



Mi Universidad

Replicación del ADN

Daniel de Jesús Berrios Jiménez

Mapa Mental

Parcial II

Biología Molecular

Dra. Montserrat Stephanie Bravo Bonifaz

Licenciatura en Medicina Humana

Tercer Semestre

Comitán de Domínguez, Chiapas a 09 de abril de 2025

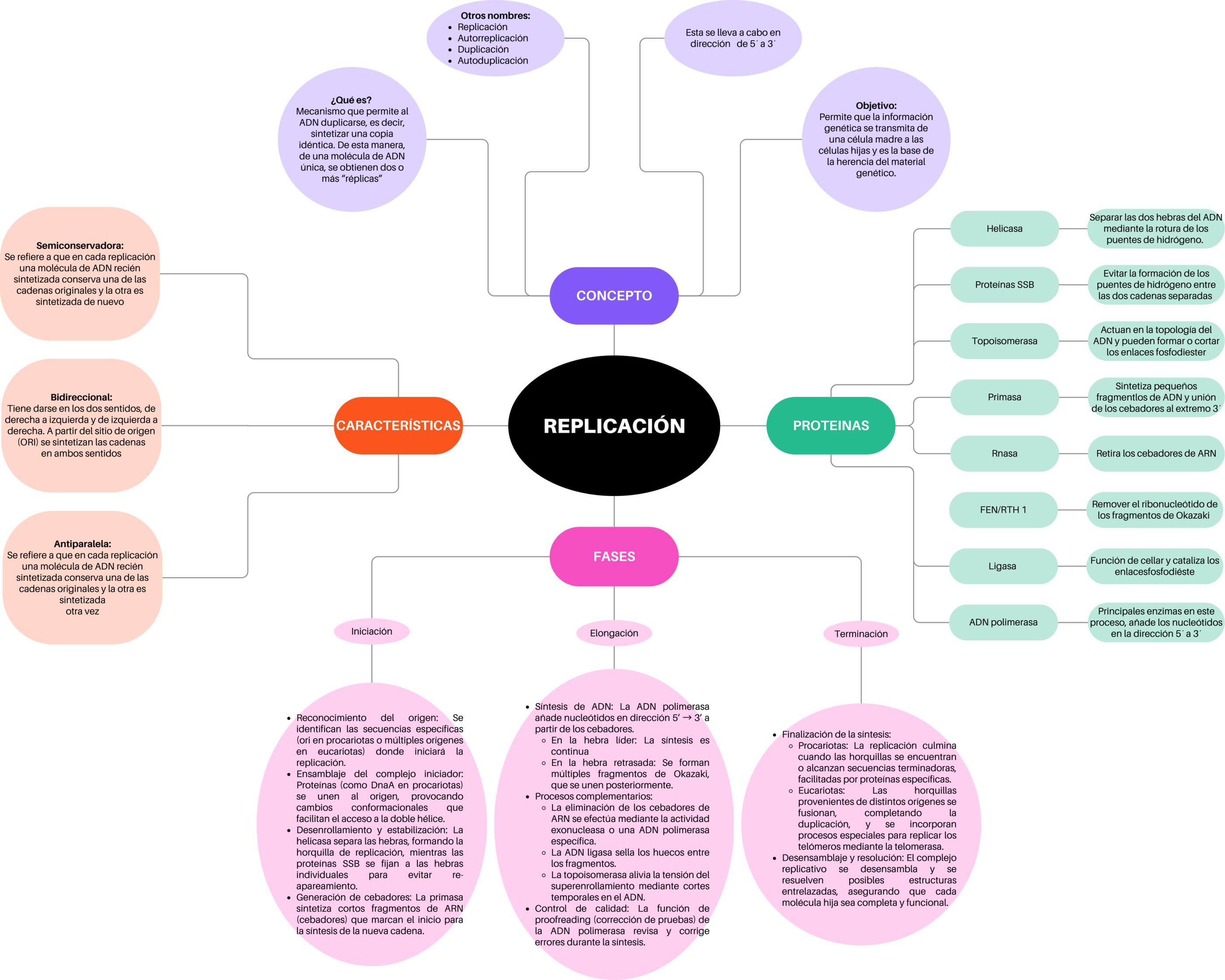
Introducción

La replicación del ADN es uno de los procesos más esenciales y fascinantes en la biología molecular, ya que constituye la base sobre la cual se sustenta la transmisión de la información genética entre generaciones celulares. En términos simples, consiste en la copia precisa del material genético de una célula madre para que pueda ser heredado por las células hijas. Esta capacidad de duplicarse de forma exacta garantiza la continuidad de las funciones celulares y la conservación del genoma a lo largo del tiempo.

Este proceso se desarrolla durante la fase **S del ciclo celular** y es cuidadosamente orquestado mediante una serie de pasos que incluyen la apertura de la doble hélice de ADN, la síntesis de nuevas hebras complementarias, y la finalización de la copia del genoma completo. A lo largo de las fases de iniciación, elongación y terminación, participan múltiples proteínas y enzimas especializadas como helicasas, primasas, ADN polimerasas, ligasas, topoisomerasas y otras que cumplen funciones específicas para asegurar que la replicación ocurra de manera ordenada, eficiente y con un mínimo de errores.

La replicación del ADN es **semiconservadora**, lo que significa que cada nueva molécula está compuesta por una hebra original y una hebra nueva sintetizada. Esta estrategia permite conservar la información genética con alta fidelidad, lo que resulta crucial para evitar mutaciones y alteraciones en el genoma. Además, existen variaciones en el proceso replicativo dependiendo del tipo celular, como por ejemplo la replicación mitocondrial o la replicación de telómeros en células eucariotas.

El estudio de la replicación del ADN no solo permite entender los principios básicos de la herencia biológica, sino que también es fundamental para disciplinas como la genética, la biotecnología y la medicina, ya que errores en este proceso están asociados con enfermedades como el cáncer, enfermedades hereditarias, y envejecimiento celular. Por tanto, comprender en profundidad cómo se lleva a cabo la replicación del ADN es clave para el desarrollo de nuevas terapias, tecnologías diagnósticas y estrategias de edición genética.



REPLICACIÓN

CONCEPTO

¿Qué es?
Mecanismo que permite al ADN duplicarse, es decir, sintetizar una copia idéntica. De esta manera, de una molécula de ADN única, se obtienen dos o más "réplicas"

- Otros nombres:**
- Replicación
 - Autorreplicación
 - Duplicación
 - Autoduplicación

Esta se lleva a cabo en dirección de 5' a 3'

Objetivo:
Permite que la información genética se transmita de una célula madre a las células hijas y es la base de la herencia del material genético.

CARACTERÍSTICAS

Semiconservadora:
Se refiere a que en cada replicación una molécula de ADN recién sintetizada conserva una de las cadenas originales y la otra es sintetizada de nuevo

Bidireccional:
Tiene darse en los dos sentidos, de derecha a izquierda y de izquierda a derecha. A partir del sitio de origen (ORI) se sintetizan las cadenas en ambos sentidos

Antiparalela:
Se refiere a que en cada replicación una molécula de ADN recién sintetizada conserva una de las cadenas originales y la otra es sintetizada otra vez

FASES

Iniciación

- Reconocimiento del origen: Se identifican las secuencias específicas (ori en procariontes o múltiples orígenes en eucariotas) donde iniciará la replicación.
- Ensamblaje del complejo iniciador: Proteínas (como DnaA en procariontes) se unen al origen, provocando cambios conformacionales que facilitan el acceso a la doble hélice.
- Desenrollamiento y estabilización: La helicasa separa las hebras, formando la horquilla de replicación, mientras las proteínas SSB se fijan a las hebras individuales para evitar reapareamiento.
- Generación de cebadores: La primasa sintetiza cortos fragmentos de ARN (cebadores) que marcan el inicio para la síntesis de la nueva cadena.

Elongación

- Síntesis de ADN: La ADN polimerasa añade nucleótidos en dirección 5' → 3' a partir de los cebadores.
 - En la hebra líder: La síntesis es continua
 - En la hebra retrasada: Se forman múltiples fragmentos de Okazaki, que se unen posteriormente.
- Procesos complementarios:
 - La eliminación de los cebadores de ARN se efectúa mediante la actividad exonucleasa o una ADN polimerasa específica.
 - La ADN ligasa sella los huecos entre los fragmentos.
 - La topoisomerasa alivia la tensión del superenrollamiento mediante cortes temporales en el ADN.
- Control de calidad: La función de proofreading (corrección de pruebas) de la ADN polimerasa revisa y corrige errores durante la síntesis.

Terminación

- Finalización de la síntesis:
 - Procariontes: La replicación culmina cuando las horquillas se encuentran o alcanzan secuencias terminadoras, facilitadas por proteínas específicas.
 - Eucariotas: Las horquillas provenientes de distintos orígenes se fusionan, completando la duplicación, y se incorporan procesos especiales para replicar los telómeros mediante la telomerasa.
- Desensamblaje y resolución: El complejo replicativo se desensambla y se resuelven posibles estructuras entrelazadas, asegurando que cada molécula hija sea completa y funcional.

PROTEINAS

Helicasa

Separar las dos hebras del ADN mediante la rotura de los puentes de hidrógeno.

Proteínas SSB

Evitar la formación de los puentes de hidrógeno entre las dos cadenas separadas

Topoisomerasa

Actúan en la topología del ADN y pueden formar o cortar los enlaces fosfodiéster

Primasa

Sintetiza pequeños fragmentos de ADN y unión de los cebadores al extremo 3'

Rnasa

Retira los cebadores de ARN

FEN/RTH 1

Remover el ribonucleótido de los fragmentos de Okazaki

Ligasa

Función de sellar y cataliza los enlaces fosfodiéster

ADN polimerasa

Principales enzimas en este proceso, añade los nucleótidos en la dirección 5' a 3'

Conclusión

La replicación del ADN es un proceso biológico de precisión milimétrica y de vital importancia para el mantenimiento de la vida. A través de la síntesis de copias idénticas del material genético, permite que cada célula hija reciba la misma información genética que su célula madre, asegurando así la continuidad de las funciones celulares y la estabilidad genética de los organismos.

Este proceso no solo es fundamental por su rol en la división celular, sino también por la manera en la que se lleva a cabo: de forma semiconservadora, bidireccional y con mecanismos sofisticados de corrección de errores que garantizan una altísima fidelidad en la copia del ADN. Las fases de iniciación, elongación y terminación, junto con la participación de múltiples proteínas y enzimas, demuestran el grado de complejidad y regulación que caracteriza a la replicación.

Además, variantes como la replicación mitocondrial o la elongación de telómeros reflejan la adaptabilidad del proceso en distintos contextos celulares. En eucariotas, por ejemplo, la replicación de los telómeros por la telomerasa es clave en la regulación del envejecimiento celular y el mantenimiento de la estabilidad cromosómica. Por su parte, errores en el proceso replicativo pueden dar lugar a mutaciones que, si no son corregidas, pueden desencadenar enfermedades graves, entre ellas el cáncer.

En conclusión, la replicación del ADN es mucho más que un simple mecanismo de copia; representa uno de los pilares sobre los que se construye la perpetuación de la vida. Su estudio continúa siendo una fuente inagotable de descubrimientos científicos, con importantes aplicaciones en genética, medicina, biotecnología y terapias moleculares. Comprender cómo se replica el ADN nos permite no solo conocer cómo funciona la célula, sino también cómo prevenir y tratar enfermedades a nivel genético, y cómo manipular el material hereditario con fines terapéuticos y biotecnológicos.

BIBLIOGRAFIA

1. Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A. D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2016).
Biología molecular de la célula (6.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.
2. Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., & Matsudaira, P. (2016).
Molecular Cell Biology (8th ed.). W. H. Freeman.
3. Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2021).
Lehninger Principles of Biochemistry (8th ed.). W. H. Freeman.
4. Pierce, B. A. (2020).
Genética: un enfoque conceptual (6.^a ed.). W. H. Freeman.
5. Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M., & Losick, R. (2013).
Molecular Biology of the Gene (7th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.