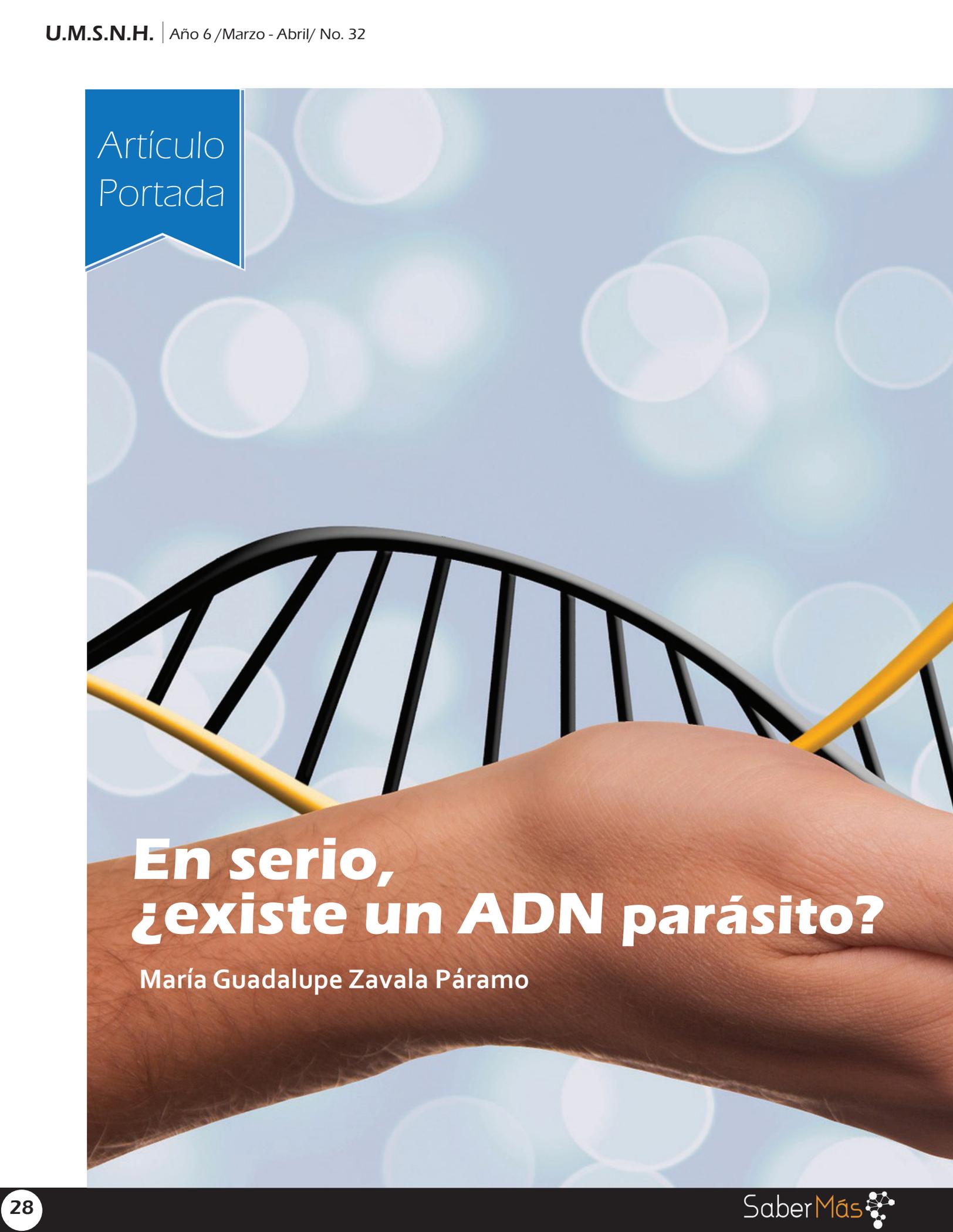


Artículo
Portada



En serio, ¿existe un ADN parásito?

María Guadalupe Zavala Páramo

¿De qué estamos hablando?

Efectivamente, en el ácido desoxirribonucleico (ADN) de los cromosomas de todas nuestras células hay fragmentos de ADNs parásitos. Éstos son incurables y persisten silenciados por mecanismos que los controlan.

El genoma de las células está constituido por ADN, una molécula estructurada a su vez por cuatro nucleótidos que se unen formando una cadena y que se diferencian por contener Adenina (A), Timina (T), Guanina (G) o Citosina (C). La estructura final del ADN es la unión de dos cadenas sencillas que se aparean A con T y G con C, formando la doble hélice descrita por Watson y Crick en 1953. Diferentes combinaciones de estos cuatro nucleótidos dan como resultado secuencias conocidas como genes, localizados en ambas cadenas de la doble hélice. Los genes contienen la información necesaria para la construcción de las células, su funcionamiento y reproducción.



Para que la información del genoma de cada célula de cualquier tejido se pueda utilizar, la secuencia del ADN de los genes se copia a una molécula intermediaria de ácido ribonucleico mensajero (ARNm), mediante un proceso de transcripción. El ARNm posteriormente es leído para la síntesis de las proteínas a través de un proceso de traducción y, así la información pasa de un idioma de nucleótidos a un idioma de aminoácidos que son enlazados formando polímeros (polipéptidos) que se pliegan en estructuras tridimensionales, las proteínas. El paso de la información desde el ADN hasta la síntesis de una proteína se conoce como expresión genética.

¡Pero además de genes, el genoma contiene otras secuencias!

Hace 65 años, Barbara McClintock describió por primera vez a los transposones o fragmentos de ADN, que literalmente saltan dentro del genoma y prosperan como parásitos. McClintock identificó estos fragmentos móviles de ADN como los principales actores del proceso que produce el maíz de colores que todos conocemos. Observando a través

del microscopio la estructura de los cromosomas de padres e hijos en plantas de maíz, que tiene 10 cromosomas, encontró que algunas variedades tenían diferencias en el cromosoma 9, ocasionadas por el rompimiento en un extremo.

Sabía que cerca del extremo del cromosoma se localizaba un gen relacionado con el color púrpura de las semillas. Así, encontró que un fragmento de ADN móvil causaba el efecto de pérdida de coloración de algunas células de las semillas, por su inserción dentro del gen. Esto es, como si dentro de una palabra entrara otra con significado muy distinto.

Por ejemplo: usando la palabra "púrpura", si en medio entra otra secuencia de letras y nos produce ahora "púrgaraaaabbatototopura" ¿qué ocurre?, que la palabra pierde su sentido.

Pero continuando con el maíz, McClintock observó que la coloración se recuperaba en algunas células, cuando el ADN móvil saltaba fuera del gen, dando a la semilla una coloración moteada. Ahora sabemos que este gen está involucrado en la síntesis de antocianinas, compuestos

que dan color a las semillas del maíz y que se sintetizan en las células de



todas las plantas, produciendo coloraciones de rojo, púrpura o azul en hojas, flores y frutos.

Otro ejemplo de la actividad de este tipo de secuencias de ADN saltarines, son el resultado de las manchas de los pétalos de las flores de *Antirrhinum majus*, mejor conocidas como boca de dragón o perritos.

¿Por qué estos genes son denominados parásitos?

Se han denominado así debido a que interrumpen genes, causan rompimiento de cromosomas y grandes rearrreglos, que cambian la expresión de genes. Estos ADN parásitos son conocidos como transposones o elementos móviles y están dispersos a través del genoma de plantas, animales, hongos y en bacterias.

Pero, no son del todo malos, también benefician a su hospedero ya que al intervenir en la regulación de la expresión genética, son importantes en la organización del genoma y su evolución.

En las células de plantas y animales, los

transposones se dividen en retrotransposones y transposones de ADN:

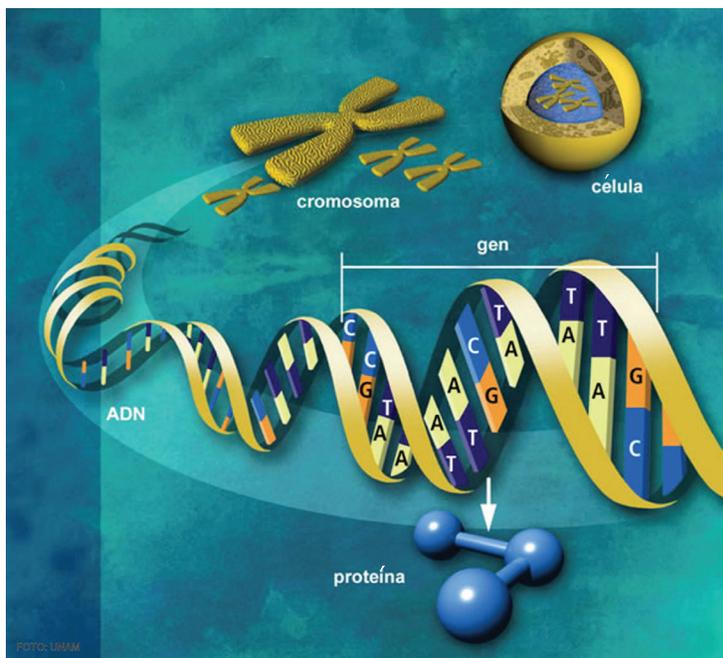
Retrotransposones.- Son secuencias de ADN que se copian a ARN como intermediario y que después se copian a ADN, integrándose en otro sitio del genoma. Cada evento de retrotransposición, es decir de movimiento o salto de éstos, genera una nueva copia en el genoma de la célula. Algunos retrotransposones se integran en el ADN del genoma de manera similar a los retrovirus, de los cuales aparentemente derivaron, y se pueden mover dentro de la misma célula o entre célula y célula.

-Un ejemplo de retrovirus es el de la inmunodeficiencia adquirida (VIH), cuyo genoma está constituido por ARN y que se copia a ADN, a través de una enzima conocida como transcriptasa reversa. Posteriormente, el ADN viral se inserta en el genoma de sus células huésped dañando su función, como en células T helper, macrófagos y células dendríticas del sistema inmune humano.

Transposones.- Éstos se movilizan mediante un mecanismo



de “corta y pega”, con la participación de enzimas llamadas transposasas. Cada evento de transposición significa un cambio de lugar del fragmento. Este mecanismo puede producir daño porque se generan pequeñas secuencias en los sitios donde se insertó el transposón. Como dato interesante, el 80% del genoma del trigo consiste principalmente de retrotransposones y en mamíferos aproximadamente el 50% del genoma está constituido de transposones.



El control de los transposones funciona de manera similar. Así, un transposón puede ser reconocido para alterar su estructura en el lugar del cromosoma donde se encuentra insertado. También, se pueden destruir sus ARN mensajeros o inhibir la traducción a las proteínas que requiere para su movilización (por ejemplo las transposasas).

Control de ADNs parásitos

El control de estos parásitos no es una tarea fácil, para ello la célula usa mecanismos que de manera general regulan la expresión genética. Tales mecanismos involucran una variedad de moléculas de ARN pequeños que van de 20 a 30 nucleótidos asociados con proteínas. Para el control de la expresión genética celular, estos complejos funcionan mediante el reconocimiento y degradación de ARNs que inician su síntesis durante el proceso de transcripción (silenciamiento génico transcripcional) y también de los ARN mensajeros que ya fueron sintetizados (silenciamiento génico postranscripcional), pero ya no son necesarios.

¿Cómo hace la célula para reconocer, seleccionar y silenciar a estos ADNs parásitos, sin confundir sus secuencias con la de los genes propios?

El estudio de los mecanismos de defensa del genoma contra elementos móviles, indican que se trata de procesos muy antiguos. El mecanismo de reconocimiento es un proceso evolutivo que requiere que la secuencia del transposón se convierta en los ARNs pequeños que lo reconozcan para su silenciamiento a través de uno a varios mecanismos. En general los ARN pequeños se sintetizan a partir de regiones de los cromosomas donde varias copias fragmentadas de transposones forman grupos o clusters. Pero por otro lado, se ha descubierto que varios de estos elementos móviles fueron convertidos en parte de los genomas en todas las especies y se han vuelto necesarios, dejando de ser parásitos.

La **D. en C. María Guadalupe Zavala Páramo** es Profesora Investigadora del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Es responsable del laboratorio de Biología Molecular de carbohidratos complejos donde desarrolla investigación alrededor de las enzimas que degradan los componentes de las paredes celulares vegetales. Además desarrolla la línea de investigación sobre el rescate de fondos genómicos y marcadores moleculares de animales silvestres y de traspatio.

