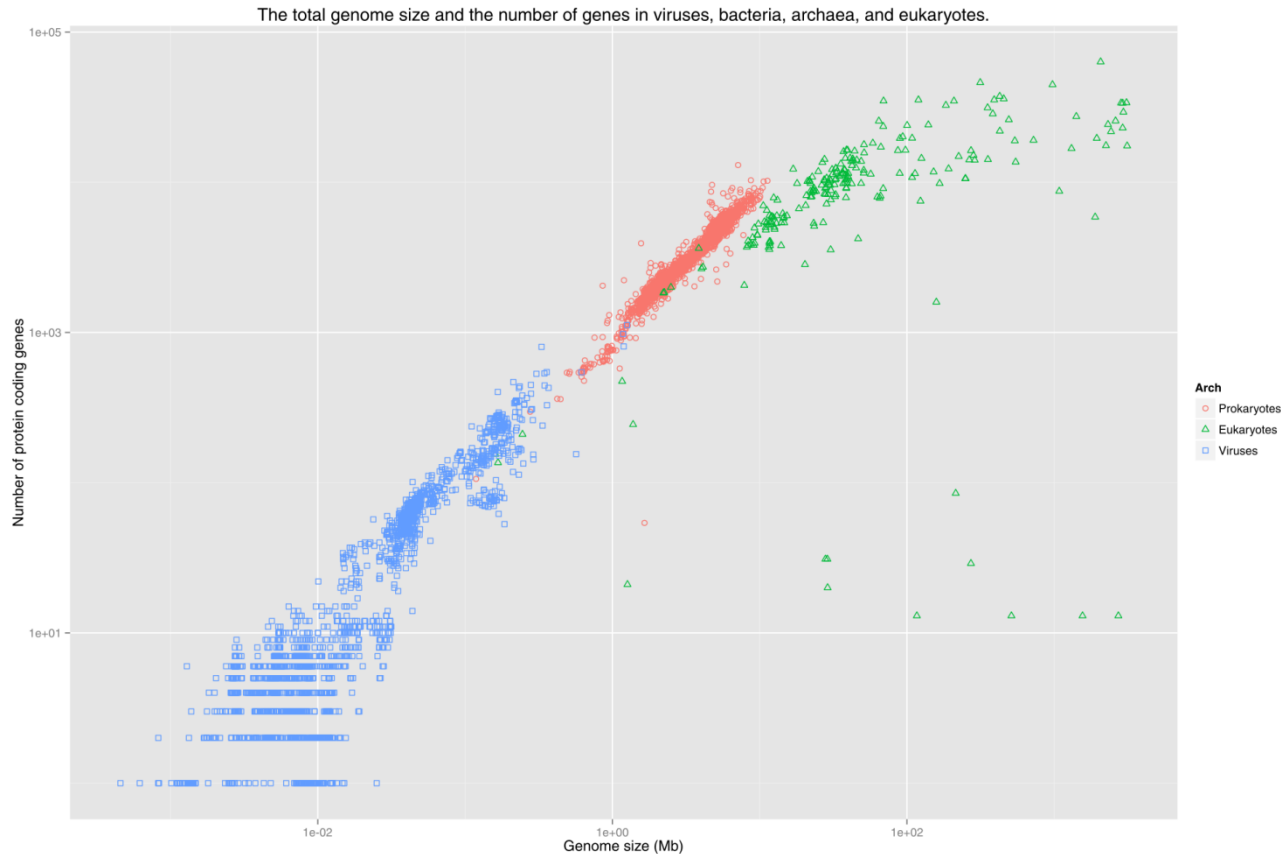
Organismo	Descripción	Tamaño genoma (10 ⁶ pb)
<i>Fago T2</i>	Bacteriófago que ataca a <i>E. coli</i>	0.18
<i>Escherichia coli</i>	Bacteria intestinal	5
<i>Drosophila melanogaster</i>	Mosca de la fruta	140
<i>Homo sapiens</i>	Humano	3 000
<i>Paris japonica</i>	Planta terrestre	150 000

Handwritten signature and scribbles.



APLICACIÓN: Comparación tamaño del genoma^{DP/PAU}

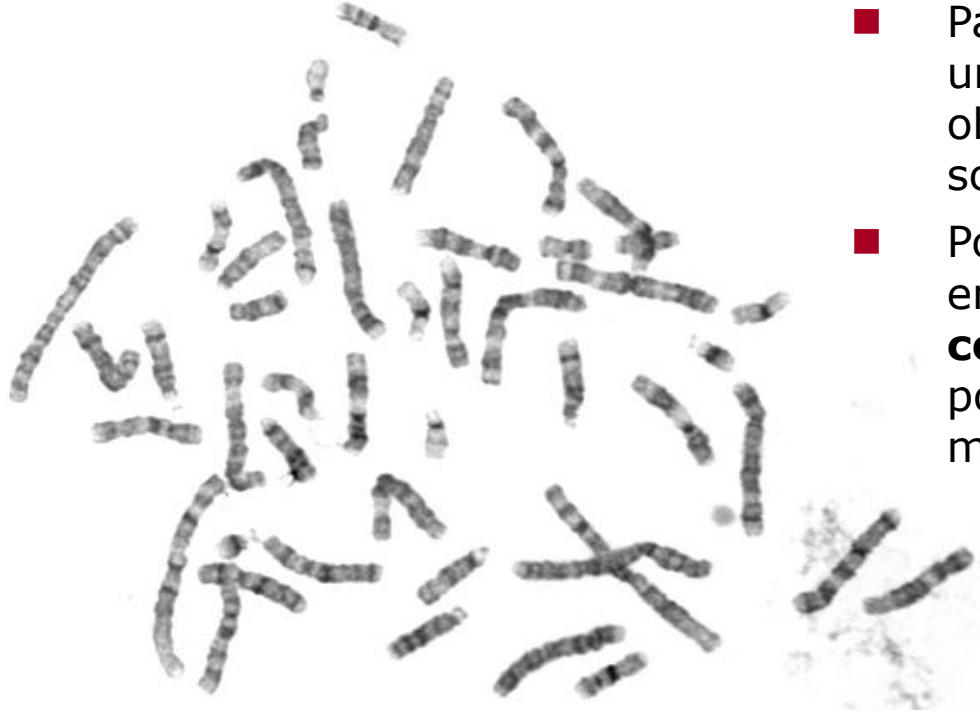
- El tamaño del genoma se correlaciona con la complejidad del organismo, aunque no es directamente proporcional, ya que la proporción de ADN que son genes funcionales es muy variable.





Cariotipo y cariograma^{DP/PAU}

- El **cariotipo** hace referencia al número y tipo de cromosomas presentes en el núcleo de las células de un organismo, siendo característico de cada especie.



- Para determinar el cariotipo de un organismo o especie, se obtienen células del mismo que son estimuladas a dividirse.
- Posteriormente, son detenidas en **metafase** empleando **colchicina**, que interfiere en la polimerización de los microtúbulos del huso mitótico.

IMAGEN: iendocrinology.com

- Las células son entonces rotas en un medio hipotónico y los cromosomas teñidos, dando un patrón de bandeo que también permite diferenciarlos.





Cariograma^{DP/PAU}

- Sin embargo, un **cariograma** representa **los cromosomas de un organismo con las parejas de homólogos ordenados según una longitud decreciente**.
- Los cromosomas se clasifican en 7 grupos (A a G), en función de su longitud y posición del centrómero.

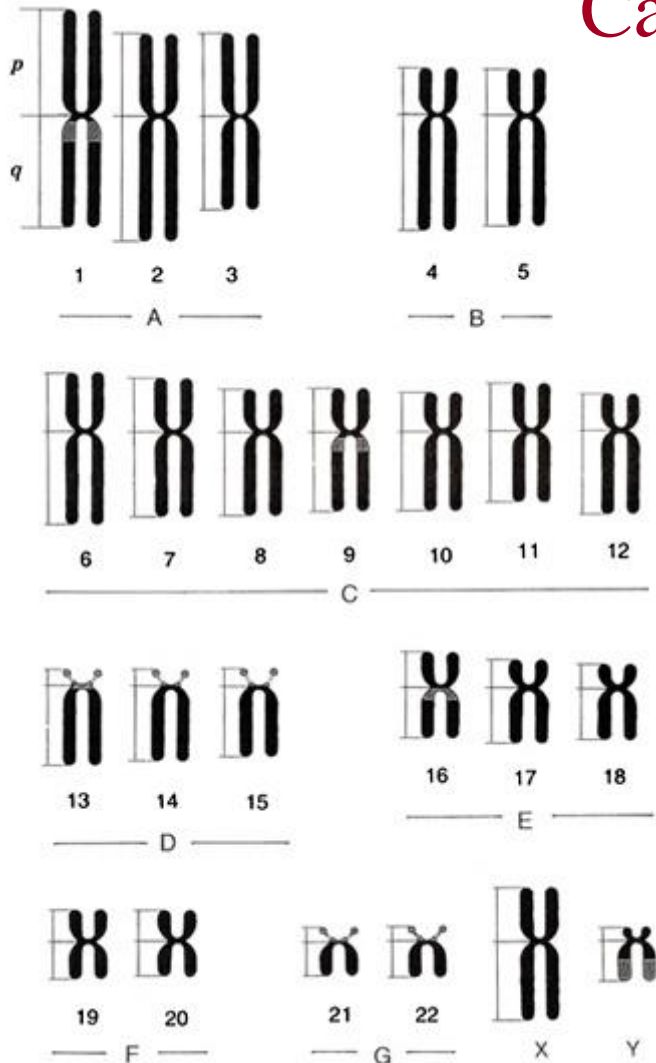
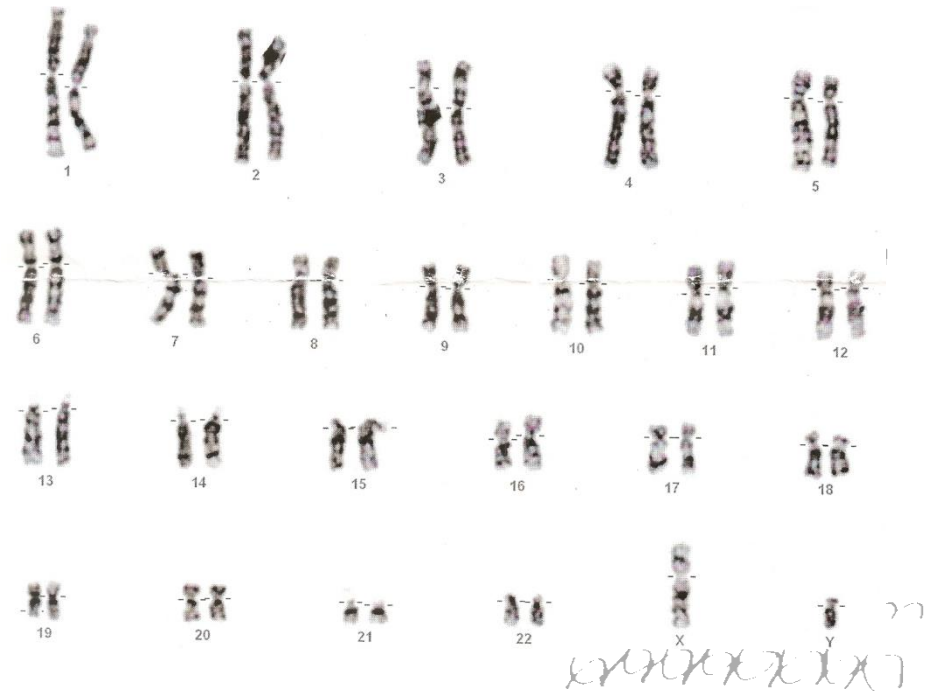


IMAGEN: rrf.jp

IMAGEN: iendocrinology.com





Determinación cromosómica del sexo^{DP/PAU}

- Los cromosomas X e Y se denominan **cromosomas sexuales** porque **determinan el sexo del individuo, mientras que los cromosomas autosomas son cromosomas que no determinan el sexo.**
- Las células humanas contienen 22 pares de cromosomas autosómicos (numerados del 1-22) y 2 cromosomas sexuales (X e Y).
- El cromosoma X es relativamente grande con centrómero presenta posición central (submetacéntrico).
- El cromosoma Y es mucho más pequeño con un centrómero en posición terminal (acrocéntrico).

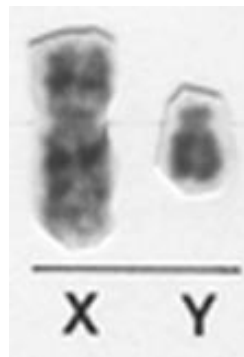


IMAGEN: pendientedemigracion.ucm.es



IMAGEN: rerf.jp

XXXXXX



Determinación cromosómica del sexo^{DP/PAU}

- Todos los humanos tienen al menos un cromosoma X, el cual, posee genes esenciales tanto para hombres como para mujeres.
 - El cromosoma Y tiene un pequeño número de genes. Además, solo una pequeña parte del cromosoma Y tiene la misma secuencia de genes que una pequeña parte del cromosoma X. Es por esta región homóloga por donde ambos interaccionan en meiosis.
 - Los genes en el cromosoma Y que se localizan en la región no compartida con el cromosoma X, no son necesarios para el desarrollo del feto como hembra (femenino).
 - Un gen en concreto del cromosoma Y causa que el feto se desarrolle como un hombre (masculino).
-
- El diagrama ilustra la estructura de los cromosomas sexuales X e Y. El cromosoma X es representado como una barra horizontal larga, dividida en una sección amarilla a la izquierda y una sección roja a la derecha, con un círculo blanco en el centro. El cromosoma Y es más pequeño, con una sección amarilla a la izquierda, una sección azul en el medio y una sección roja a la derecha, también con un círculo blanco en el centro. Las etiquetas 'Pairing region' están colocadas sobre las secciones amarillas de ambos cromosomas, indicando la zona de homología. Las etiquetas 'Differential region of the X' y 'Differential region of the Y' están colocadas sobre las secciones roja y azul respectivamente, indicando las regiones no compartidas.
- IMAGEN: mun.ca

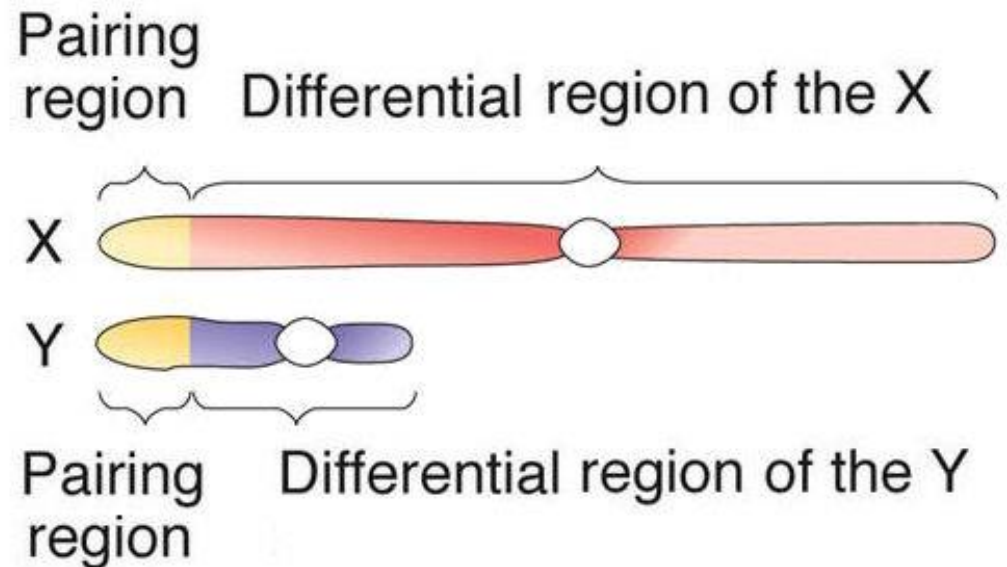


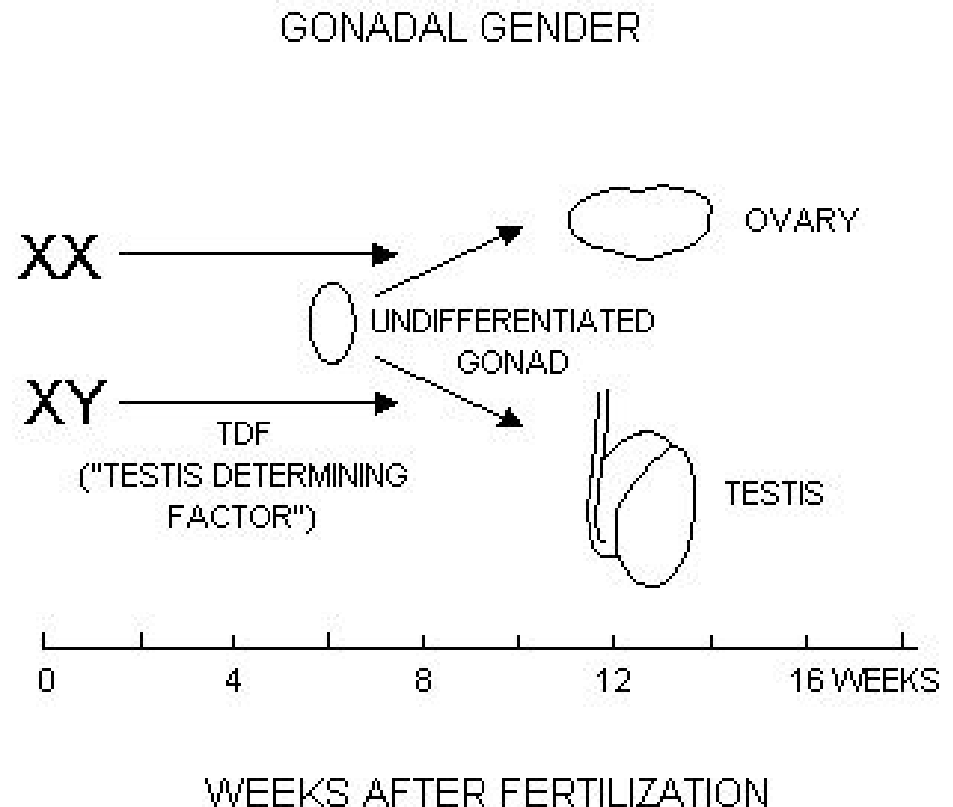
IMAGEN: mun.ca

and Linn
XXXXXX



Determinación cromosómica del sexo^{DP/PAU}

- Este gen del cromosoma Y, denominado **SRY** o TDF, inicia el desarrollo de los caracteres masculinos, incluyendo el desarrollo de los testículos y la producción de testosterona.
- Debido a este gen, un individuo que posea un cromosoma Y se desarrolla como hombre, mientras que si posee los dos cromosomas X, al carecer del gen TDF, se desarrollarán ovarios en lugar de testículos y las hormonas sexuales femeninas son producidas en lugar de testosterona.



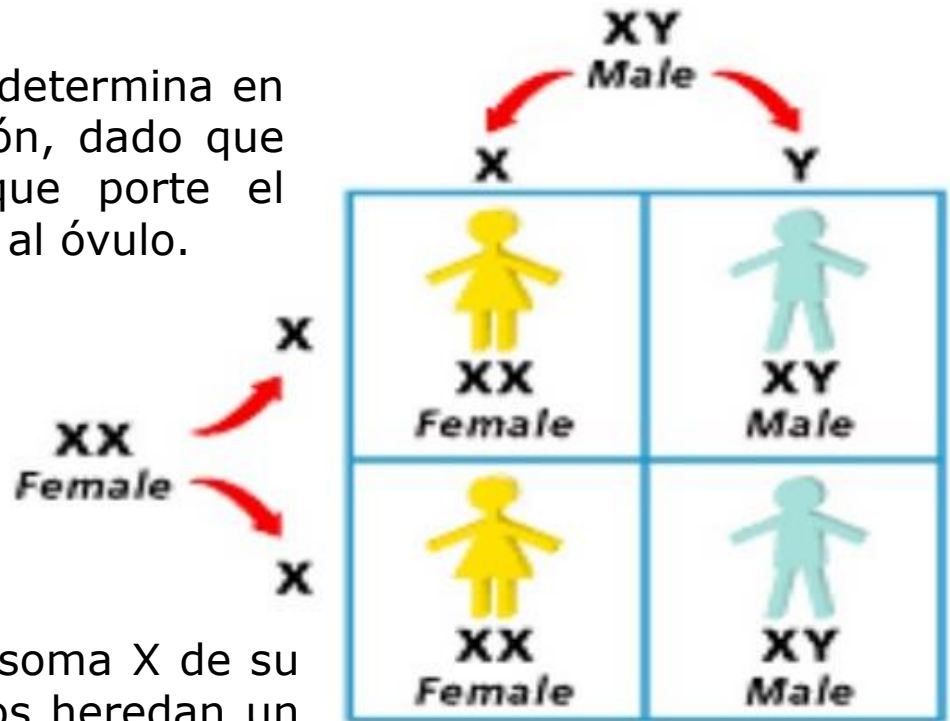
Video2

XXXXXX



Determinación cromosómica del sexo^{DP/PAU}

- Las hembras tienen dos cromosomas X, pasando uno de ellos a cada gameto (óvulo), de manera que toda la descendencia hereda un cromosoma X de su madre.
- El género de un humano se determina en el momento de la fertilización, dado que depende del cromosoma que porte el espermatozoide que fecunde al óvulo.
- La mitad de los espermatozoides formados en la gametogénesis poseen un cromosoma X, mientras que la otra mitad posee un Y.
- Las niñas heredan un cromosoma X de su padre, mientras que los niños heredan un cromosoma Y de su padre.



Video3

IMAGEN: [slideshare.net/sciencepowerpointcom/](https://www.slideshare.net/sciencepowerpointcom/)

Handwritten signature and scribbles.



APLICACIÓN: Uso de cariógramas para deducir el sexo y diagnosticar el síndrome de Down en humanos^{DP/PAU}

■ El uso y observación de un cariógrama permite:

- **Deducir el sexo de un individuo.** Si dos cromosomas X están presentes es hembra, mientras que si hay un X y otro Y, es macho.
- **Diagnosticar el síndrome de Down** y otras anormalidades cromosómicas.

Este diagnóstico prenatal de anormalidades cromosómicas se realiza a partir de células fetales tomadas durante el embarazo (amniocentesis), lo que permite identificar si procesos de no disyunción han tenido lugar, como esta trisomía del par 21, donde los individuos poseen tres copias del 21 en lugar de dos.

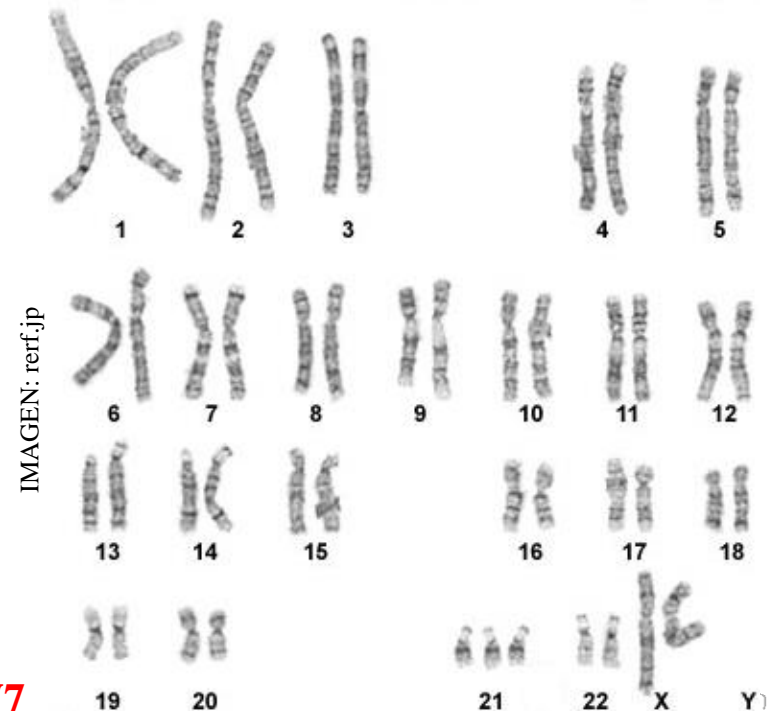


IMAGEN: ref.jp

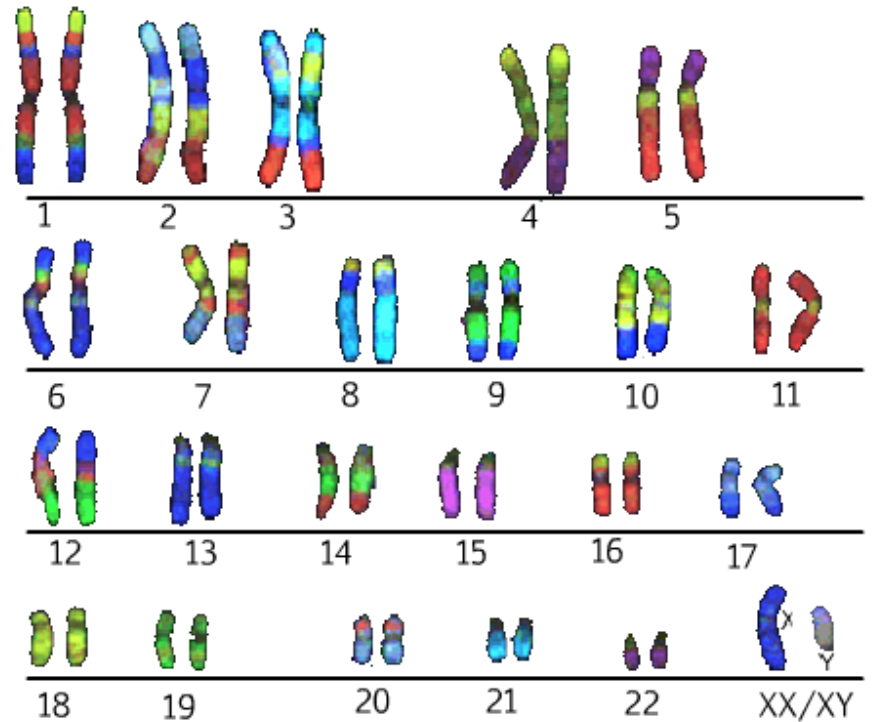
W7

XXXXXX



APLICACIÓN(TIC5): Uso de cariogramas para deducir el sexo y diagnosticar el síndrome de Down en humanos^{DP/PAU}

- 1) Entra en la web <http://www.biologycorner.com/karyotype/>
- 2) Prepara el cariograma normal (46+XY). Usa el de la imagen de debajo como guía.
- 3) Realiza el cariograma para los casos 1, 3 y 5.
- 4) Para cada uno de los casos, indica:
 - el nombre del síndrome.
 - si es una monosomía o una trisomía.
 - la anotación cromosómica correspondiente.



XXXXXX