



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

**BASES QUÍMICAS DE LA HERENCIA**

**PRESENTA**

**Dr. en Edu. JOSÉ LUIS GUTIÉRREZ LIÑÁN**

**Agosto 2019**



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## PRESENTACIÓN

La idea de este material didáctico es hacer énfasis en la importancia que tienen las bases químicas de la herencia y al mismo tiempo lograr una aproximación para entender como sucede el mecanismo de la duplicación del ADN, a través de una secuencia de diagramas que representan de manera detallada como se lleva a cabo la síntesis del ADN, mismo que puede ser utilizado como material didáctico para todos los estudiantes de las áreas afines, que empiecen con el estudio de la Biología Molecular y de carreras afines..



Universidad Autónoma  
del Estado de México

## CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

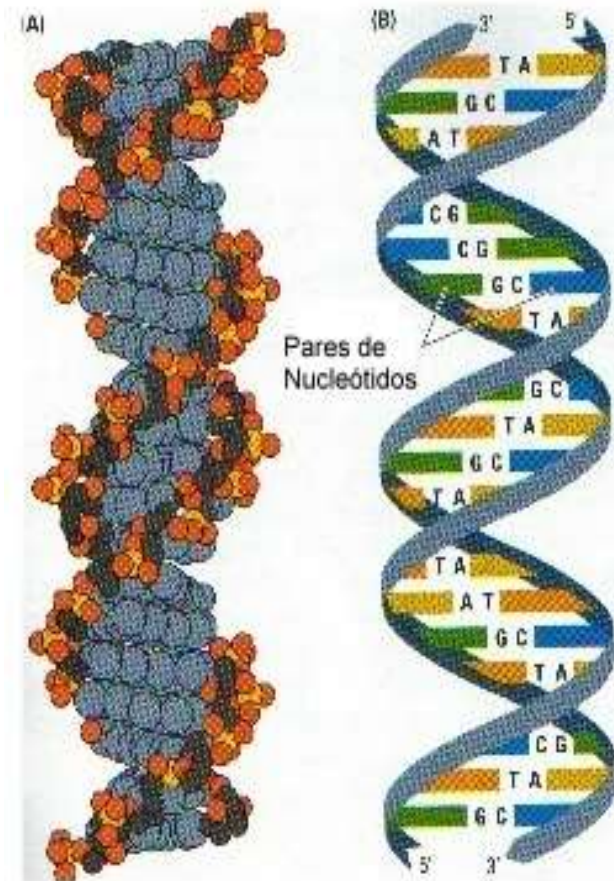
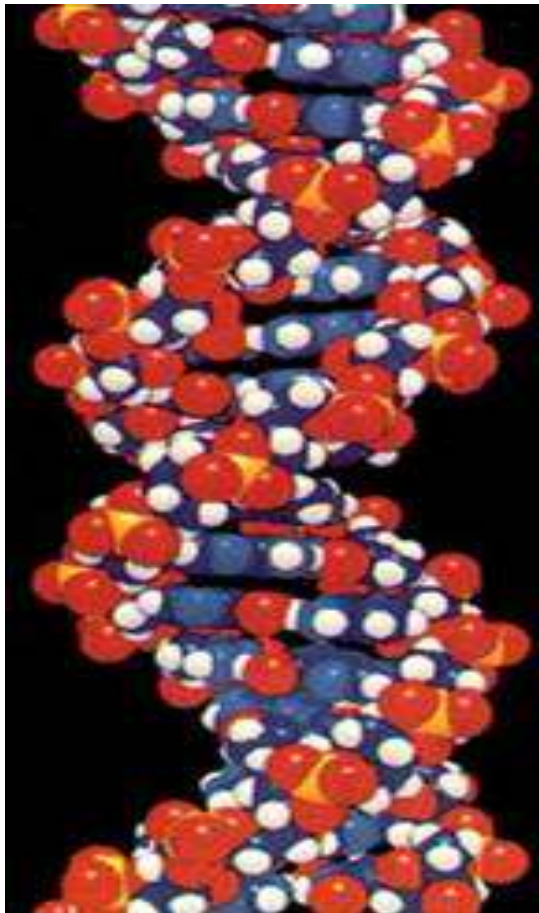
La unidad de aprendizaje de Genética General se imparte en el cuarto periodo de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, para cursar esta unidad de aprendizaje es indispensable que el alumno tenga conocimientos previos en lo que se refiere a Morfología Vegetal, Botánica sistemática, Fisiología Vegetal y Bioquímica.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## ESTRUCTURA DEL ADN





Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## REQUISITOS DEL MATERIAL GENÉTICO

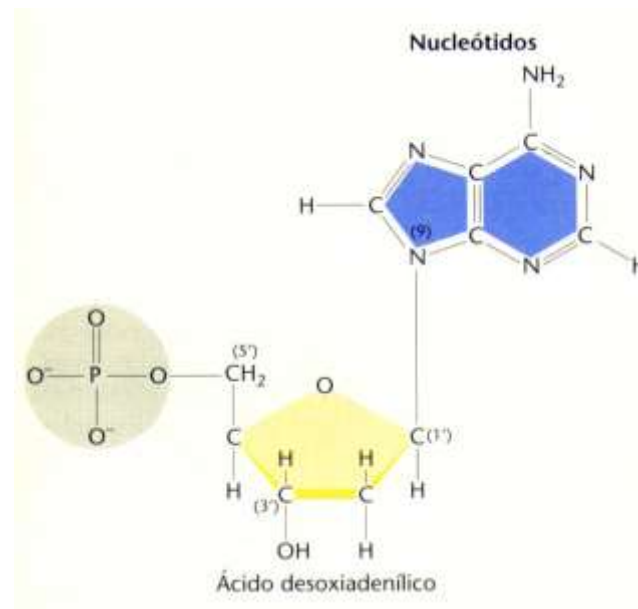
- Las moléculas que podrían transportar la información genética se discutían hacia la década de los años 30.
- Requisitos:
  - a) Gran estabilidad.
  - b) Servir como machotes para que se copien las proteínas.
  - c) Altamente selectivas al momento de ordenar los aminoácidos.
  - d) Capaces de auto-duplicarse.
  - e) Deben ser macromoléculas.
- Para 1950 existían 3 alternativas: proteínas, ADN, ARN.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## ESTRUCTURA DE UN NUCLEÓTIDO

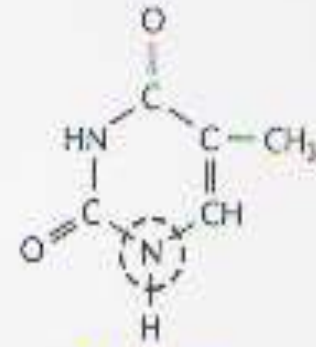
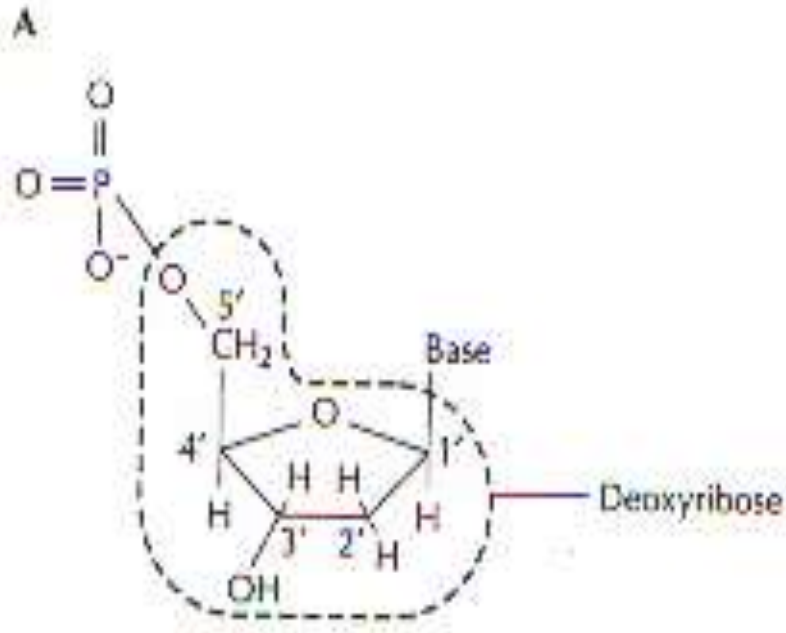




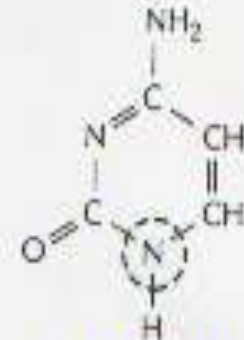
Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

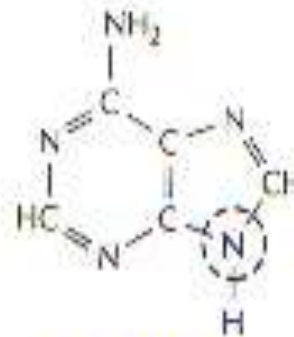
## NUCLEÓTIDOS QUE FORMAN EL ADN



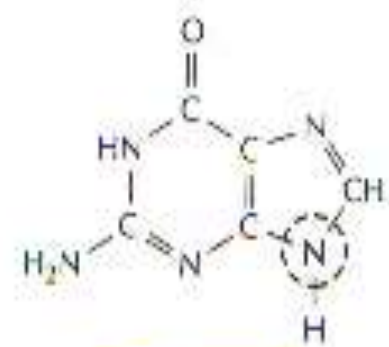
Timina



Citosina



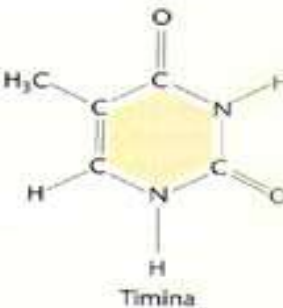
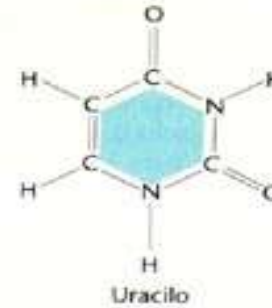
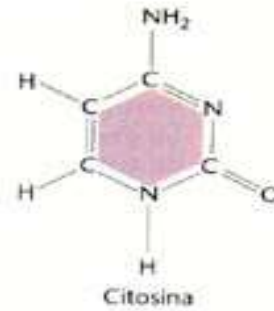
Adenina



Guanina



## BASES NITROGENADAS Y AZÚCARES

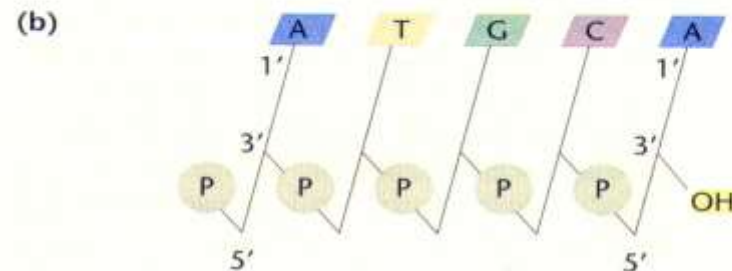
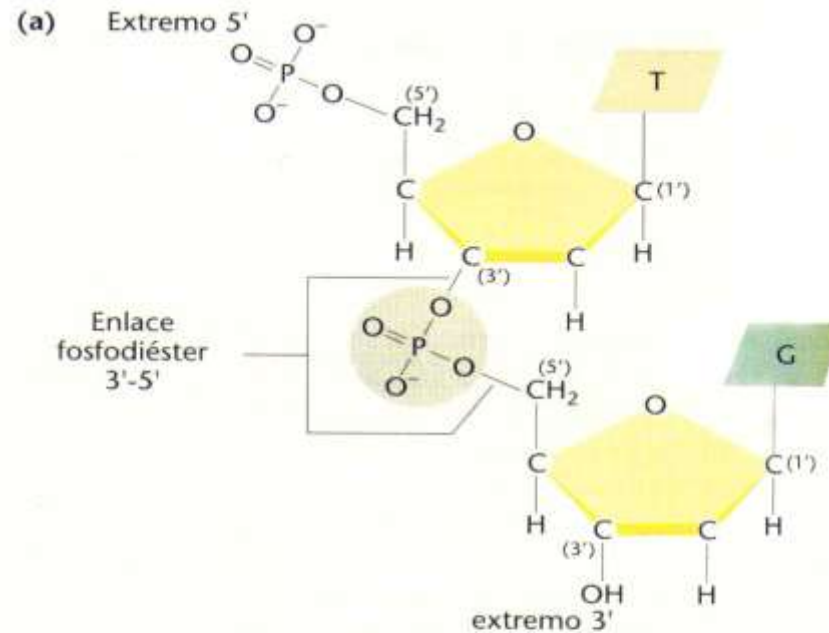




Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## UNIÓN DE DOS NUCLEÓTIDOS



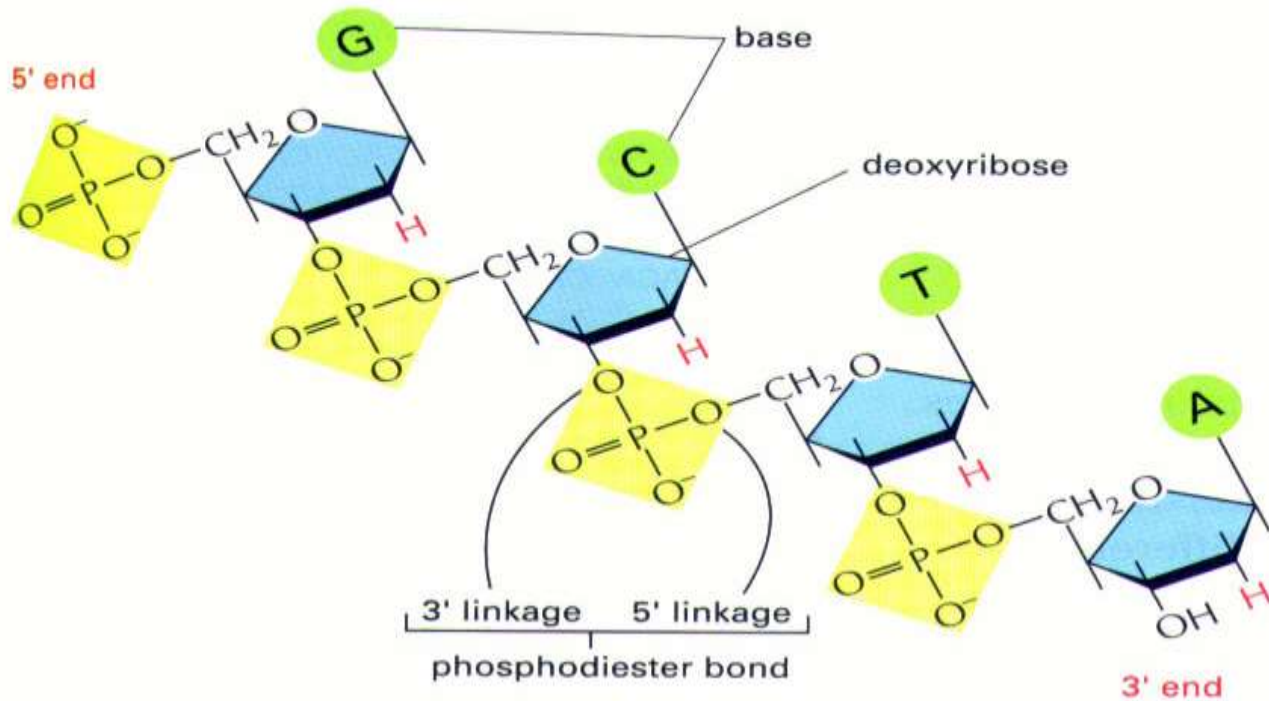


Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## UNIÓN DE 4 NUCLEÓTIDOS

### SUGAR-PHOSPHATE BACKBONE OF DNA

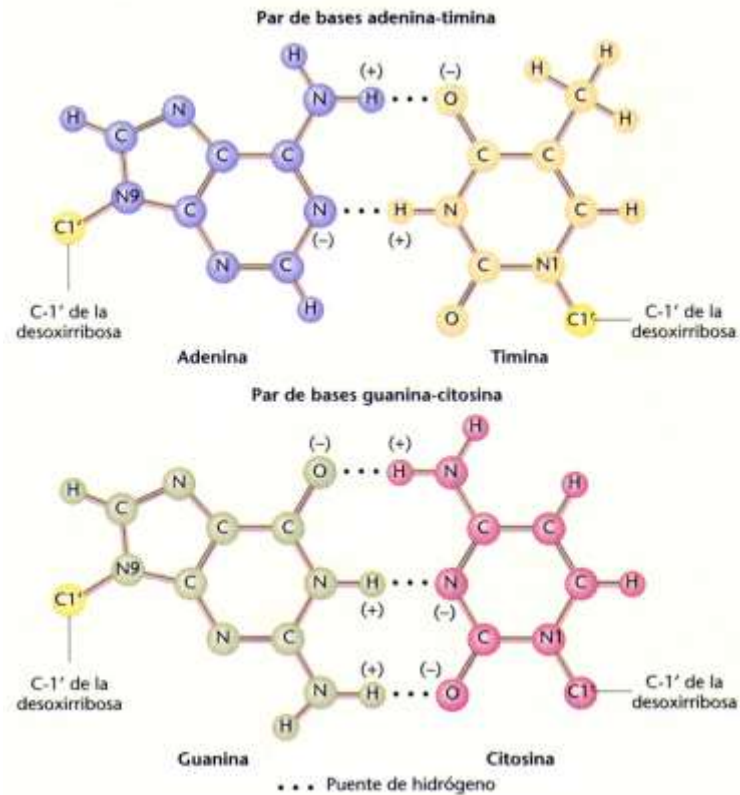




Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## PARES DE BASES



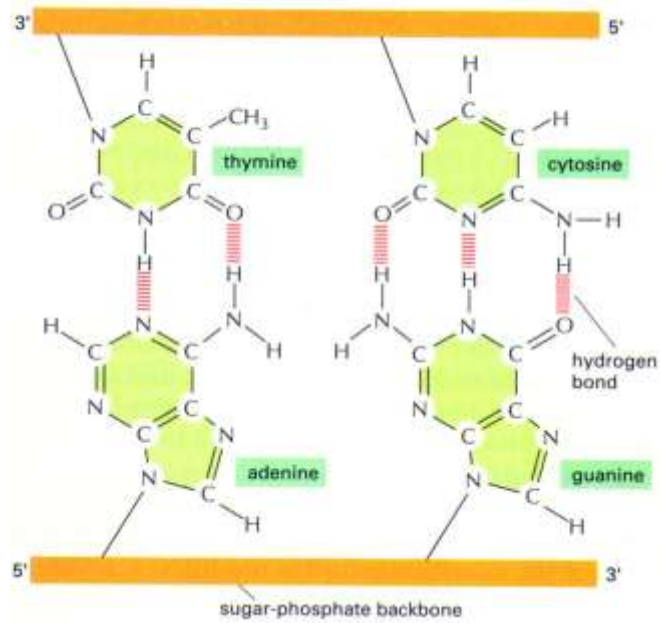


Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## UNIÓN DE LAS DOS CADENAS

### FOUR BASES AS BASE PAIRS OF DNA



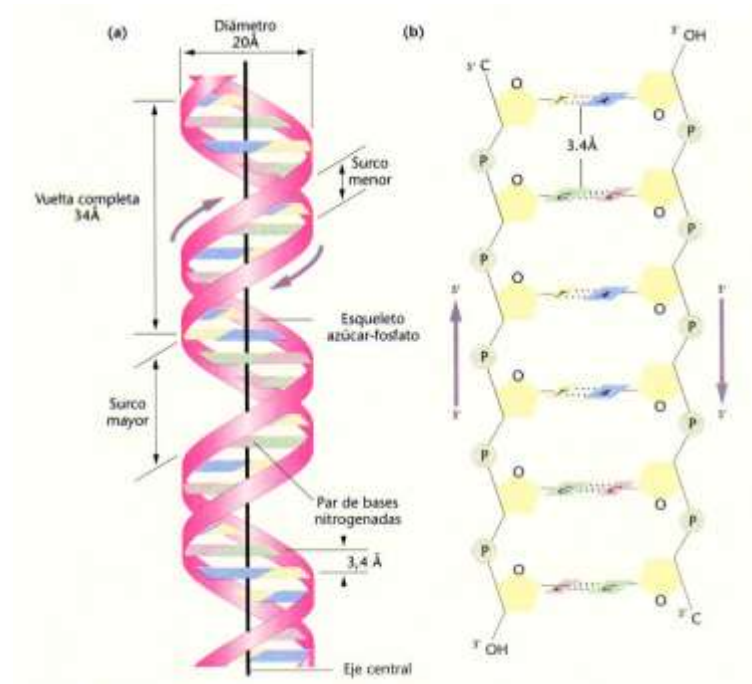




Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## DOBLE HÉLICE

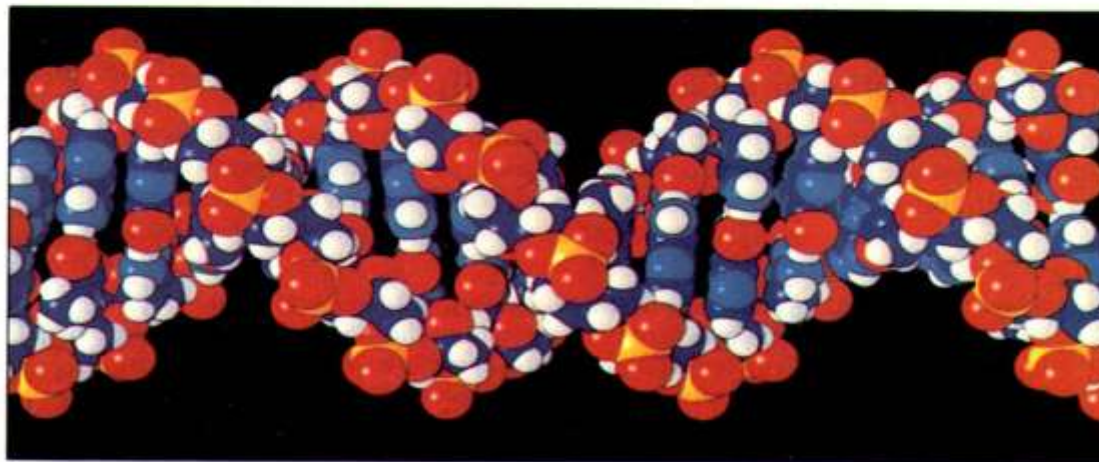
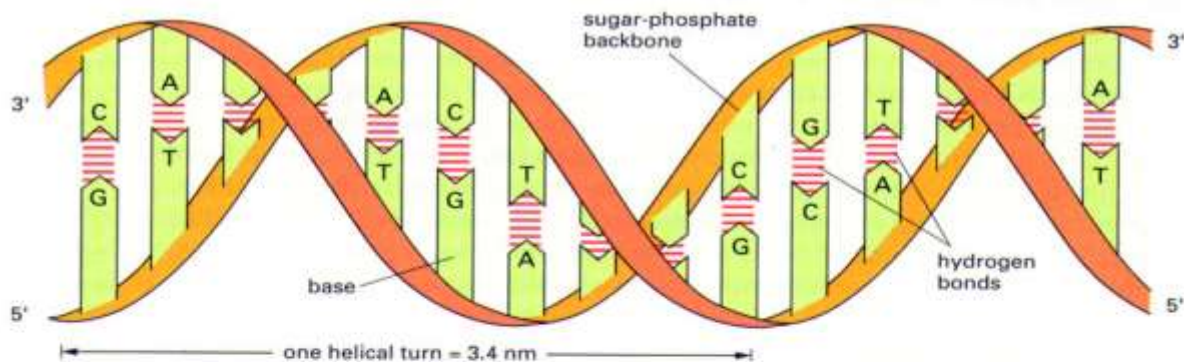




Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## ESTRUCTURA DEL ADN



major groove

minor groove



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## COMPOSICIÓN DEL ADN

- El ADN o ácido desoxirribonucleico se compone de 4 tipos distintos de nucleótidos, conocidos como:

***ADENINA - TIMINA - GUANINA - CITOSINA***

- Cada nucleótido esta compuesto de un:

***grupo fosfato - azúcar - base nitrogenada (azúcar: desoxirribosa)***

- Bases nitrogenadas:

**Citosina y Timina : pirimidinas**

Guanina y Adenina: purinas

Hay otros tipos de nucleótidos en las células: AMP, ATP, GTP, NAD<sup>+</sup> , FAD, etc. pero estos no forman parte de la cadena de ADN.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## ¿QUÉ ES EL ADN?

- Un polímero sin ramificaciones, compuesto por sólo 4 tipos de subunidades o nucleótidos.
- Los nucleótidos: T, A, G, C; están unidos entre sí por enlaces covalentes de fosfodiéster 3' - 5'.
- Dos “hileras” de nucleótidos que se unen una contra la otra y forman una cadena.
  - Esta unión se da en las bases nitrogenadas
  - Se forman puentes de hidrógeno entre ellas
  - Una “hilera de ADN” se orienta de 5'-3' y la otra de 3'-5'



Universidad Autónoma  
del Estado de México

## CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

- Conclusión: el ADN es un polímero de cadena doble, donde cada hebra de ADN esta orientación contraria a la otra, unidas entre sí por enlaces de hidrógeno y compuestas por 4 tipos de subunidades
- Una típica célula animal contiene:  $3 \times 10^9$  nucleótidos (1 metro).

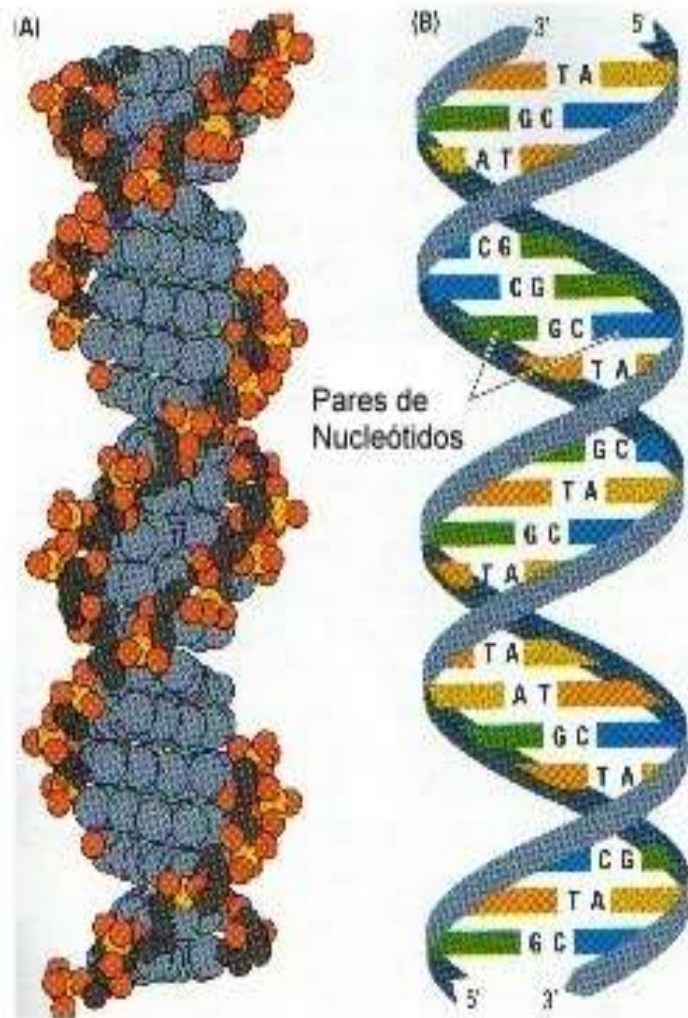


Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## ESTRUCTURA DEL ADN

- Patrón Helicoidal
- Dos cadenas orientadas en antiparaléelo
- Bases nitrogenadas orientadas hacia el interior de la molécula
- Adenina – Timina
- Citosina - Guanina





Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

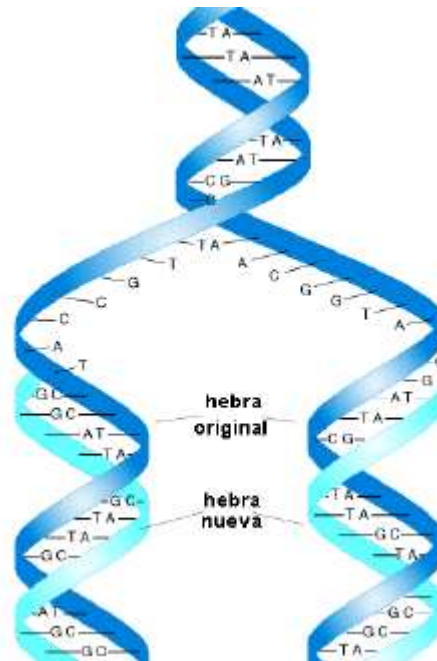
## REPLICACION DEL ADN DOGMA CENTRAL



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## DUPLICACIÓN DEL ADN





Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## LA REPLICACIÓN DEL ADN

- Es el proceso mediante el cual el ADN de una célula es duplicado.
- Se lleva a cabo en la fase S del ciclo celular. Antes de la mitosis.
- En este proceso intervienen un gran número de enzimas: polimerasa, ligasas, helicasas, etc.
- Debe tener gran fidelidad. De no ser así se producen mutaciones.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

## CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

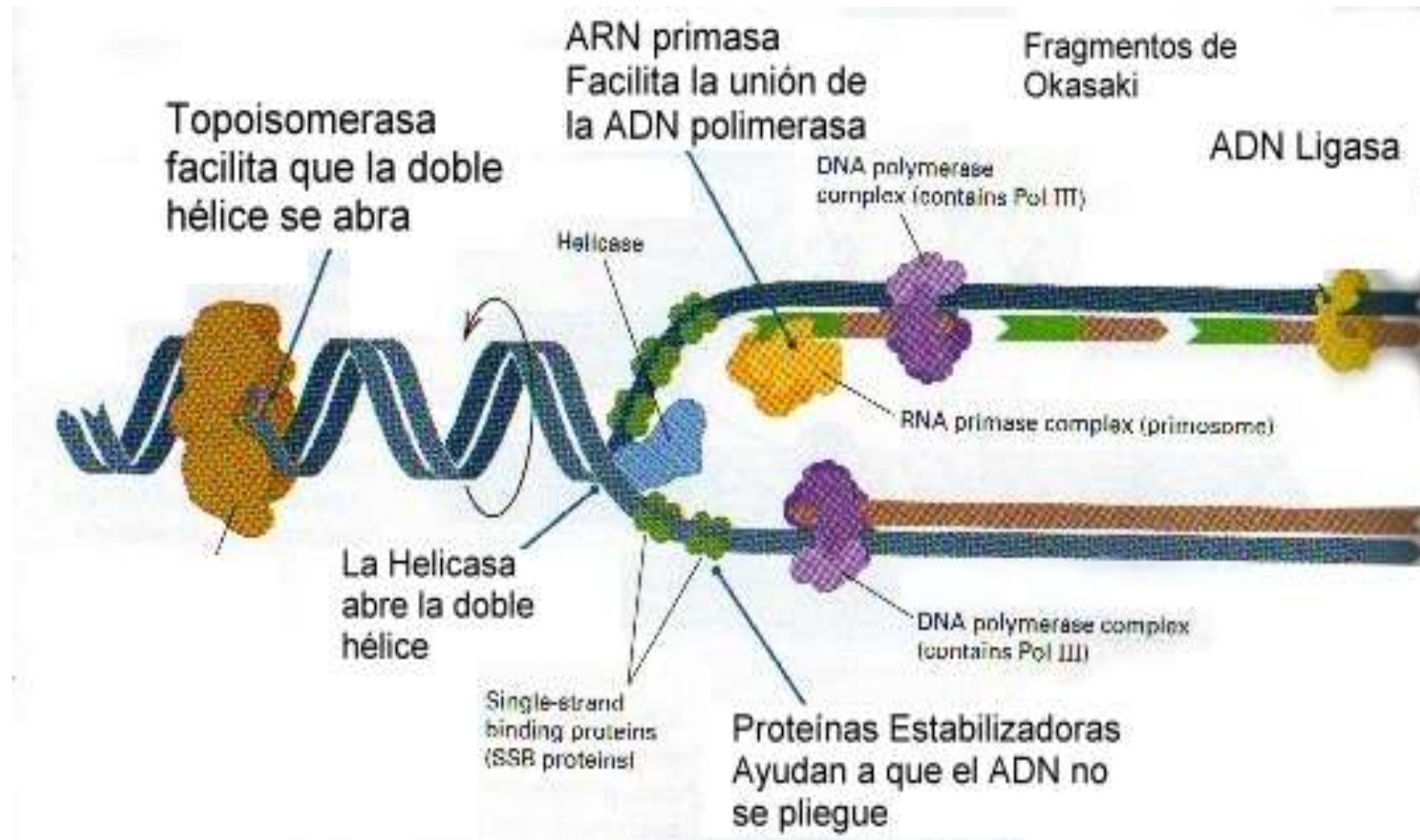
- La doble hélice de ADN se abre (puentes de hidrógeno se rompen). Las hebras de ADN se hallan listas para unirse con nuevos nucleótidos.
- La apropiada inclusión de los nuevos nucleótidos es llevada a cabo por una enzima conocida como: ADN polimerasa.
- Durante este proceso cada hebra de ADN sirve como machote para la nueva cadena => la replicación del ADN es semiconservativa.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

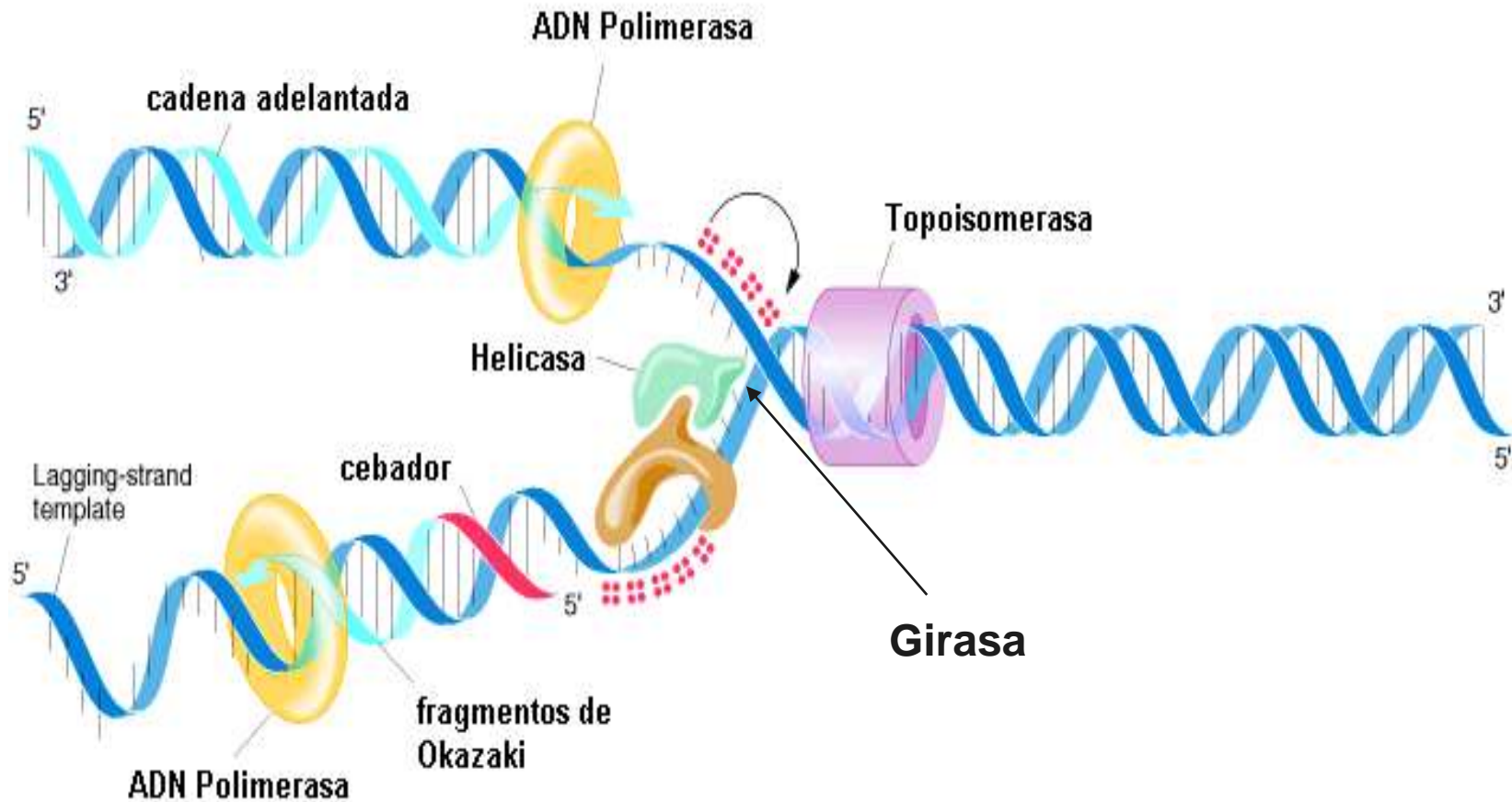
## ESQUEMA DE LA REPLICACIÓN DEL ADN





Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO





Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## ENZIMAS INVOLUCRADAS EN LA REPLICACIÓN DEL ADN

- Topó isomerasa : Elimina tensión en la doble hélice
- Helícase: abre la doble cadena de ADN para que sea duplicada por la ADN Polimerasa
- ARN primasa: usa ribonucleótidos para sintetizar pequeños fragmentos de ARN que sirve como iniciadores de la replicación.
- ADN Polimerasa: se encarga de añadir los nuevos nucleótidos que formarán la nueva cadena de ADN. Sólo adiciona de 5' - 3'.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

- Proteínas estabilizadoras para que no se enrolle el ADN.
- Ligasa : une los nucleótidos adyacentes que coloca la ADN polimerasa.
- Existen además enzimas reparadoras del ADN. Estas enzimas se encargan de corregir los errores de la ADN polimerasa: fidelidad de la copia nueva de ADN.
- Girasa: es la enzima que evita el enrollamiento nuevamente de las cadenas del ADN durante su duplicación



Universidad Autónoma  
del Estado de México

## CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

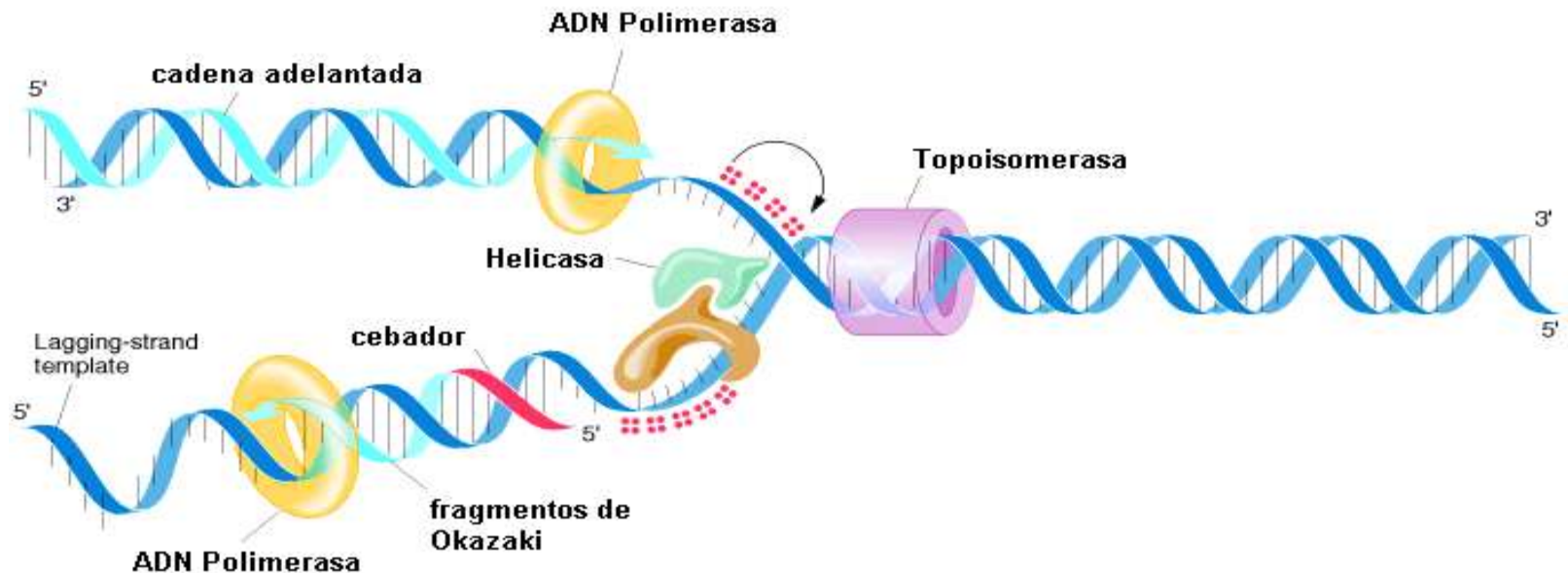
Una vez que se abre la molécula, se forma una área conocida como "burbuja de replicación" en ella se encuentran las "horquillas de replicación". Por acción de la ADN polimerasa los nuevos nucleótidos entran en la horquilla y se enlazan con el nucleótido correspondiente de la cadena de origen (A con T, C con G). Los procariotas abren una sola burbuja de replicación, mientras que los eucariotas múltiples. El ADN se replica en toda su longitud por confluencia de las "burbujas".



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

Una cadena formará una copia continua, mientras que en la otra se formarán una serie de fragmentos cortos conocidos como fragmentos de Okazaki. La cadena que se sintetiza de manera continua se conoce como cadena **adelantada** y, la que se sintetiza en fragmentos, cadena **atrasada**.





Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## REPLICACIÓN DEL ADN, CONTINUACIÓN.

- La fidelidad del proceso de replicación del ADN es tan alta, que sólo 1 error es producido cada  $10^9$  pares de bases duplicadas.
- Esto se debe a que existen eficientes procesos de corrección.
- La ADN polimerasa no comienza una nueva cadena de poli nucleótidos hasta que el nuevo desoxirribonucleótido esté apareado correctamente con la banda de ADN molde. Luego la reconoce y forma la unión 5'-3'.



Universidad Autónoma  
del Estado de México

## CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

- Aquellos desoxirribonucleótidos que no están apareados correctamente son removidos de la nueva cadena de ADN por una subunidad de la ADN polimerasa, con actividad 3'-5' exonucleasa.
- ARN polimerasa = primasa
  - Iniciador en eucariotas
- Dos tipos de ADN polimerasa
  - Polimerasa III (10-20 copias /cel.): Agrega primeros núcleos, al iniciador del ARN y subsecuentes hasta alcanzar el próximo iniciador de ARN
  - Polimerasa I: Remueve el iniciador de ARN



Universidad Autónoma  
del Estado de México

# CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Armendares, S. S. Lisker, R. 1984. La genética y Usted, siglo XXI, México.

Ayala F. J. 1984. Genética moderna. Fondo Educativo Interamericano. Barcelona España.

De la loma J. L. 1963. Genética General y Aplicada. UTEHA, México.

Guzmán M. E. E. \_\_. Genética Agropecuaria, Editorial Trillas, México.

Montserrat P. C. \_\_. El mensaje hereditario, Editorial Trillas, México.

Puertas M. J. \_\_\_\_\_. Genética: Fundamentos y perspectivas. editorial McGrawHill, Madrid, España.