



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

ISSN 2448-508X

División Académica de Ciencias Biológicas
« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

—Número especial—

Patología Celular:
Aplicaciones
de la **Biología**
de **Celular**



Volumen 28

Número 60

Enero-Abril 2022

Dr. José Guadalupe Chan Quijano
Editor invitado; profesor de la Universidad Autónoma de Guadalajara,
Campus Tabasco



Powered by
Arizona State University



TRABAJO DE CAMPO: PROFESORA DE LA DACBioI-UJAT EN LA COLECTA DE MUESTRAS DE POLEN DE *Rizophora mangle*.
Laguna de Términos; Campeche; México.

Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Mtro. Jorge Membreño Juárez
Secretario de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBiología-UJAT

M. en A. Emilio Ocampo Morales
Coordinador Administrativo, DACBiología-UJAT

M.I.P.A. Araceli Guadalupe Pérez Gómez
Coordinadora de Docencia, DACBiología-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBiología-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina †
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Dr. Jesús García Grajales

Dra. Carolina Zequeira Larios

Dr. Rodrigo García Morales

Dra. María Elena Macías Valadez-Treviño

Ocean. Rafael García de Quevedo Machain

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega

Dra. Rocío Guerrero Zárata

Dr. Eduardo Salvador López Hernández

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello

Dra. Melina del Carmen Uribe López

Dr. José Guadalupe Chan Quijano

Dra. Martha Alicia Perera García

Editores asociados

Dra. Ramona Elizabeth Sanlúcar Estrada

M.C.A. Alma Deysi Anacleto Rosas

Dra. Ena Edith Mata Zayas

M. en Pub. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez

Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez

M. en C. Leonardo Noriel López Jiménez

Dra. Violeta Ruiz Carrera

Correctores de pruebas

M.Arq. Marcela Zurita Macías-Valadez

M. en C. Sulma Guadalupe Gómez Jiménez

Traductoras

L.I.A. Ervey Baltazar Esponda

Soporte técnico institucional

Srta. Ydania del Carmen Rosado López

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez †

Biól. José Francisco Juárez López

Est. Biól. Gloria Cecilia Arecha Soler

Est. G.A. Diana Cecilia Velázquez Leyva

Est. I.A. José Manuel Ramírez Cruz

Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Lilia María Gama Campillo

División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT - México

Dr. Roberto Carlos González Fócil

Jefe del Departamento de Revistas Científicas, UJAT - México

Dra. Juliana Álvarez Rodríguez

División Académica de Ciencias Económico Administrativas, UJAT - México

Dr. Jesús María San Martín Toro

Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto:



Revistas Universitarias (<https://revistas.ujat.mx/>)

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



Repositorio Institucional (<http://ri.ujat.mx/>)

Plataforma digital desarrollado con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la UJAT.



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (www.latindex.ppl.unam.mx)

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



PERIÓDICA (<http://periodica.unam.mx>)

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros bibliográficos publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



Nuestra portada:

Número especial «patología celular: aplicaciones de la biología celular».

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo (DACBiología-UJAT); José Guadalupe Chan Quijano (UAG-Tabasco).

Fotografías de:

Imagen alusiva al número especial y por la convocatoria de publicación.

KUXULKAB', año 28, No. 60, enero-abril 2022; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <https://revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 10 de enero de 2022.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBiología y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

Este número de **Kuxulkab'** es resultado de la colaboración entre la *División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco* y la *Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Tabasco* como parte del que hacer de las instituciones de educación superior y de posgrado para concatenar la vinculación entre universidad y académicos. Por ello, este producto editorial tiene como objetivo fomentar desde la divulgación científica la importancia de estudiar la célula desde las disciplinas clínicas, de la salud y la ambiental.

La célula es la unidad elemental de la vida y tiene una capacidad fascinante para dar a conocer y explicar enfermedades, trastornos, síntomas y funciones desde la biología celular animal y vegetal. Además, se ha reivindicado el estudio de la célula e interesados de este tópico siguen demostrando las grandes maravillas que la biología celular tiene en todo un sistema.

En nuestra manera de trabajo, proporcionamos una breve sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**MicroARN's (miARN's): como reguladores de la expresión génica y su importancia**»; aportación respecto a la importancia que tienen los miARN's como uso de biomarcadores para cuantificar niveles de expresión en enfermedades.

«**Follaje de 'Erythrina americana' Miller y 'Gliricidia sepium' (Jacq.) Walp., fuente de taninos: implicaciones de su consumo por los ovinos**»; material en donde se presenta la importancia de la biología celular vegetal, específicamente con los taninos, ya que ofrecen beneficios en la salud y en la producción animal de rumiantes al momento de alimentarse con leguminosas.

«**Percepción inicial de una paciente con el Síndrome de Horner: un estudio de caso**»; escrito donde se reporta un estudio de paciente femenino, encontrándose un deterioro muscular; dicho texto aporta datos respecto al comportamiento de la enfermedad en personas mayores y su contribución al tratamiento.

«**Efectos celulares de la exposición a micropartículas plásticas en organismos acuáticos**»; artículo donde se expone que, los microplásticos y nanoplásticos, provocan daños a nivel celular en organismos acuáticos, en donde se puede llegar a comprometer la función vital de los organismos e incluso alterar las funciones metabólicas, fisiológicas e histopatológicas pudiendo provocar la muerte.

«**Síndrome de Guillain-Barré (SGB): estudio de caso variedad AMAN en Tabasco, México**»; los autores afirman que esta neuropatía periférica presenta un componente humoral y celular de los nervios periféricos y que al ser un diagnóstico para Tabasco sirve como antecedente para otros casos.

No obstante, las investigaciones que se presentan por los autores coinciden en que hay que enriquecer y seguir investigando temas al respecto desde distintas áreas del saber biológico. Además, estos antecedentes fueron motivo de generar conocimiento para seguir aportando en este vasto mundo de la célula. Agradecemos a cada uno de quienes colaboraron con su apoyo y entusiasmo en la producción de esta edición especial, permitiendo la divulgación de la ciencia con estándares de calidad emanados por esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

José Guadalupe Chan Quijano
EDITOR ASOCIADO, PROFESOR DE LA UAG

Fernando Rodríguez Queredo
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

Arturo Garrido Mora
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

MicroARN's (miARN's) COMO REGULADORES DE LA EXPRESIÓN GÉNICA Y SU IMPORTANCIA CLÍNICA 05-13

MiRNAs (miRNAs) AS REGULATORS OF GENE EXPRESSION AND THEIR CLINICAL IMPORTANCE

José Antonio Ovando Ricárdez, Viviana Beatriz Domínguez Méndez, María Isabel López García, María Lizbeth Sacramento Barranco, Thelma Beatriz González Castro, Yazmín Hernández Díaz, Carlos Alfonso Tovilla Zárate, Isela Esther Juárez Rojo & María Lilia López Narváez

FOLLAJE DE *Erythrina amaericana* Miller Y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., FUENTE DE TANINOS: IMPLICACIONES DE SU CONSUMO POR LOS OVINOS 15-25

FOLIAGE OF *Erythrina americana* Miller AND *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., SOURCE OF TANNINS: IMPLICATIONS OF ITS CONSUMPTION BY OVINE

Jorge Oliva Hernández, Erika Belem Castillo Linares, María Aurelia López Herrera & Alejandra Vélez Izquierdo

PERCEPCIÓN INICIAL DE UNA PACIENTE CON EL SÍNDROME DE HORNER: UN ESTUDIO DE CASO 27-33

INITIAL PERCEPTION OF A PATIENT WITH HORNER SYNDROME: A CASE STUDY

Nayelli Cristhell Gerónimo Flores, Jesús Antonio Álvarez de Dios, Argentina Magaña Méndez & Karina Michelle Mendoza Jiménez

EFFECTOS CELULARES DE LA EXPOSICIÓN A MICROPARTÍCULAS PLÁSTICAS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS 35-51

CELLULAR EFFECTS OF EXPOSURE TO PLASTIC MICROPARTICLES IN AQUATIC ORGANISMS

Gabriel Núñez Nogueira, Mórvila Cruz Ascencio, Alejandra Pérez López & Carlos Alfonso Álvarez González

SÍNDROME DE GUILLAIN-BARRÉ (SGB): ESTUDIO DE CASO VARIEDAD AMAN EN TABASCO 53-59

GUILLAIN-BARRÉ SYNDROME (GBS): AMAN VARIETY CASE STUDY IN TABASCO, MEXICO

Alejandra Morales Peralta, Víctor Manuel Pérez Rosado & Daniela Alexandra Morales Jiménez



MicroARN's (miARN's) COMO REGULADORES DE LA EXPRESIÓN GÉNICA Y SU IMPORTANCIA CLÍNICA

MicroRNAs (miRNAs) AS REGULATORS OF GENE EXPRESSION AND THEIR CLINICAL IMPORTANCE

José Antonio Ovando Ricárdez¹, Viviana Beatriz Domínguez Méndez², María Isabel López García³, María Lizbeth Sacramento Barranco⁴, Thelma Beatriz González Castro⁵, Yazmín Hernández Díaz⁶, Carlos Alfonso Tovilla Zárate⁷, Isela Esther Juárez Rojo⁸ & María Lilia López Narváez⁹

¹⁻⁴Licenciatura en Genómica de la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez (DAMJ), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). ⁵⁻⁶Doctora en Ciencias Biomédicas y profesora-investigadora de la DAMJ-UJAT. ⁷Doctor en Ciencias Genómicas y profesor-investigador de la División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco (DAMC-UJAT). ⁸Doctora en Investigación en Medicina y profesora-investigadora de la División Académica de Ciencias de la Salud (DACS-UJAT). ⁹Médico Cirujano adscrita al Hospital del Estado de Chiapas «Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza».

División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco (DAMC), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT): Carretera Estatal Libre Villahermosa-Comalcalco km 27+000 s/n, Ranchería Ribera Alta; C.P. 86205. Jalpa de Méndez, Tabasco; México.

✉ yazmin.hdez.diaz@gmail.com

ID¹ 0000-0001-7780-5737 ID² 0000-0002-2783-2523
 ID³ 0000-0002-8196-0235 ID⁴ 0000-0001-7071-9414
 ID⁵ 0000-0001-8046-6908 ID⁶ 0000-0003-1200-2292
 ID⁷ 0000-0001-8170-8171 ID⁸ 0000-0003-3760-7394
 ID⁹ 0000-0002-7342-5988

Como referenciar:

Ovando Ricárdez, J.A.; Domínguez Méndez, V.B.; López García, M.I.; Sacramento Barranco, M.L.; González Castro, T.B.; Hernández Díaz, Y.; Tovilla Zárate, C.A.; Juárez Rojo, I.E. & López Narváez, M.L. (2022). MicroARN's (miARN's) como reguladores de la expresión génica y su importancia clínica. *Kuxulkab'*, 28(60): 05-13, enero-abril. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n60.4657>

Disponible en:

<https://revistas.ujat.mx>
<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n60.4657>

Resumen

Los microARN's (miRNAs, en inglés) son pequeños ARN endógenos no codificantes que regulan la expresión génica y están implicados en el desarrollo de diversas enfermedades, por lo que tienen una relevancia terapéutica. El objetivo de este trabajo es dar a conocer de manera general el papel que los microARN's juegan en el desarrollo de enfermedades y su aplicación como biomarcadores. Para ello, se llevó a cabo un estudio observacional a través de la búsqueda de la literatura científica mediante la base de datos PubMed. La síntesis de las evidencias nos muestra que los procesos regulados por microARN's y la identificación de genes diana en el desarrollo de enfermedades es una estrategia muy valiosa y emocionante que eventualmente puede conducir al desarrollo de nuevos enfoques de tratamiento.

Palabras clave: ARN no codificante; regulación génica; biomarcadores.

Abstract

miRNAs are small non-coding endogenous RNAs that regulate gene expression and are involved in the development of various diseases; therefore, they are of therapeutic relevance. The objective of this work is to make known in a general way the role that miRNAs play in the development of diseases and their application as biomarkers. To do this, an observational study was carried out by searching the scientific literature using the PubMed database. The synthesis of the evidence shows us that the processes regulated by miRNAs and the identification of target genes in the development of diseases is a very valuable and exciting strategy that may eventually lead to the development of new treatment approaches.

Keywords: Noncoding RNA; genetic regulation; biomarkers.

En el genoma de los seres vivos se localizan genes que son reguladores de la expresión génica del genoma, por ejemplo, los ácidos ribonucleicos (ARN) no codificantes (ARNnc). En los últimos años han surgido grandes avances en la identificación y comprensión del papel que juegan los ARNnc en la célula (Eddy, 2001).

Los microARN (miARN's) son una familia de moléculas de ARNnc que están relacionadas con diversos procesos biológicos (proliferación celular, diferenciación y apoptosis) (Bartel, 2004; Lee & Dutta, 2009). Estas moléculas tienen una longitud de 17-25 nucleótidos y están implicadas en el control del procesamiento del ARN (regulación génica) que ocurre entre las etapas de la transcripción genética y de la traducción del gen. Un solo miARN puede regular a cientos de ARN mensajeros (ARNm) e influir en la expresión de muchos genes que a menudo participan e interactúan en una vía funcional (Bartel, 2004; Ha & Kim, 2014).

Los miARN's fueron descubiertos por primera vez en '*Caenorhabditis elegans*' en principios de la década de 1990 (Lee, Feinbaum & Ambros, 1993) y hasta el día de hoy, numerosos estudios han establecido que estos ARNnc se expresan en diferentes tejidos y tipos de células. La expresión desregulada de estos pequeños ARN tiene un impacto significativo en la salud y el desarrollo de enfermedades incluyendo varios tipos de cáncer, enfermedades metabólicas, neurodegenerativas, infecciosas, inflamatorias crónicas y autoinmunes (tabla 1) (Smith, Rajakaruna, Caputo & Emanuelli, 2015; Nies, Mohamad, Lim, Kamaruzzaman, Yahaya & Teoh, 2021).

El miARN se puede aislar de células, tejidos y fluidos corporales como suero, plasma y orina. Las primeras metodologías de aislamiento utilizaban la extracción con fenol-cloroformo seguida de la precipitación del ARN. Sin embargo, a menudo existe la presencia de un alto nivel de contaminantes al utilizar este método. Por lo tanto, se implementó un método de adsorción de ARN basado en columna para el aislamiento del miARN (Lu & Rothenberg, 2018). El método basado en columna implica cargar la fase acuosa de la extracción de fenol-cloroformo en una columna de adsorción de ARN, seguido de lavado y elución del miARN (figura 1).

Hoy en día, gracias a estas técnicas de aislamiento, los miARN's pueden ser empleados como biomarcadores de enfermedades mediante diversas técnicas de biología molecular que permiten cuantificar sus niveles de expresión (figura 2). Este artículo resumirá el conocimiento actual sobre el papel que los miARN's juegan en el desarrollo de enfermedades y su aplicación como biomarcadores.

Biogénesis

La mayoría de los genes de miARN's se han identificado en regiones intrónicas y se transcriben principalmente por la ARN polimerasa II en miARN primarios (pri-miARN), que suelen tener cientos o miles de nucleótidos de longitud y contienen una o varias estructuras secundarias (Bartel, 2004; O'Brien, Hayder, Zayed & Peng, 2018).

«Genoma, es la totalidad de los distintos genes de un organismo o de un virus; en ocasiones se utiliza para referirse al contenido total de ácido desoxirribonucleico (ADN) de un núcleo»

Lawrence (2003, p. 281)
(2014, p. 260)

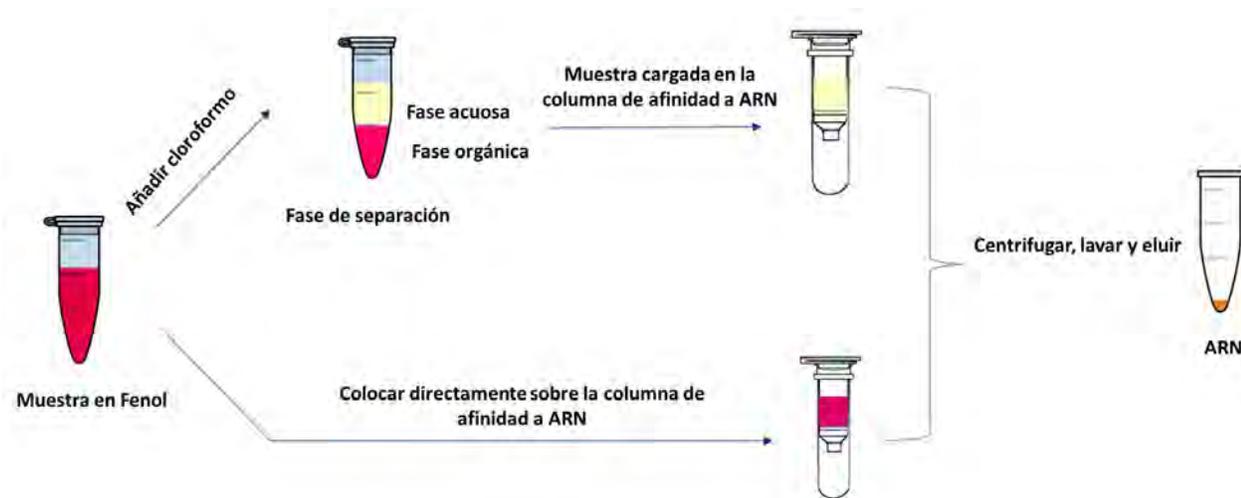


Figura 1. Método de extracción de miARN's (adaptado de Lu & Rothenberg, 2018).

La vía canónica es la vía dominante mediante la cual se procesan los miARN's. En la figura 3 se muestra un esquema general de las etapas de la biogénesis de los miARN's. Los pri-miRNAs se transcriben a partir de sus genes y luego se procesan en pre-miARN por el complejo microprocesador. Dicho complejo consiste en una proteína de unión al ARN llamada DGCR8 y una enzima ribonucleasa de tipo III llamada Drosha (Denli, Tops, Plasterk, Ketting & Hannon, 2004). DGCR8 reconoce el pri-miARN marcados con N6-metiladenosina (Han, Lee, Yeom, Kim, Jin & Kim, 2004) y mientras se lleva a cabo este reconocimiento, la proteína Drosha escinde el dúplex formado por el pri-miARN. Esto da como resultado la formación de un saliente de 2 nucleótidos en dirección 3' en el pre-miARN (Okada, Yamashita, Lee, Shibata, Katahira, Nakagawa, Yoneda & Tsukihara, 2009).

Una vez que se generan los pre-miARN dentro del núcleo, estos deben ser llevados al citoplasma mediante la ayuda de proteínas exportinas como XPO5 y RanGTP, para que sean procesados mediante la enzima DICER (Zhang, Kolb, Jaskiewicz, Westhof & Filipowicz, 2004). Este procesamiento da como resultado un dúplex de miARN maduro de 22 nucleótidos de longitud (Yoda, Kawamata, Paroo, Ye, Iwasaki, Liu & Tomari, 2010). Luego, una hebra del dúplex de miARN se carga en el complejo de silenciamiento inducido por ARN (RISC). Este complejo dirige el miARN a los ARNm diana y el grado de complementariedad entre el miARN y el ARNm diana determina el mecanismo de regulación génica mediada por el miARN (represión de la traducción o degradación del ARNm) (Bartel, 2004).

Nomenclatura

La identificación de los miARN's en diversas especies ha permitido establecer una serie de pasos para su nomenclatura. Los que son maduros se nombran con el prefijo <miR> seguido de un identificador numérico. Los miARN's de animales se distinguen de los de plantas con el uso de un símbolo de guión, por ejemplo: miR-14 frente a miR172; mientras que a los conservados en diferentes especies se le añade un prefijo de tres letras que define el nombre de la especie seguido de un guión, como es: miR172 en '*Triticum aestivum*' (tae-miR172) y en '*Hordeum vulgare*' (hvu-miR172).

Finalmente, los miARN's generados por un mismo precursor se distinguen con un sufijo numérico después de un punto, por ejemplo: aly-miR774a-3p.2 y aly-miR774a-3p.1 u osa-miR159a.1 y osa miR159a.2) (Budak, Bulut, Kantar & Alptekin, 2016).

Los miARN's en el desarrollo del cáncer

El cáncer es una enfermedad genética compleja causada por la acumulación de mutaciones que conducen a la desregulación de la expresión génica y la proliferación celular descontrolada (Bray, Ferlay, Soerjomataram, Siegel, Torre & Jemal, 2018). Se ha demostrado que más del 50 % de los genes de miARN's se encuentran en regiones genómicas asociadas a cáncer o en *sitios frágiles*; lo que en consecuencia sugiere que los miARN's pueden desempeñar un papel clave en la patogénesis de esta enfermedad (Zhang, Pan, Cobb & Anderson, 2007).

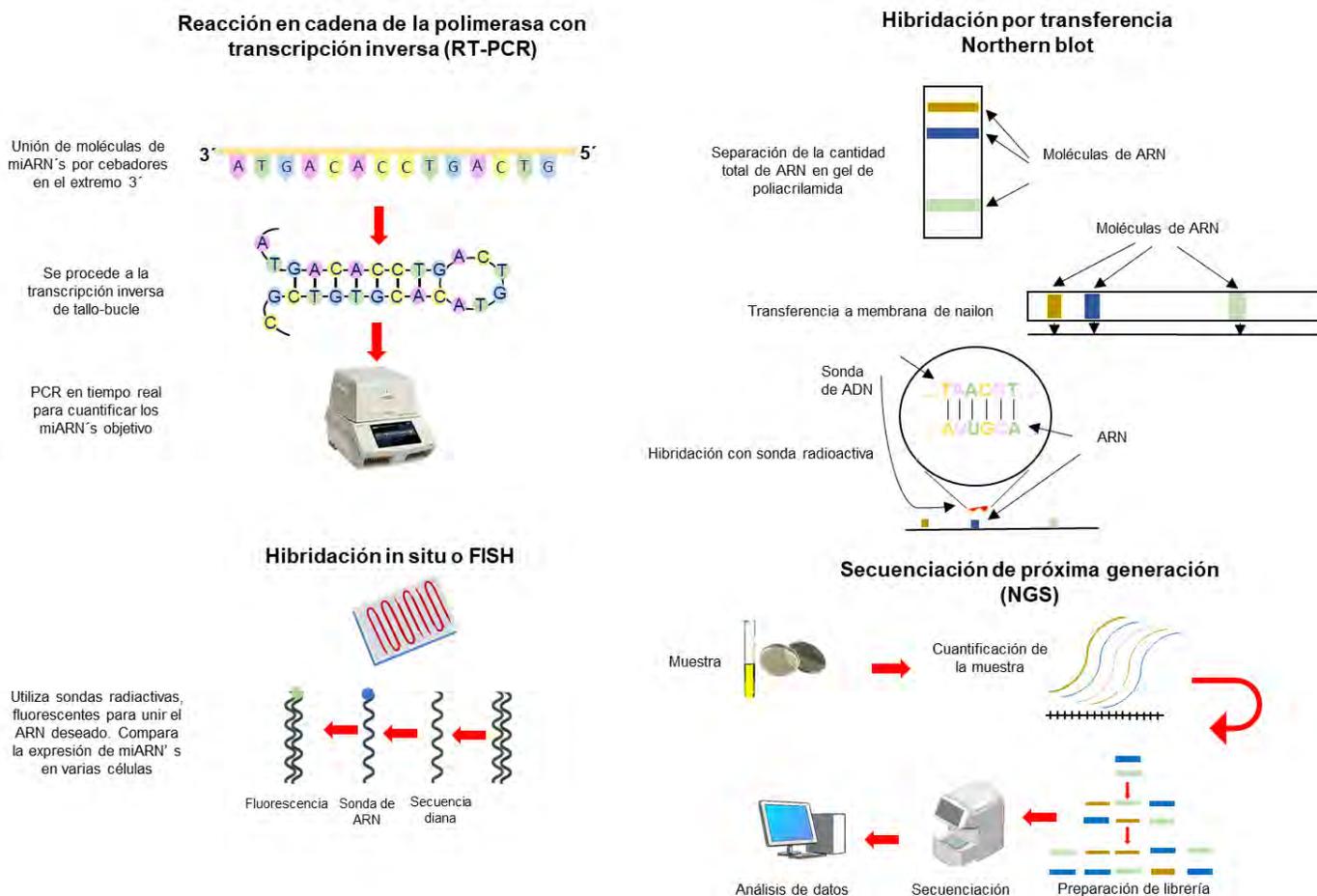


Figura 2. Técnicas moleculares utilizadas para la identificación y cuantificación de miARN's.

La alteración en la expresión génica de los miARN's puede alterar diversas vías de señalización celular e influir directamente en la aparición y progresión del cáncer (Iorio & Croce, 2012). En relación, se han comparado perfiles de expresión génica entre tejidos enfermos y sanos, y se ha podido determinar que diversos miARN's se expresan de manera diferencial. Debido a lo anterior, se sugiere que el proceso de carcinogénesis puede ser el resultado de cambios en 167 miARN's del miRNoma (se refiere a los niveles globales de expresión de estos en células malignas y normales), más que el cambio en un solo miARN que regule un gen diana oncogénico (Zhang et al., 2007; Lee & Dutta, 2009).

Los miARN's asociados al desarrollo del cáncer (oncomiRs) se encuentran sobreexpresados, mientras que los miARN con función de supresión tumoral se expresan de forma insuficiente (Di Leva, Garofalo & Croce, 2014). Es importante mencionar que existen miARNs que pueden actuar tanto como supresores como oncomiRs. Por ejemplo, el miR-196a (Milevskiy, Gujral, Del Lama, Stone, Northwood, Burke, Gee, Nephew, Clark & Brown, 2019) participa alterando procesos celulares como la angiogénesis y la apoptosis; dos de los mecanismos implicados en la formación de tumores malignos. Además, se ha demostrado que cambios en la secuencia del gen conducen a una disminución de la expresión de miR-196 y un menor riesgo de presentar cáncer de mama. Debido a esto, actualmente se plantea su uso como un biomarcador en este tipo de cáncer (Hanahan & Weinberg, 2011). Otro ejemplo sería el miR-944 (He, Xu, Meng & Kuang, 2017), que suele expresarse considerablemente en tejidos de cáncer de cuello uterino y su expresión suele estar asociada a un estadio avanzado, un tumor voluminoso, metástasis en los ganglios linfáticos y disminución en las tasas de supervivencia.

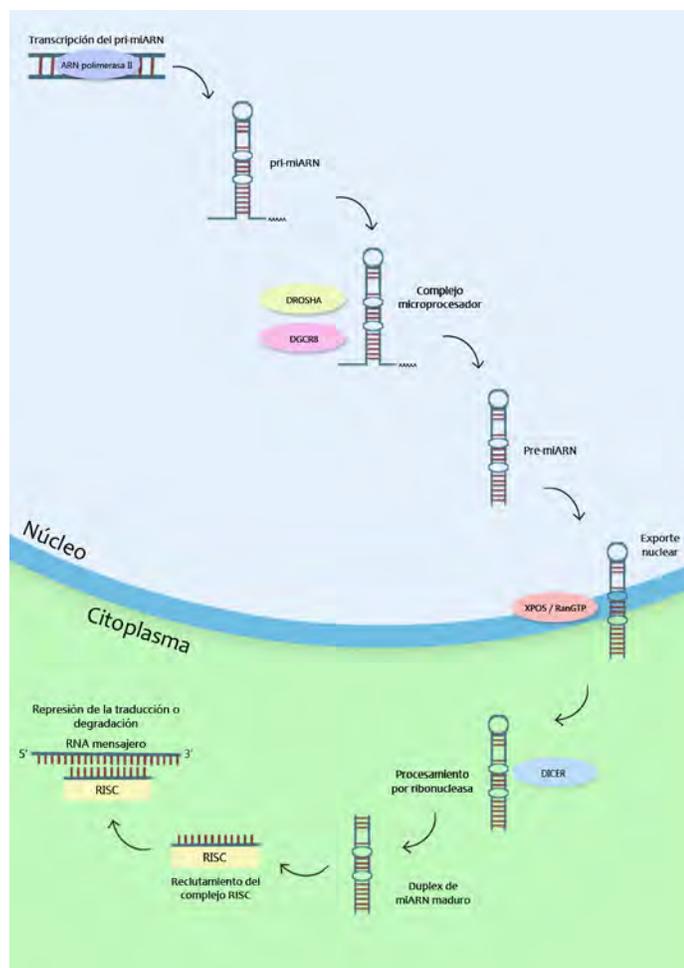


Figura 3. Mecanismo de biogénesis de los miARN's (adaptado de Yoda et al., 2010).

Finalmente, algunos estudios han sugerido que estas moléculas de ARNnc podrían ser ampliamente utilizados para determinar el pronóstico del paciente (Nahand, Taghizadeh-boroujeni, Karimzadeh, Borran, Pourhanifeh, Moghoofei, Bokharaei-Salim, Karampoor, Jafari, Azemi, Tbibzadeh, Namdar & Mirzaei, 2019; Hanahan & Weinberg, 2011).

Las enfermedades neurodegenerativas y los miARN's

Las enfermedades de Alzheimer (EA) y Parkinson (EP) son dos de las principales enfermedades neurodegenerativas más comunes en la población (Heemels, 2016).

La EA es una enfermedad neurodegenerativa progresiva caracterizada por pérdida de memoria, anomalías cognitivas y deficiencias intelectuales (Canter, Penney & Tsai, 2016). Resultados preclínicos sugiere que miR-132 puede estar

involucrado en la progresión de la EA. Este ARNnc participa en el crecimiento de neuritas y en la modulación de la morfología dendrítica reprimiendo la expresión del gen p250GAP, el cual es un activador de GTPasa involucrada en la diferenciación neuronal (Impey, Davare, Lasiek, Fortin, Ando, Varlamova, Obrietan, Soderling, Goodman & Wayman, 2010). Además de su interacción con el ARNm de p250GAP, miR-132 también modula la plasticidad dendrítica controlando la expresión de otros genes blancos (Fukuda, Itoh, Ichikawa, Washiyama & Goto, 2005).

La EP implica una progresiva pérdida de neuronas en el cerebro, especialmente la pérdida de neuronas dopaminérgicas (Jankovic, 2008). El miR-124 es uno de los miARN's más expresados en el cerebro que participa en la neurogénesis, la morfología de las sinapsis, la neurotransmisión, la inflamación, la autofagia y la función mitocondrial. Específicamente, se sugiere que los niveles de miR-124 pueden ser utilizados como un biomarcador de diagnóstico para el Parkinson (Angelopoulou, Paudel, & Piperi, 2019). Por otro lado, se ha demostrado que la expresión de miR-34b y miR-34c está regulada negativamente en varias regiones del cerebro de pacientes con Parkinson, incluidos la amígdala, la corteza frontal y el cerebelo. La inhibición de la expresión de miR-34b/c conduce a una reducción de la viabilidad celular, disfunción mitocondrial y aumento de la generación de especies reactivas de oxígeno en las células (Miñones-Moyano, Porta, Escaramís, Rabionet, Iraola, Kagerbauer, Espinosa-Parrilla, Ferrer, Estivill & Martí, 2011; Nies et al.).

Las enfermedades autoinmunes y los miARN's

Una enfermedad de este tipo es una afección en la que el sistema inmunitario ataca equivocadamente a las células sanas del cuerpo. El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad inflamatoria crónica multisistémica en la cual varios miARN's han sido implicados. En esta enfermedad autoinmune los miR-15a, miR-155 y miR-181b se encuentran implicados en la regulación de la activación de las células B del cuerpo (Tomankova, Petrek, Gallo & Kriegova, 2011; Long, Wang, Chen, Wang, Zhao & Lu, 2018).

La artritis reumatoide (AR) es una enfermedad inflamatoria que afecta las articulaciones y sus tejidos circundantes de manera crónica. Estudios genéticos revelan que cambios en la secuencia de genes de miARN's se encuentran asociados con un mayor riesgo de desarrollar AR o se asocian con una mayor gravedad de la enfermedad. Subsecuentemente, se apoya la hipótesis que los niveles

Tabla 1. Principales patologías y los miARN's que se han reportado con alteración en su expresión.

Enfermedad	miARN		Referencia
	Subexpresado	Sobreexpresado	
Cáncer gástrico	let-7a, miR-9, miR-34b, miR-126, miR-143, miR-148b, miR-200, miR-451.	miR-27a, miR-43c, miR-106a, miR-107, miR-150, miR-223.	Shin & Chu, 2014.
Cáncer de mama	miR-17, miR-155, miR-299-5p, miR-411, miR-452.	miR-20a, miR-21, miR-105, miR-196a, miR-200b, miR-210, miR-375, miR-801.	McGuire, Brown & Kerin, 2015.
Cáncer cervicouterino	miR-17, miR-27a, miR-93, miR-130, miR-185, miR-301, miR-486-5p, miR-711, miR-2392, miR-6852.	let-7a, let-7b, let-7c, miR-10b, miR-24, miR-125b, miR-203, miR-362, miR-497, miR-630, miR-758, miR-892b, miR-944, miR-1246, miR-4525.	Tornesello, Faraonio, Buonaguro, Annunziata, Starita, Cerasuolo, Pezzuto, Tornesello & Buonaguro, 2020.
Alzheimer	miR-29a, miR-106b, miR-125b, miR-137.	miR-132, miR-34, miR-125b, miR-9, miR-155, miR-146a.	Silvestro, Bramanti & Mazzon, 2019.
Parkinson	miR-1, miR-34b, miR-34c, miR-151, miR-301, miR-485.	miR-16, miR-30, let-7, miR-26, miR-124, miR-200.	Goh, Chao, Dheen, Tan & Tay, 2019.
Lupus eritematoso sistémico	miR-125a, miR-142, miR-146a.	miR-15a, miR-21, miR-148a, miR-155, miR-181b.	Stypińska & Paradowska-Gorycka, 2015.
Artritis reumatoide	miR-17-5p, miR-132-3p, miR-146a-5p, miR-155-5p.	miR-126-3p, let-7d-5p, miR-431-3p, miR-221-3p, miR-24-3p, miR-130a-3p, miR-339-5p, let-7i-5p.	Cunningham, Wade, Floudas, Orr, McGarry, Wade, Cregan, Fearon & Veale, 2021.
Diabetes	miR-320, miR-720, miR-636, miR-630, miR-490-5p, miR-154-3p, miR-675-3p, miR-100-5p, miR-639.	miR-30a-5p, miR-181a, miR-26a, miR-25, miR-200a.	Vasu, Kumano, Darden, Rahman, Lawrence, & Naziruddin, 2019.
Obesidad	miR-221, miR-15a, miR-520c- 3p, miR-423-5p y miR-130b.	miR-142-3p, miR-140-5p, miR-222.	Landrier, Derghal & Mounien, 2019.

de miARN's podrían permitir el diagnóstico temprano de la enfermedad, contribuir al diagnóstico diferencial o servir como biomarcadores para predecir la respuesta a fármacos específicos que se utilizan en el tratamiento de la AR (Churov, Oleinik & Knip, 2015; Evangelatos, Fragoulis, Koulouri & Lambrou, 2019).

En pacientes con artritis, 8 miARN's séricos (miR-126-3p, let-7d-5p, miR-431-3p, miR-221-3p, miR-24-3p, miR-130a-3p, miR-339-5p y let-7i-5p) aumentan de manera significativa en comparación con los pacientes sanos y en cuanto a la gravedad de la enfermedad, el aumento de los niveles de miR-223 en suero se ha asociado con una mayor actividad de la enfermedad y recaídas (Cunningham, Wade, Floudas, Orr, McGarry, Wade, Cregan, Fearon & Veale, 2021). Estos miARN's regulan las vías descendentes implicadas en la regulación de la inflamación, por lo que

pueden tener potencial como biomarcadores predictivos del inicio de la enfermedad y la progresión temprana.

Los microARN's y las enfermedades metabólicas

La glucosa y los lípidos son nutrientes importantes que proporcionan la mayor parte de la energía a cada órgano para mantener la homeostasis del cuerpo. La incidencia de enfermedades asociadas a trastornos metabólicos, como diabetes, obesidad hiperlipidemia y aterosclerosis, está aumentando en todo el mundo (Cirillo, Catellani, Sartori, Lazzeroni, Amarri & Street, 2019; Du, Zhao, Yin, Wang & Chen, 2021). Entre ellas, la diabetes, que podría ser inducida por trastornos metabólicos tanto de la glucosa como de los lípidos, es una de las cinco enfermedades con mayor incidencia y mortalidad en todo el mundo.

Para explorar las moléculas potenciales que podrían predecir el desarrollo y la progresión de la diabetes mellitus, múltiples estudios han analizado los perfiles de miARN's en suero, plasma o células sanguíneas para encontrar miARN's candidatos. Un estudio prospectivo reveló niveles plasmáticos más bajos de miR-320 en 80 personas con prediabetes o diabetes mellitus tipo 2. Además, una correlación positiva entre el nivel de miR-320 y el nivel de glucosa en sangre en ayunas con diferentes condiciones de salud son asociadas con el síndrome metabólico (Zampetaki, Kiechl, Drozdov, Willeit, Mayr, Prokopi, Mayr, Weger, Oberhollenzer, Bonora, Shah, Willeit & Mayr, 2010).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Al comparar hombre con y sin obesidad mórbida, se logró identificar miARN's expresados diferencialmente. Los miR-142-3p, miR-140-5p y miR-222 se regularon positivamente mientras que miR-221, miR-15a, miR-520c-3p, miR-423-5p y miR-130b, se regularon negativamente. Recientemente, se describió que siete miARN's (miR-7-5p, let-7f-5p, miR-15b-5p, let-7i-5p, miR-320c, miR-205-5p y miR-335-5p) fueron expresados diferencialmente en pacientes obesos después de la cirugía bariátrica. Estos regulan genes implicados en la diabetes y resistencia a la insulina (Atkin, Ramachandran, Yousri, Benurwar, Simper, McKinlay, Adams, Najafi-Shoushtari & Hunt, 2019).

Conclusiones

Los estudios sobre los miARN's en la última década, han actualizado nuestra comprensión de la etiología y desarrollo de las enfermedades. Los niveles de expresión de miARN's y los genes que regulan juegan un papel en el desarrollo, proliferación, diferenciación y función de diversas células en diferentes períodos.

Por lo tanto, esta investigación sobre los miARN's y sus mecanismos moleculares ayudará a mostrar una imagen más clara de la patogénesis de diversas enfermedades complejas, y brindará oportunidades para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas y biomarcadores.

Referencias

- Angelopoulou, E.; Paudel, Y.N. & Piperi, C.** (2019). miR-124 and Parkinson's disease: a biomarker with therapeutic potential. *Pharmacol Res.*, (150): 104515. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2019.104515>»
- Atkin, S.L.; Ramachandran, V.; Yousri, N.A.; Benurwar, M.; Simper, S.C.; McKinlay, R.; Adams, T.D.; Najafi-Shoushtari, H. & Hunt, S.C.** (2019). Changes in blood microRNA expression and early metabolic responsiveness 21 days following bariatric surgery. *Frontiers in Endocrinology*, 9: 773. DOI «<https://doi.org/10.3389/fendo.2018.0077>»
- Bartel, D.P.** (2004). MicroRNAs: genomics, biogenesis, mechanism, and function. *Cell*, 116(2): 281-297. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(04\)00045-5](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(04)00045-5)»
- Bray, F.; Ferlay, J.; Soerjomataram, I.; Siegel, R.L.; Torre, L.A. & Jemal, A.** (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer Journal for Clinicians*, 68(6): 394-424. DOI «<https://doi.org/10.3322/caac.21492>»
- Budak, H.; Bulut, R.; Kantar, M. & Alptekin, B.** (2016). MicroRNA nomenclature and the need for a revised naming prescription. *Briefings in functional genomics*, 15(1): 65-71. DOI «<https://doi.org/10.1093/bfgp/elv026>»
- Canter, R.G.; Penney, J. & Tsai, L.H.** (2016). The road to restoring neural circuits for the treatment of Alzheimer's disease. *Nature*, (539): 187-196. DOI «<https://doi.org/10.1038/nature20412>»
- Churov, A.V.; Oleinik, E.K. & Knip, M.** (2015). MicroRNAs in rheumatoid arthritis: altered expression and diagnostic potential. *Autoimmunity Reviews*, 14(11): 1029-1037. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.autrev.2015.07.005>»
- Cirillo, F.; Catellani, C.; Sartori, C.; Lazzeroni, P.; Amarri, S. & Street, M.E.** (2019). Obesity, insulin resistance, and colorectal cancer: could miRNA dysregulation play a role?. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(12): 2922. DOI «<https://doi.org/10.3390/ijms20122922>»
- Cunningham, C.C.; Wade, S.; Floudas, A.; Orr, C.; McGarry, T.; Wade, S.; Cregan, S.; Fearon, U. & Veale, D.J.** (2021). Serum miRNA signature in rheumatoid arthritis and 'At-Risk Individuals'. *Frontiers in Immunology*, 12: 633201. DOI «<https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.633201>»
- Denli, A.M.; Tops, B.B.J.; Plasterk, R.H.A.; Ketting, R.F. & Hannon, G.J.** (2004). Processing of primary microRNAs by the Microprocessor complex. *Nature*, 432: 231-235. «<https://doi.org/10.1038/nature03049>»

Di Leva, G.; Garofalo, M. & Croce, C.M. (2014). MicroRNAs in cancer. *Annual Review of Pathology*, 9, 287-314. DOI «<https://doi.org/10.1146/annurev-pathol-012513-104715>»

Du, H.; Zhao, Y.; Yin, Z.; Wang, D.W. & Chen, C. (2021). The role of miR-320 in glucose and lipid metabolism disorder-associated diseases. *International Journal of Biological Sciences*, 17(2): 402-416. DOI «<https://doi.org/10.7150/ijbs.53419>»

Eddy, S.R. (2001). Non-coding RNA genes and the modern RNA world. *Nature Reviews Genetics*, 2: 919-929. DOI «<https://doi.org/10.1038/35103511>»

Evangelatos, G.; Fragoulis, G.E.; Koulouri, V. & Lambrou, G.I. (2019). MicroRNAs in rheumatoid arthritis: from pathogenesis to clinical impact. *Autoimmunity reviews*, 18(11): 102391. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.autrev.2019.102391>»

Fukuda, T.; Itoh, M.; Ichikawa, T.; Washiyama, K. & Goto, Y. (2005). Delayed maturation of neuronal architecture and synaptogenesis in cerebral cortex of *Mecp2*-deficient mice. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 64(6): 537-544. DOI «<https://doi.org/10.1093/jnen/64.6.537>»

Goh, S.Y.; Chao, Y.X.; Dheen, S.T.; Tan, E.K. & Tay, S.S. (2019). Role of MicroRNAs in Parkinson's disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(22): 5649. DOI «<https://doi.org/10.3390/ijms20225649>»

Ha, M. & Kim, V.N. (2014). Regulation of microRNA biogenesis. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 15: 509-524. DOI «<https://doi.org/10.1038/nrm3838>»

Han, J.; Lee, Y.; Yeom, K.H.; Kim, Y.K.; Jin, H. & Kim, V.N. (2004). The Drosha-DGCR8 complex in primary microRNA processing. *Genes & development*, 18(24): 3016-3027. DOI «<https://doi.org/10.1101/gad.1262504>»

Hanahan, D. & Weinberg, R.A. (2011). Hallmarks of cancer: the next generation. *Cell*, 144(5): 646-674. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.013>»

He, Z.; Xu, H.; Meng, Y. & Kuang, Y. (2017). miR-944 acts as a prognostic marker and promotes the tumor progression in endometrial cancer. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 88: 902-910. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.01.117>»

Heemels, M.T. (2016). Neurodegenerative diseases. *Nature*, 539: 179. DOI «<https://doi.org/10.1038/539179a>»

Impey, S.; Davare, M.; Lasiek, A.; Fortin, D.; Ando, H.; Varlamova, O.; Obrietan, K.; Soderling, T.; Goodman, R.H. & Wayman, G.A. (2010). An activity-induced microRNA controls dendritic spine formation by regulating Rac1-PAK signaling. *Molecular and Cellular Neuroscience*, 43(1): 146-156. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.mcn.2009.10.005>»

Iorio, M.V. & Croce, C.M. (2012). microRNA involvement in human cancer. *Carcinogenesis*, 33(6): 1126-1133. DOI «<https://doi.org/10.1093/carcin/bgs140>»

Jankovic, J. (2008). Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 79(4): 368-376. DOI «<https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.131045>»

Landrier, J.F.; Derghal, A. & Mounien, L. (2019). MicroRNAs in obesity and related metabolic disorders. *Cells*, 8(8): 859. DOI «<https://doi.org/10.3390/cells8080859>»

Lawrence, E. (Comp.). (2014). *Diccionario de Biología*, (Trad. Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas. ISBN 978-607-17-2057-3

Lawrence, E. (Edit.). (2003). *Diccionario Akal de Términos Biológicos*, (12^{va} ed.; Henderson's Dictionary of Biological Terms; R. Codes Valcarce & Fco. J. Espino Nuño, Trad.; p. 688). Madrid, España: Ediciones Akal. ISBN 84-460-1582X.

Lee, R.C.; Feinbaum, R.L. & Ambros, V. (1993). The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-14*. *Cell*, 75(5): 843-854. DOI «[https://doi.org/10.1016/0092-8674\(93\)90529-Y](https://doi.org/10.1016/0092-8674(93)90529-Y)»

Lee, Y.S. & Dutta, A. (2009). MicroRNAs in cancer. *Annual review of pathology*, 4: 199-227. DOI «<https://doi.org/10.1146/annurev.pathol.4.110807.092222>»

Long, H.; Wang, X.; Chen, Y.; Wang, L.; Zhao, M. & Lu, Q. (2018). Dysregulation of microRNAs in autoimmune diseases: pathogenesis, biomarkers and potential therapeutic targets. *Cancer Letters*, 428: 90-103. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.canlet.2018.04.016>»

Lu, T.X. & Rothenberg, M.E. (2018). MicroRNA. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141(4): 1202-1207. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2017.08.034>»

McGuire, A.; Brown, J.A.L. & Kerin, M.J. (2015). Metastatic breast cancer: the potential of miRNA for diagnosis and treatment monitoring. *Cancer Metastasis Reviews*, 34(1): 145-155. DOI «<https://doi.org/10.1007/s10555-015-9551-7>»

Milevskiy, M.J.G.; Gujral, U.; Del Lama Marques, C.; Stone, A.; Northwood, K.; Burke, L.J.; Gee, J.M.W.; Nephew, K. Clark, S. & Brown, M.A. (2019). MicroRNA-196a is regulated by ER and is a prognostic biomarker in ER+ breast cancer. *British Journal of Cancer*, 120: 621-632. DOI «<https://doi.org/10.1038/s41416-019-0395-8>»

Miñones-Moyano, E.; Porta, S.; Escaramís, G.; Rabionet, R.; Iraola, S.; Kagerbauer, B.; Espinosa-Parrilla, Y.; Ferrer, I.; Estivill, X. & Martí, E. (2011). MicroRNA profiling of Parkinson's disease brains identifies early downregulation of miR-34b/c which modulate mitochondrial function. *Human Molecular Genetics*, 20(15): 3067-3078. DOI «<https://doi.org/10.1093/hmg/ddr210>»

- Nahand, J.S.; Taghizadeh-boroujeni, S.; Karimzadeh, M.; Borran, S.; Pourhanifeh, M.H.; Moghoofei, M.; Bokharaei-Salim, F.; Karampoor, S.; Jafari, A.; Asemi, Z.; Tbibzadeh, A.; Namdar, A. & Mirzaei, H.** (2019). microRNAs: new prognostic, diagnostic, and therapeutic biomarkers in cervical cancer. *Journal of Cellular Physiology*, 234(10): 17064-17099. DOI <<https://doi.org/10.1002/jcp.28457>>
- Nies, Y.H.; Mohamad Najib, N.H.; Lim, W.L.; Kamaruzzaman, M.A.; Yahaya, M.F. & Teoh, S.L.** (2021). MicroRNA Dysregulation in Parkinson's disease: a narrative review. *Frontiers in Neuroscience*, 15: 660379. DOI <<https://doi.org/10.3389/fnins.2021.660379>>
- O'Brien, J.; Hayder, H.; Zayed, Y. & Peng, C.** (2018). Overview of MicroRNA Biogenesis, Mechanisms of Actions, and Circulation. *Frontiers in Endocrinology*, 9: 402. DOI <<https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00402>>
- Okada, C.; Yamashita, E.; Lee, S.J.; Shibata, S.; Katahira, J., Nakagawa, A.; Yoneda, Y. & Tsukihara, T.** (2009). A high-resolution structure of the pre-microRNA nuclear export machinery. *Science*, 326(5957): 1275-1279. DOI <<https://doi.org/10.1126/science.1178705>>
- Shin, V.Y. & Chu, K.M.** (2014). MiRNA as potential biomarkers and therapeutic targets for gastric cancer. *World Journal of Gastroenterology*, 20(30): 10432-10439. DOI <<https://doi.org/10.3748%2Fwjg.v20.i30.10432>>
- Silvestro, S.; Bramanti, P. & Mazzon, E.** (2019). Role of miRNAs in Alzheimer's disease and possible fields of application. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(16): 3979. DOI <<https://doi.org/10.3390/ijms20163979>>
- Smith, T.; Rajakaruna, C.; Caputo, M. & Emanuelli, C.** (2015). MicroRNAs in congenital heart disease. *Annals of translational medicine*, 3(21): 333. DOI <<https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2015.12.25>>
- Stypińska, B. & Paradowska-Gorycka, A.** (2015). Cytokines and microRNAs as candidate biomarkers for systemic lupus erythematosus. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10): 24194-24218. DOI <<https://doi.org/10.3390/ijms161024194>>
- Tomankova, T.; Petrek, M.; Gallo, J. & Kriegova, E.** (2011). MicroRNAs: emerging regulators of immune-mediated diseases. *Scandinavian Journal of Immunology*, 75(2): 129-141. DOI <<https://doi.org/10.1111/j.1365-3083.2011.02650.x>>
- Tornesello, M.L.; Faraonio, R.; Buonaguro, L.; Annunziata, C.; Starita, N.; Cerasuolo, A.; Pezzuto, F.; Tornesello, A.L. & Buonaguro, F.M.** (2020). The role of microRNAs, long non-coding RNAs, and circular RNAs in cervical cancer. *Frontiers in Oncology*, 10: 150. DOI <<https://doi.org/10.3389/fonc.2020.00150>>
- Vasu, S.; Kumano, K.; Darden, C.M.; Rahman, I.; Lawrence, M.C. & Naziruddin, B.** (2019). MicroRNA Signatures as Future Biomarkers for Diagnosis of Diabetes States. *Cells*, 8(12): 1533. DOI <<https://doi.org/10.3390/cells8121533>>
- Yoda, M.; Kawamata, T.; Paroo, Z.; Ye, X.; Iwasaki, S.; Liu, Q. & Tomari, Y.** (2010). ATP-dependent human RISC assembly pathways. *Nature Structural & Molecular Biology*, 17: 17-23. DOI <<https://doi.org/10.1038/nsmb.1733>>
- Zampetaki, A.; Kiechl, S.; Drozdov, I.; Willeit, P.; Mayr, U.; Prokopi, M.; Mayr, A.; Weger, S.; Oberhollenzer, F.; Bonora, E.; Shah, A.; Willeit, J. & Mayr, M.** (2010). Plasma microRNA profiling reveals loss of endothelial miR-126 and other microRNAs in type 2 diabetes. *Circulation research*, 107(6): 810-817. DOI <<https://doi.org/10.1161/circresaha.110.226357>>
- Zhang, B.; Pan, X.; Cobb, G.P. & Anderson, T.A.** (2007). microRNAs as oncogenes and tumor suppressors. *Developmental biology*, 302(1): 1-12. DOI <<https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2006.08.028>>
- Zhang, H.; Kolb, F.A.; Jaskiewicz, L.; Westhof, E. & Filipowicz, W.** (2004). Single processing center models for human dicer and bacterial RNase III. *Cell*, 118(1): 57-68. DOI <<https://doi.org/10.1016/j.cell.2004.06.017>>



**ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA EN PRÁCTICA DE CAMPO COMO PARTE DE LA ASIGNATURA «ALGAS Y BRIOFITAS»
EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBIOL.**

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Ma. Guadalupe Rivas Acuña.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol

EJEMPLAR DE MACULÍS *Tabebuia roseae* (Bertol.) Bertero ex A.D.C.; UBICADO FRENTE AL EDIFICIO 'C' Y PARTE DE LOS JARDINES DE LA DACBiol.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

+52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com

www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

