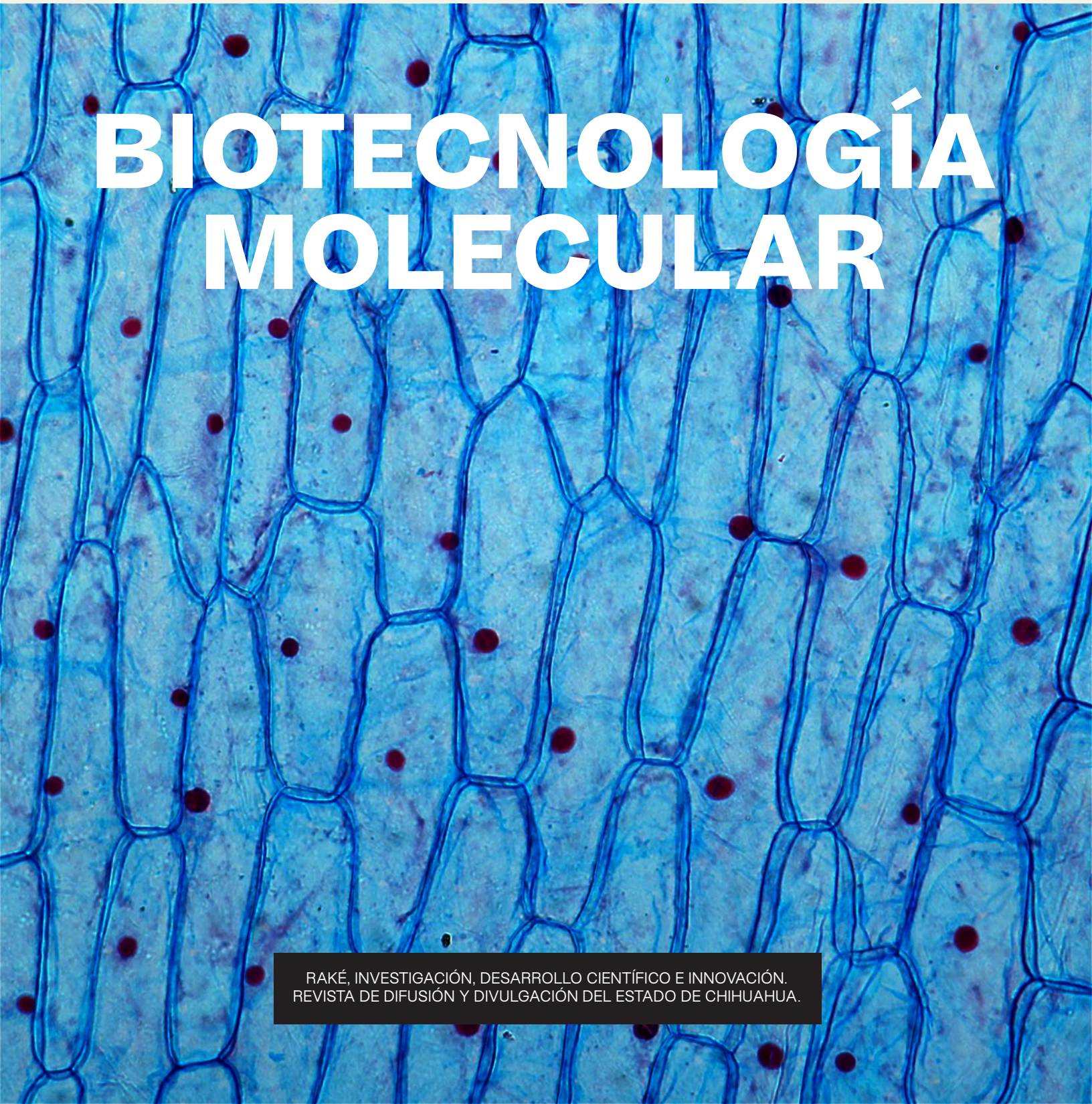
rakė

Ciencia
Tecnología
Innovación

REVISTA CREADA POR EL INSTITUTO DE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD (I2C)

BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR



RAKÉ, INVESTIGACIÓN, DESARROLLO CIENTÍFICO E INNOVACIÓN.
REVISTA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

EDITORIAL

Biotecnología Molecular, el porqué de para una ciencia sustentable y un mundo equipado. Durante el progreso de las eras se han notado cambios y variantes del entorno ecológico y social de todos los que participamos en el ecosistema. Esto termina por desembocar cambios físicos en nuestro entorno afectando a todo ecosistema en el planeta. La importancia de enfrentar estos retos de manera enérgica y con un punto de vista meramente científico no solo es necesario. Es la solución pertinente y adecuada para llevar una vida científica integrada al desarrollo social.

En el corazón de nuestras aspiraciones para un futuro sostenible y lleno de posibilidades, la Biotecnología Molecular emerge como una guía brillante. En esta 3ra edición, exploramos cómo esta disciplina no solo desentraña los secretos de la vida a nivel molecular, sino que también nos brinda las herramientas esenciales para abordar los desafíos que nuestro mundo en evolución nos presenta.

Las transformaciones ambientales y sociales a lo largo de las eras han dejado su huella en el tejido de nuestro planeta. Sin embargo, la ciencia nos brinda una ruta hacia adelante, hacia la resiliencia y la innovación. La Biotecnología Molecular se posiciona como una aliada crucial en este viaje, permitiéndonos comprender y manipular los bloques de construcción fundamentales de la vida misma.

Este número de nuestra revista de divulgación científica se sumerge en la promesa y el potencial de la Biotecnología Molecular. Desde las maravillas de la ingeniería genética hasta las posibilidades de la medicina personalizada, cada página refleja nuestro compromiso de llevar la ciencia a su alcance. Queremos empoderarlos para que comprendan cómo la *Biotecnología Molecular* no solo es una herramienta, sino un faro de esperanza en la búsqueda de un mundo más equitativo y consciente.

Nos enfrentamos a una encrucijada en la historia, donde la ciencia y la sociedad se entrelazan de maneras nuevas y emocionantes. Al abrazar la Biotecnología Molecular, abrazamos un futuro donde la sostenibilidad y el avance van de la mano. Instamos a cada uno de ustedes a sumergirse en estas páginas con la curiosidad y el entusiasmo de un explorador, porque la Biotecnología Molecular no solo nos equipa para enfrentar los retos, sino para abrazar las oportunidades con confianza.

Con optimismo científico,

Mtro. Raúl Varela Tena

Créditos:
Gobierno del Estado de Chihuahua

Raúl Varela Tena
Director del Instituto de Innovación y Competitividad

José Manuel Rodríguez Villa
Innovación y Emprendimiento del I2C

Alejandro Acosta Favela
Editor / Innovación y Emprendimiento del I2C

Alberto Rodríguez
Comunicación del I2C y Diseño Editorial

Colaboradores:

Miguel Banda Orenda
Brenda Julián Chávez
Tania Samanta Siqueiros Cendón
Carlos Piedra
Davor Beltrán
Dr. Edward Alexander Espinoza Sánchez

Revista Raké. Investigación Desarrollo Científico e Innovación. Revista de difusión y divulgación del estado de Chihuahua. Edición número uno 22 de mayo del 2023 (01-2023-041318240000-203). Certificado de Reserva de Derechos de Uso Exclusivo del Titulo que expide el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Domicilio de la publicación: Av. Abraham Lincoln #1320 Edif. José Ma. Morelos, Fracc. Córdova Américas, C.P. 32310, Cd. Juárez, Chihuahua. © El Instituto de Innovación y Competitividad, así como el Gobierno del Estado de Chihuahua no es propietario de los derechos de las presentes imágenes y material que aquí se muestran.

ÍNDICE

PLAGAS, UN DESAFÍO PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE 4

BIOCOMBUSTIBLE: ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD ENERGÉTICA 8

EL ESTRÉS EN LAS PLANTAS: EL RETO PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA 13

LOS DERECHOS DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL 18

PROTEICAS RIBOSOMAS - ENTREVISTA CON DAVOR BELTRÁN 19

PREFACIO

En Chihuahua, la lucha contra las plagas agrícolas es crucial debido a la importancia de la producción de cultivos para la economía y la seguridad alimentaria local y más allá. El estado es reconocido por su diversidad de cultivos, como manzanas, trigo y hortalizas, que abastecen a nivel local, regional e internacional. Sin embargo, las plagas representan una amenaza constante que puede causar daños significativos a los cultivos, generando pérdidas económicas y afectando la disponibilidad de alimentos. Aunque la utilización excesiva de pesticidas es riesgosa para la salud y el ambiente, el empleo ético de tecnologías como la interferencia en procesos naturales y la modificación genética de plantas podría reducir la dependencia de pesticidas y sus impactos negativos.

La agricultura en Chihuahua es fundamental para la región, pero enfrenta desafíos de plagas que afectan los cultivos clave. Los insectos y enfermedades pueden devastar las cosechas, causando pérdidas económicas y amenazando la seguridad alimentaria. El uso indiscriminado de pesticidas no es una solución sostenible debido a sus consecuencias ambientales y de salud. Aquí es donde entran en juego enfoques innovadores y éticos, como la modificación genética y las técnicas de interferencia natural, que podrían reducir la necesidad de pesticidas. Además, dado que las plagas pueden ser influenciadas por el cambio climático, la investigación y la implementación de estrategias de control son esenciales para mantener la producción agrícola y la estabilidad económica en la región.

Plagas: Un desafío para una agricultura sostenible

Miguel Banda Orenda1, Karen Lizeth Balderrama Rodríguez1, Quintín Rascón Cruz1, Sigifredo Arévalo Gallegos1, Carmen Daniela González Barriga2, Sugey Ramona Sinawaga García3, María Jazmín Abraham Juárez4, Edward Alexander Espinoza Sánchez[1]*

[1]Laboratorio de Biotecnología I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario S/N Nuevo Campus Universitario, C. P. 31125, Chihuahua, Chihuahua, México. 2Laboratorio de Cultivo de Tejidos, División de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Av. Heroico Colegio Militar 4700, Nombre de Dios, C.P. 31100, Chihuahua, Chihuahua, México. 3Facultad de Agronomía, Laboratorio de Biotecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco Villa S/N Col. Ex hacienda El Canadá, C.P. 66050, General Escobedo, Nuevo León, México. 4Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad, Unidad de Genómica Avanzada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Libramiento Norte León Km 9.6, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: eaespinoza@uach.mx

Palabras clave: Control de plagas, biotecnología, agricultura.

Las plantas producen ~80% de los alimentos que consumimos; sin embargo, constantemente están sujetas al ataque de plagas que afectan en gran medida la producción de alimentos. Cada año, insectos y patógenos vegetales ocasionan la pérdida del 40% de los productos agrícolas, y de lo que logra cosecharse, el 20% se pierde por el ataque de otras plagas, ocasionando pérdidas por más de 220 mil millones de dólares cada año [1-4].

Las plagas presentan una amplia diversidad por lo que controlarlas se ha convertido en un desafío [3,5], haciendo a la agricultura altamente dependiente del uso de plaguicidas, al punto que el consumo de insecticidas aumentó de 1.22 kg Ha-1 en 1990 a 2.26 kg Ha-1 en 2021 [6].

Aunque los plaguicidas han permitido cierto grado de seguridad alimentaria al disminuir la pérdida de productos agrícolas, también se ha hecho latente la problemática de salud pública que representan; es decir, se ha calculado que existen ~385 millones de casos de intoxicación aguda no intencional cada año, de los cuales, 11,000 casos son fatales [7].

Aun cuando la cifra de casos fatales reportada ya es preocupante, el Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas estimó en 2017 que la cifra real podría rondar las 200,000 muertes [8]. Este informe podría ser más acertado porque si bien actualmente hay registrados más de 900 pesticidas, incluyendo carbamatos, organoclorados y piretroides, un grupo especial, los organofosforados, representan el 50% del mercado, y aunque esto se debe a su alta efectividad, también lo es su capacidad de translocación desde las raíces hasta las hojas, lo que ha aumentado la exposición para el público en general [9-12]. Es innegable que en la agricultura desarrollada los plaguicidas son esenciales; sin embargo, empiezan a mostrar problemas de efectividad. En el 2020 la APRD registró más de 17,000

casos de resistencia en 612 especies diferentes [13], y si esto se mantiene, en un futuro se generará una dependencia de dosis más elevadas y la introducción de nuevos pesticidas [14,15], por lo que la necesidad de alternativas sustentables es cada vez más necesaria.

Actualmente, la biotecnología ha intensificado esfuerzos en el sector agrícola, tanto para la producción de plantas resistentes a diversos tipos de estrés, como para el desarrollo de estrategias para el control de plagas [16]. Los métodos biotecnológicos para combatir a los insectos se han centrado en el desarrollo de plantas que expresan proteínas Cry derivadas de la bacteria Bacillus thuringiensis, originando a los cultivos Bt [17-19], los cuales, solo en 2017, fueron cultivados en más de 100 millones de hectáreas alrededor del mundo disminuyendo el uso de plaguicidas sintéticos [20,21]. El éxito de las proteínas Cry fue tal que se motivó su búsqueda e investigación y a la fecha ya hay reportadas más de 700 proteínas de este tipo [22].

Aunque las proteínas Cry han sido eficientes para controlar plagas, siguen siendo catalogadas como un riesgo ecológico para insectos que, aunque no son un problema para los cultivos Bt, sí se alimentan de ellos. Aunado a esto, después de 27 años de cultivos Bt continuos, al igual que con los plaguicidas sintéticos, se ha observado resistencia a estos por parte de algunas plagas; e.g., en 2005 se reportaron 3 casos de resistencia y para el 2016 ya se habían reportado 16 casos, afectando cultivos que expresaban las proteínas Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1A.105, Cry1Fa, Cry2Ab, Cry3Bb, mCry3A, eCry3.1Ab, y Cry34/35Ab [23,24]. Y esto ha continuado hasta la fecha porque en el 2020 fueron documentados 26 casos [25]. Además, hay observación directa de resistencia de Diabrotica virgifera virgifera a la proteína eCry3.1Ab en el campo antes de que las plantas fueran siquiera comercializadas [26,27], y la resistencia cruzada podría hacer que esto vaya en aumento.

La alteración que el cambio climático ha ocasionado en el equilibrio de la distribución de insectos en todo el mundo, ha propiciado una mayor expansión de plagas equipadas con una variedad de resistencias, lo que pone a prueba nuestra capacidad de producción de alimentos. En años recientes un enfoque novedoso fue reportado. Este consistía en identificar una proteína característica y esencial en un insecto plaga y evitar que esta se produjera. Algo que fue llamado 'tecnología interferente' (ARNi o ARN de interferencia) [28].

La tecnología interferente parece ser un avance importante para el control de plagas debido a que evita la dependencia de plaguicidas sintéticos, proteínas y es específica para un insecto en particular, lo que evita problemas ecológicos contra insectos no objetivo [29].

La efectividad de esta tecnología se puso de manifiesto en 2007 en maíz [30], donde el ARNi expresado produjo una alta mortalidad de las larvas de D. virgifera virgifera. Desde entonces, se han ido expresando, tanto en el genoma nuclear como en el cloroplastídico, nuevos ARNi para genes esenciales, tales como MyCP, MpAChE2, V-ATPaseE, TBCD, BtGSTs5, Bt56, EcR, SaZFP, MpDhc64C, ACT, ACE y SHR de plagas importantes como Sitobion avenae, Diaphorina citri, Plutella xylostella, Leptinotarsa decemlineata, Chilo suppressalis, Myzus persicae, Henosepilachna vigintioctopunctata y Helicoverpa armigera causando igualmente la muerte de las larvas [31-44]. Esta tecnología parece ser prometedora, y en el 2022 se proyectó la comercialización del primer maíz utilizando tecnología interferente [45-47].

A pesar del desarrollo de nuevas estrategias para controlar plagas y garantizar productos agrícolas, los plaguicidas, a pesar de representar un problema ecológico, siguen siendo cada vez más utilizados, tanto que en 2021 se utilizaron ~3.5 millones de toneladas, un incremento de más de 96% con respecto a 1990 [6]. No obstante, debido a la evolución de resistencias en las plagas y la alteración de patrones climáticos, este método de control podría ser cada vez menos efectivo. La aplicación de enfoques innovadores como el uso de ARNi y la modificación genética de plantas ofrecen oportunidades prometedoras para abordar este desafío, mejorando la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola; sin embargo, es importante que estas técnicas se desarrollen y utilicen con responsabilidad, considerando los aspectos éticos, sociales y ambientales, para garantizar que contribuyan de manera positiva a una seguridad alimentaria sostenible a largo plazo.

REFERENCIAS

1.FAO. 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant health 2020. En línea, acceso 25/07/2023 https://www.fao.org/plant-health-2020/en/

2.Liu, Y.-x., F. Li, L. Gao, Z.-l. Tu, F. Zhou y Y.-j. Lin. 2023. Advancing approach and toolbox in optimization of chloroplast genetic transformation technology. Journal of Integrative Agriculture. https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.02.031

3.FAO. 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Climate change fans spread of pests and threatens plants and crops, new FAO study. En línea, acceso 25/07/2023 https://www.fao.org/news/story/en/item/1402920/icode/

4.Paoletti, M.G. y D. Pimentel. 2000. Environmental Risks of Pesticides Versus Genetic Engineering for Agricultural Pest Control. Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 12(3): 279-303. https://doi.org/10.1023/A:1009571131089

5.Bebber, D.P., T. Holmes y S.J. Gurr. 2014. The global spread of crop pests and pathogens. J Global Ecology Biogeography. 23(12): 1398-1407. https://doi.org/10.1111/geb.12214

6.FAOSTAT. 2021. Pesticides used En línea, acceso 15/07/2023 https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP

7.Boedeker, W., M. Watts, P. Clausing y E. Marquez. 2020. The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. J BMC public health. 20(1): 1-19. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09939-0

8.ONU. 2017. Human rights experts call for global treaty to regulate dangerous pesticides. En línea, acceso 15/07/2023 https://news.un.org/en/story/2017/03/552872

9.Fauzi, N.I.M., Y.W. Fen, N.A.S. Omar y H.S. Hashim. 2021. Recent advances on detection of insecticides using optical sensors. Sensors. 184(11): 3856. https://doi.org/10.3390/s21113856

10.Olisah, C., G. Rubidge, L.R. Human y J.B. Adams. 2021. A translocation analysis of organophosphate pesticides between surface water, sediments and tissues of common reed Phragmites australis. Chemosphere. 284: 131380. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131380

11.Sapbamrer, R. y S. Hongsibsong. 2014. Organophosphorus pesticide residues in vegetables from farms, markets, and a supermarket around Kwan Phayao Lake of Northern Thailand. Arch Environ Contam Toxicology. 67: 60-67. https://doi.org/10.1007/s00244-014-0014-x

12.Devine, G.J., D. Eza, E. Ogusuku y M. Furlong. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 25(1): 74-100.

13.APRD. 2022. Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD). En línea, acceso 27/07/2023 https://www.pesticideresistance.org/

14.Bisset, J.A. 2002. Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. Revista Cubana de Medicina Tropical. 54(3): 202-219.

15.Cardona, C., F. Rendón, J. García, A. López-Ávila, J.M. Bueno y J.D. Ramírez. 2001. Resistencia a insecticidas en Bemisia tabaci y Trialeurodes vaporariorum (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología. 27(1): 33-38.

16.Julian-Chávez, B., S. Solano-Ornelas, Q. Rascón-Cruz, C.D. González-Barriga, S. Arévalo-Gallegos, B.F. Iglesias-Figueroa, L.I. Siañez-Estrada, T. Siqueiros-Cendón, S.R. Sinagawa-García y E.A. Espinoza-Sánchez. 2023. Chloroplasts: The future of large-scale protein production, in Chloroplast Structure and function https://doi.org/10.5772/intechopen.111829

17.Vaeck, M., A. Reynaerts, H. Höfte, S. Jansens, M. De Beuckeleer, C. Dean, M. Zabeau, M. Van Montagu y J. Leemans. 1987. Insect resistance in transgenic plants expressing modified Bacillus thuringiensis toxin genes. Plant Molecular Biology. 328(26): 33-37. https://doi.org/10.1007/bf00039519

18.Kumar, P., M. Kamle, R. Borah, D.K. Mahato y B. Sharma. 2021. Bacillus thuringiensis as microbial biopesticide: uses and application for sustainable agriculture. Egyptian Journal of Biological Pest Control. 31(1): 1-7. https://doi.org/10.1186/s41938-021-00440-3

19.Brar, K., M. Verma, R. Tyagi y J. Valéro. 2006. Recent advances in downstream processing and formulations of Bacillus thuringiensis based biopesticides. Process Biochemistry. 41(2): 323-342. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.07.015

20.Romeis, J., S.E. Naranjo, M. Meissle y A.M. Shelton. 2019. Genetically engineered crops help support conservation biological control. Biological Control. 130: 136-154. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.10.001

21.ISAAA. 2017. Global status of commercialized biotech/GM crops: Biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years, in Brief 53. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications: Ithaca, NY.

22.Crickmore, N., J. Baum, A. Bravo, D. Lereclus, K. Narva, K. Sampson, E. Schnepf, M. Sun y D.R. Zeigler. 2018. Bacillus thuringiensis toxin nomenclature. En línea, acceso 25/07/2023 http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil_Crickmore/Bt/

23.Welch, K.L., G.C. Unnithan, B.A. Degain, J. Wei, J. Zhang, X. Li, B.E. Tabashnik y Y. Carrière. 2015. Cross-resistance to toxins used in pyramided Bt crops and resistance to Bt sprays in Helicoverpa zea. Journal of Invertebrate Pathology. 132: 149-156. https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.10.003

24.Tabashnik, B.E. y Y. Carrière. 2017. Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability. Nature Biotechnology 35(10): 926-935. https://doi.org/10.1038/nbt.3974

25.Tabashnik, B.E., J.A. Fabrick y Y. Carrière. 2023. Global patterns of insect resistance to transgenic Bt crops: The first 25 years. Journal of Economic Entomology. 116(2): 297-309. https://doi.org/10.1093/jee/toac183

26.Zukoff, S.N., K.R. Ostlie, B. Potter, L.N. Meihls, A.L. Zukoff, L. French, M.R. Ellersieck, B. Wade French y B.E. Hibbard. 2016. Multiple Assays Indicate Varying Levels of Cross Resistance in Cry3Bb1-Selected Field Populations of the Western Corn Rootworm to mCry3A, eCry3.1Ab, and Cry34/35Ab1. Journal of Economic Entomology. 109(3): 1387-1398. https://doi.org/10.1093/jee/tow073

27.Bernardi, D., E. Salmeron, R.J. Horikoshi, O. Bernardi, P.M. Dourado, R.A. Carvalho, S. Martinelli, G.P. Head y C. Omoto. 2015. Cross-resistance between Cry1 proteins in fall armyworm (Spodoptera frugiperda) may affect the durability of current pyramided bt maize hybrids in Brazil. PLOS One. 10(10). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140130

28.Zotti, M., E.A. Dos Santos, D. Cagliari, O. Christiaens, C.N.T. Taning y G. Smagghe. 2018. RNA interference technology in crop protection against arthropod pests, pathogens and nematodes. Pest Management Science. 74(6): 1239-1250. https://doi.org/10.1002/ps.4813

29.Rascón-Cruz, Q., C.D. González-Barriga, B.F. Iglesias-Figueroa, J.C. Trejo-Muñoz, T. Siqueiros-Cendón, S.R. Sinagawa-García, S. Arévalo-Gallegos y E.A. Espinoza-Sánchez. 2021. Plastid transformation: Advances and challenges for its implementation in agricultural crops. Electronic Journal of Biotechnology 51: 95-109. https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2021.03.005

30.Baum, J.A., T. Bogaert, W. Clinton, G.R. Heck, P. Feldmann, O. Ilagan, S. Johnson, G. Plaetinck, T. Munyikwa y M. Pleau. 2007. Control of coleopteran insect pests through RNA interference. Nature Biotechnology. 25(11): 1322-1326. https://doi.org/10.1038/nbt1359

31.Eakteiman, G., R. Moses-Koch, P. Moshitzky, N. Mestre-Rincon, D.G. Vassão, K. Luck, R. Sertchook, O. Malka y S. Morin. 2018. Targeting detoxification genes by phloem-mediated RNAi: A new approach for controlling phloem-feeding insect pests. Insect Biochemistry and Molecular Biology. 100: 10-21. https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2018.05.008

32.Xu, H.-X., L.-X. Qian, X.-W. Wang, R.-X. Shao, Y. Hong, S.-S. Liu y X.-W. Wang. 2019. A salivary effector enables whitefly to feed on host plants by eliciting salicylic acid-signaling pathway. Proceedings of the National Academy of Sciences. 116(2): 490-495. https://doi.org/10.1073/pnas.1714990116

33.Hussain, T., E. Aksoy, M.E. Çalışkan y A. Bakhsh. 2019. Transgenic potato lines expressing hairpin RNAi construct of molting-associated EcR gene exhibit enhanced resistance against Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata, Say). Transgenic Research. 28(1): 151-164. https://doi.org/10.1007/s11248-018-0109-7

34.Wu, M., Y. Dong, Q. Zhang, S. Li, L. Chang, F.V. Loiacono, S. Ruf, J. Zhang y R. Bock. 2022. Efficient control of western flower thrips by plastid-mediated RNA interference. Proceedings of the National Academy of Sciences. 119(15): e2120081119. https://doi.org/10.1073/pnas.21200811

35.Ren, B., J. Cao, Y. He, S. Yang y J. Zhang. 2021. Assessment on effects of transplastomic potato plants expressing Colorado potato beetle β-Actin double-stranded RNAs for three non-target pests. Pesticide Biochemistry and Physiology. 178: 104909. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2021.104909

36.Jin, S., N.D. Singh, L. Li, X. Zhang y H. Daniell. 2015. Engineered chloroplast dsRNA silences cytochrome p450 monooxygenase, V□ATPase and chitin synthase genes in the insect gut and disrupts Helicoverpa armigera larval development and pupation. Plant Biotechnology Journal. 13(3): 435-446. https://doi.org/10.1111/pbi.12355

37.Zhang, J., S.A. Khan, C. Hasse, S. Ruf, D.G. Heckel y R. Bock. 2015. Full crop protection from an insect pest by expression of long double-stranded RNAs in plastids. Science. 347(6225): 991-994. https://doi.org/10.1126/science.1261680

38.Bally, J., G.J. McIntyre, R.L. Doran, K. Lee, A. Perez, H. Jung, F. Naim, I.M. Larrinua, K.E. Narva y P.M. Waterhouse. 2016. In-plant protection against Helicoverpa armigera by production of long hpRNA in chloroplasts. Frontiers in Plant Science. 7: 1453. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01453

39.Chun-Yu, C., L. Yao-Qian, S. Wei-Meng, C. Dian-Yang, C. Fang-Yan, C. Xue-Ying, C. Zhi-Wen, G. Sheng-Xiang, W. Chen-Zhu, S. Zhan, C. Xiao-Ya y M. Ying-Bo. 2019. An effector from cotton bollworm oral secretion impairs host plant defense signaling. Proceedings of the National Academy of Sciences. 116(28): 14331. https://doi.org/10.1073/pnas.1905471116

40.Saini, R.P., V. Raman, G. Dhandapani, E.V. Malhotra, R. Sreevathsa, P.A. Kumar, T.R. Sharma y D. Pattanayak. 2018. Silencing of HaAce1 gene by host-delivered artificial microRNA disrupts growth and development of Helicoverpa armigera. PLOS One. 13(3): e0194150. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194150

41.Guo, H., X. Song, G. Wang, K. Yang, Y. Wang, L. Niu, X. Chen y R. Fang. 2014. Plant-generated artificial small RNAs mediated aphid resistance. PLOS One. 9(5): e97410. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097410

42.Bhatia, V. y R. Bhattacharya. 2018. Host-mediated RNA interference targeting a cuticular protein gene impaired fecundity in the green peach aphid Myzus persicae. Pest Management Science. 74(9): 2059-2068. https://doi.org/10.1002/ps.4900

43.Rauf, I., M. Asif, I. Amin, R.Z. Naqvi, N. Umer, S. Mansoor y G. Jander. 2019. Silencing cathepsin L expression reduces Myzus persicae protein content and the nutritional value as prey for Coccinella septempunctata. Insect Molecular Biology. 28(6): 785-797. https://doi.org/10.1111/imb.12589

44.Agrawal, A., V. Rajamani, V.S. Reddy, S.K. Mukherjee y R.K. Bhatnagar. 2015. Transgenic plants over-expressing insect-specific microRNA acquire insecticidal activity against Helicoverpa armigera: an alternative to Bt-toxin technology. Transgenic Research. 24(5): 791-801. https://doi.org/10.1007/s11248-015-9880-x

45.ISAAA. 2022. GM Approval Database. En línea, acceso 12/03/2022 https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/

46.EPA. 2017. U.S. Environmental Protection Agency, registers innovative tool to control corn rootworm. En línea, acceso 17/03/2023 https://www.epa.gov/

47.Head, G.P., M.W. Carroll, S.P. Evans, D.M. Rule, A.R. Willse, T.L. Clark, N.P. Storer, R.D. Flannagan, L.W. Samuel y L.J. Meinke. 2017. Evaluation of SmartStax and SmartStaxPRO maize against western corn rootworm and northern corn rootworm: efficacy and resistance management. Pest Management Science. 73(9): 1883-1899. https://doi.org/10.1002/ps.4554

BIOCOMBUSTIBLE

Una alternativa para la seguridad energética

PREFACIO

En Chihuahua, surge una oportunidad relevante: la incorporación de biocombustibles en su sistema energético y económico. Este estado, conocido por su vastedad y una economía basada en la ganadería y la agricultura, enfrenta varios desafíos, incluida la dependencia de combustibles fósiles y la presión para reducir emisiones contaminantes ligadas a estas actividades económicas.

Los biocombustibles se presentan como una opción sostenible y viable para abordar estos problemas. Ofrecen soluciones locales a desafíos globales, como la diversificación energética, la mitigación del cambio climático, el desarrollo rural y la innovación tecnológica. Chihuahua emerge como un territorio de oportunidades en la intersección entre el avance y la preservación.

La diversificación energética brinda resiliencia ante fluctuaciones en los precios de los combustibles y la incertidumbre geopolítica. Aprovechando los residuos agroindustriales, los biocombustibles no solo proporcionan energía local, sino también ingresos adicionales para las comunidades rurales, fomentando el crecimiento económico.

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del aire son cruciales para enfrentar el cambio climático. Adoptar biocombustibles contribuye a estos objetivos y puede inspirar a otras regiones a seguir esta ruta ecológica. Los biocombustibles también pueden revitalizar el desarrollo rural al crear empleos locales y diversificar la economía, evitando la migración urbana y fortaleciendo las comunidades.

La adopción tecnológica, como la ingeniería de proteínas y la investigación en enzimas más eficientes, puede impulsar avances en la producción de biocombustibles. Chihuahua, comprometido con la innovación, puede liderar el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles en este campo.

Brenda Julián Chávez1, Alexis Mendoza Piñón1, Stephanie Solano Ornelas1, Tania Siqueiros Cendón1, Quintín Rascón Cruz1, Sigifredo Arévalo Gallegos1, Carmen Daniela González Barriga2, Sugey Ramona Sinawaga García3, Edward Alexander Espinoza Sánchez1*

1Laboratorio de Biotecnología I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario S/N Nuevo Campus Universitario, C. P. 31125, Chihuahua, Chihuahua, México.

2Laboratorio de Cultivo de Tejidos, División de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Av. Heroico Colegio Militar 4700, Nombre de Dios, C.P. 31100, Chihuahua, Chihuahua, México.

3Facultad de Agronomía, Laboratorio de Biotecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco Villa S/N Col. Ex hacienda El Canadá, C.P. 66050, General Escobedo, Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia: eaespinoza@uach.mx

Palabras clave: Biocombustibles, seguridad energética, biotecnología

Hasta el día de hoy, los combustibles fósiles han sido el principal impulsor de la economía global y la principal fuente de energía [1,2]. No obstante, la disminución de recursos fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes del uso de petróleo, carbón y gas natural plantean un desafío crítico para la salud y el medio ambiente [3-5]. Las emisiones son una problemática mundial en la que México también ha contribuido generando 418,384 megatoneladas de dióxido de carbono solo en el año 2021, un incremento del 4.29% en comparación con el año 2020 [6,7].

Ante la actual problemática energética y ambiental, los biocombustibles se han presentado como una opción atractiva que podría reemplazar a los combustibles fósiles contribuyendo a la reducción de GEI y asegurando la sustentabilidad energética [4,8]. El impacto de este potencial ha sido tal que se ha proyectado que para el 2030 la producción de bioetanol supere los 132 mil millones de litros, y se espera que el biodiésel supere los 50 mil millones de litros [9,10].

Si bien como sociedad estamos, de cierta forma, familiarizados con el término 'biocombustibles', estos se obtienen de diferentes fuentes, lo que ha originado cuatro diferentes generaciones de biocombustibles: los de primera generación son obtenidos de aceites o azúcares de cultivos alimentarios como maíz, caña de azúcar o girasol; los de segunda generación se obtienen de residuos agroforestales ricos en celulosa y lignina; los de tercera generación provienen de algas o bacterias fotosintéticas, mientras que los de cuarta generación se obtienen de Organismos Genéticamente Modificados (OGM's) [11-14].

A pesar de que todas las generaciones de biocombustibles son útiles, los de primera y tercera generación presentan la limitación de ser derivados de cultivos usados en la alimentación humana y del ganado, lo que podría generar competencia y un aumento de los precios de los alimentos. El uso de OGM's que producen mayores cantidades de azúcares podrían incrementar la producción de biocombustibles, pero estos están sujetos a las regulaciones de cada país y no todos los países aceptan el cultivo y/o comercialización de OGM's [11,15]. Estas problemáticas han exaltado el uso de biocombustibles de segunda generación, ya que utilizan residuos agroindustriales altamente abundantes y disponibles con cantidades de azúcares de hasta un 70% [16].
México ingresó al campo de los biocombustibles en 2008 mediante la 'Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos' con el objetivo de contribuir a la diversificación energética y al desarrollo sustentable de biocombustibles a partir de procesos biotecnológicos, forestales y actividades agropecuarias del campo mexi-

cano [16]. Para lograr esto, se cultivaron piñón de tempate (Jatropha curcas), palma de aceite (Elaeis guineensis), higuerilla (Ricinus communis) y sorgo dulce (Sorghum bicolor) con buenos rendimientos, al grado que actualmente en México hay una producción conjunta de biodiésel de 5,277 m3/año [17].

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), actualmente Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), proyectó un incremento en la producción de biocombustibles. Estimó que para el 2030, en México se producirán ~9 millones de litros de biocombustibles provenientes de higuerilla, 0.1 millones de litros provenientes de piñón de tempate, 358.98 millones de litros provenientes de palma de aceite y 243.46 millones de litros provenientes de sorgo [17,18], previsiones que están alineadas con las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [10].

Los biocombustibles derivan de las plantas, que están compuestas por polímeros como la celulosa y hemicelulosa, embebidos en una matriz de lignina [19,20]. Aunque la celulosa es utilizada para obtener glucosa, el proceso requiere de un conjunto de enzimas celulasas tales como las endo-1,4-β-glucanasas, exo-1,4-β-glucanasas y β-1,4-glucosidasas [21-23]. Actualmente, en el mercado existen una gran cantidad de enzimas celulasas; sin embargo, su costo es alto y su actividad enzimática no siempre es eficiente.

Por otro lado, la presencia de lignina en los desechos agroindustriales dificulta la habilidad de las celulasas para descomponer la celulosa [24-26], lo que limita la utilización de cultivos forrajeros y fibrosos para la producción de biocombustibles [25,27-29], por lo que actualmente se utilizan pretratamientos químicos y físicos para eliminarla, pero estos métodos terminan generando contaminantes y consumiendo más energía, lo cual se contrapone con la sustentabilidad promovida por los biocombustibles [30-32].

Alternativamente, para deslignificar los desechos agroindustriales se ha optado por pretratamientos biológicos usando enzimas ligninasas tales como Lignina Peroxidasa, Manganeso Peroxidasa, Peroxidasa Versátil Híbrida y Lacasas, que convierten los compuestos fenólicos en radicales libres para luego llevar a cabo la despolimerización de la lignina y aprovechar la mayor cantidad de biomasa [11,22,23,33]. Sin embargo, aunque

el uso de enzimas parece ser una fortaleza, esto mismo es su debilidad, porque, aunque las enzimas están ampliamente distribuidas en la naturaleza, al igual que las celulasas, normalmente su rendimiento es bajo, lo que obliga a utilizar mayor cantidad de enzimas y energía aumentando los costos de producción [34-39].

Contar con enzimas eficientes sigue siendo una necesidad y esto ha tratado de abordarse a través de ingeniería de proteínas y OGM's. Por ejemplo, enzimas celulasas (cel9A, cel6A, cel6B, BglB, egph, GH7, GH45, egl1), xilanasas (Xyn2, xAor, xynA, xyn10A, Xyl10B) así como enzimas ligninasas (MnP2, Lac1, Lac2, LiP) provenientes de bacterias y hongos como Thermobifida fusca, Thermotoga maritima, Trichoderma reesei, Aspergillus oryzae, etc. han sido expresadas en plantas, bacterias y levaduras mostrando mayor capacidad para descomponer los desechos agroindustriales lo que supone un avance de la biotecnología hacia la seguridad energética [40-51].

Aunque se han logrado avances importantes en el campo de los biocombustibles, aún persisten varios retos que deben abordarse prontamente para garantizar un suministro energético adecuado en un mundo con una población creciente y una demanda cada vez mayor; además, la producción a gran escala y eficiente requiere de tecnologías más avanzadas, así como de la implementación de políticas y regulaciones adecuadas que promuevan su desarrollo sostenible. Sin embargo, a pesar de los desafíos actuales en la producción de biocombustibles, es un hecho que representan una alternativa viable para disminuir la dependencia a los combustibles fósiles.

REFERENCIAS

1.Fernández-Linares, L.C., J. Montiel-Montoya, A. Millán-Oropeza y J.A. Badillo-Corona. 2012. Producción de biocombustibles a partir de microalgas. Ra Ximhai. 8(3): 101-115.
2.Demirbas, M.F., M. Balat y H. Balat. 2011. Biowastes to biofuels. Energy Conversion and Management. 52(4): 1815-1828. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.10.041
3.Demirbas, A. 2007. Progress and recent trends in biofuels. Progress in Energy and Combustion Science 33(1): 1-18. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2006.06.001
4.Jeswani, H.K., A. Chilvers y A. Azapagic. 2020. Environmental sustainability of biofuels; a review. Proceedings of the Royal Society A. 476(2243): 20200351. https://doi.org/10.1098/rspa.2020.0351
5.Oehlschlaeger, M.A., H. Wang y M.N. Sexton. 2013. Prospects for biofuels: A review. Journal of Thermal Science and ngineering Applications. 5(2). https://doi.org/10.1115/1.4023602
6.Datosmacro. 2021. Emisiones de CO2 México 2021. En línea, acceso 14/11/22 https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/mexico
7.Zidanšek, A., R. Blinc, A. Jeglič, S. Kabashi, S. Bekteshi y I. Šlaus. 2009. Climate changes, biofuels and the sustainable future. International Journal of Hydrogen Energy 34(16): 6980-6983. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2008.11.004
8.Liew, W.H., M.H. Hassim y D.K. Ng. 2014. Review of evolution, technology and sustainability assessments of biofuel production. Journal of Cleaner Production. 71: 11-29. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.006
9.Julian-Chávez, B., S. Solano-Ornelas, Q. Rascón-Cruz, C.D. González-Barriga, S. Arévalo-Gallegos, B.F. Iglesias-Figueroa, L.I. Siañez-Estrada, T. Siqueiros-Cendón, S.R. Sinagawa-García y E.A. Espinoza-Sánchez. 2023. Chloroplasts: the future of large-scale protein production, in Chloroplast Structure and Function https://doi.org/10.5772/intechopen.111829
10.OECD/FAO. 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030. https://doi.org/10.1787/19428846-en
11.Zabed, H.M., S. Akter, J. Yun, G. Zhang, F.N. Awad, X. Qi y J. Sahu. 2019. Recent advances in biological pretreatment of microalgae and lignocellulosic biomass for biofuel production. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 105: 105-128. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.048
12.Dutta, K., A. Daverey y J.-G. Lin. 2014. Evolution retrospective for alternative fuels: First to fourth generation. Renewable Energy 69: 114-122. https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.02.044
13.Borowitzka, M.A. y N.R. Moheimani. 2010. Sustainable biofuels from algae. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 18(1): 13-25. https://doi.org/10.1007/s11027-010-9271-9
14.Mat-Aron, N.S., K.S. Khoo, K.W. Chew, P.L. Show, W.H. Chen y T.H.P. Nguyen. 2020. Sustainability of the four generations of biofuels–a review. International Journal of Energy Research. 44(12): 9266-9282. https://doi.org/10.1002/er.5557
15.Puricelli, S., G. Cardellini, S. Casadei, D. Faedo, A. Van den Oever y M. Grosso. 2021. A review on biofuels for light-duty vehicles in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 137: 110398. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110398
16.Chowdhary, P., G. Shukla, G. Raj, L.F.R. Ferreira y R.N. Bharagava, 2019. Microbial manganese peroxidase: A lignin‐olytic enzyme and its ample opportunities in research. SN Applied Sciences. 1(1): 1-12. https://doi.org/10.1007/s42452-018-0046-3
17.Cabrera-Munguia, D.A., A. Romero-Galarza, R.A. López-Montes, L.J. Rios-González y Z.C. Leyva-Inzunza. 2022. Producción de biodiésel en México: Estado actual y perspectivas. CienciAcierta. 72: 335-383.
18.SAGARPA. 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Planeación Agrícola Nacional 2017 – 2030. En línea, acceso 07/07/2023 https://www.gob.mx/agricultura/documentos/planeacion-agricola-nacional-2017-2030?state=published
19.Li, X., J.K. Weng y C. Chapple. 2008. Improvement of biomass through lignin modification. The Plant Journal. 54(4): 569-581. https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03457.x
20.Schilmiller, A.L., J. Stout, J.K. Weng, J. Humphreys, M.O. Ruegger y C. Chapple. 2009. Mutations in the cinnamate 4‐hydroxylase gene impact metabolism, growth and development in Arabidopsis. The Plant Journal. 60(5): 771-782. https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2009.03996.x
21.Thapa, S., J. Mishra, N. Arora, P. Mishra, H. Li, S. Bhatti y S. Zhou. 2020. Microbial cellulolytic enzymes: diversity and biotechnology with reference to lignocellulosic biomass degradation. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 19(3): 621-648. https://doi.org/10.1007/s11157-020-09536-y
22.Balan, V. 2014. Current challenges in commercially producing biofuels from lignocellulosic biomass. International Scholarly Research Notices. 2014. https://doi.org/10.1155/2014/463074
23.Morsi, R., M. Bilal, H.M. Iqbal y S.S. Ashraf. 2020. Laccases and Peroxidases: the smart, greener and futuristic biocatalytic tools to mitigate recalcitrant emerging pollutants. Science of the Total Environment 714: 136572. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136572
24.Chen, F. y R.A. Dixon. 2007. Lignin modification improves fermentable sugar yields for biofuel production. Nature Biotechnology 25(7): 759-61. https://doi.org/10.1038/nbt1316
25.Kumar, R., S. Singh y O.V. Singh. 2008. Bioconversion of lignocellulosic biomass: biochemical and molecular perspectives. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 35(5): 377-91. https://doi.org/10.1007/s10295-008-0327-8
26.Simmons, B.A., D. Loque y J. Ralph. 2010. Advances in modifying lignin for enhanced biofuel production. Current Opinion in Plant Biology https://doi.org/10.1016/j.pbi.2010.03.001
27.Himmel, M.E. y E.A. Bayer. 2009. Lignocellulose conversion to biofuels: current challenges, global perspectives. Current Opinion in Biotechnology 20(3): 316-7. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2009.05.005
28.Giacomelli, J.I., J.V. Cabello, A.L. Arce, C.A. Dezar, F.D. Ariel y R.L. Chan. 2008. Mecanismos moleculares de respuesta a distintos tipos de estrés abiótico en las plantas. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 10(56). https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.567
29.Srivastava, N., M. Srivastava, P. Mishra, V.K. Gupta, G. Molina, S. Rodriguez-Couto, A. Manikanta y P. Ramteke. 2018. Applications of fungal cellulases in biofuel production: advances and limitations. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 82: 2379-2386. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.074
30.Bonawitz, N.D. y C. Chapple. 2013. Can genetic engineering of lignin deposition be accomplished without an unacceptable yield penalty? Current Opinion in Biotechnology 24(2): 336-343. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2012.11.004
31.Kumari, D. y R. Singh. 2018. Pretreatment of lignocellulosic wastes for biofuel production: a critical review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 90: 877-891. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.111
32.Zhang, S., Z. Dong, J. Shi, C. Yang, Y. Fang, G. Chen, H. Chen y C. Tian. 2022. Enzymatic hydrolysis of corn stover lignin by laccase, lignin peroxidase, and manganese peroxidase. Bioresource Technology. 361: 127699. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127699
33.Pollegioni, L., F. Tonin y E. Rosini. 2015. Lignin‐degrading enzymes. The FEBS Journal 282(7): 1190-1213. https://doi.org/10.1111/febs.13224
34.Weng, J.K., X. Li, N.D. Bonawitz y C. Chapple. 2008. Emerging strategies of lignin engineering and degradation for cellulosic biofuel production. Current Opinion in Biotechnology 19(2): 166-72. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2008.02.014
35.Xu, Q., A. Singh y M.E. Himmel. 2009. Perspectives and new directions for the production of bioethanol using consolidated bioprocessing of lignocellulose. Current Opinion in Biotechnology 20(3): 364-71. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2009.05.006
36.Wang, M., Z. Li, X. Fang, L. Wang y Y. Qu. 2012. Cellulolytic enzyme production and enzymatic hydrolysis for second-generation bioethanol production. Biotechnology in China III: Biofuels and Bioenergy 1-24. https://doi.org/10.1007/10_2011_13137.Srivastava, N., M. Srivastava, P. Mishra, P. Singh y P. Ramteke. 2015. Application of cellulases in biofuels industries: an overview. Journal of Biofuels and Bioenergy. 1(1): 55-63. https://doi.org/10.5958/2454-8618.2015.00007.3
38.Acharya, S. y A. Chaudhary. 2012. Bioprospecting thermophiles for cellulase production: a review. Brazilian Journal of Microbiology. 43: 844-856. https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000300001
39.Wilson, D.B. 2009. Cellulases and biofuels. Current Opinion in Biotechnology 20(3): 295-299. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2009.05.007
40.Castiglia, D., L. Sannino, L. Marcolongo, E. Ionata, R. Tamburino, A. De Stradis, B. Cobucci-Ponzano, M. Moracci, F. La Cara y N. Scotti. 2016. High-level expression of thermostable cellulolytic enzymes in tobacco transplastomic plants and their use in hydrolysis of an industrially pretreated Arundo donax L. biomass. Biotechnology for Biofuels. 9(1): 1-16. https://doi.org/10.1186/s13068-016-0569-z
41.Yu, L.-X., B.N. Gray, C.J. Rutzke, L.P. Walker, D.B. Wilson y M.R. Hanson. 2007. Expression of thermostable microbial cellulases in the chloroplasts of nicotine-free tobacco. Journal of Biotechnology. 131(3): 362-369. https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2007.07.942
42.Jung, S., S. Kim, H. Bae, H.-S. Lim y H.-J. Bae. 2010. Expression of thermostable bacterial β-glucosidase (BglB) in transgenic tobacco plants. Bioresource Technology. 101(18): 7144-7150. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.140
43.Petersen, K. y R. Bock. 2011. High-level expression of a suite of thermostable cell wall-degrading enzymes from the chloroplast genome. Plant Molecular Biology. 76: 311-321. https://doi.org/10.1007/s11103-011-9742-8
44.Nakahira, Y., K. Ishikawa, K. Tanaka, Y. Tozawa y T. Shiina. 2013. Overproduction of hyperthermostable β-1, 4-endoglucanase from the archaeon Pyrococcus horikoshii by tobacco chloroplast engineering. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 77(10): 2140-2143. https://doi.org/10.1271/bbb.130413
45.Chahed, H., M. Boumaiza, A. Ezzine y M.N. Marzouki. 2018. Heterologous expression and biochemical characterization of a novel thermostable Sclerotinia sclerotiorum GH45 endoglucanase in Pichia pastoris. International Journal of Biological Macromolecules 106: 629-635. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.062
46.Vianna Bernardi, A., D. Kimie Yonamine, S. Akira Uyemura y T. Magnani Dinamarco. 2019. A thermostable Aspergillus fumigatus GH7 endoglucanase over-expressed in Pichia pastoris stimulates lignocellulosic biomass hydrolysis. International Journal of Molecular Sciences. 20(9): 2261. https://doi.org/10.3390/ijms20092261
47.Kolotilin, I., A. Kaldis, E.O. Pereira, S. Laberge y R. Menassa. 2013. Optimization of transplastomic production of hemicellulases in tobacco: effects of expression cassette configuration and tobacco cultivar used as production platform on recombinant protein yields. Biotechnology for Biofuels. 6(1): 1-15. https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-65
48.Leelavathi, S., N. Gupta, S. Maiti, A. Ghosh y V. Siva Reddy. 2003. Overproduction of an alkali-and thermo-stable xylanase in tobacco chloroplasts and efficient recovery of the enzyme. Molecular Breeding. 11: 59-67. https://doi.org/10.1023/A:1022168321380
49.Kim, J.Y., M. Kavas, W.M. Fouad, G. Nong, J.F. Preston y F. Altpeter. 2011. Production of hyperthermostable GH10 xylanase Xyl10B from Thermotoga maritima in transplastomic plants enables complete hydrolysis of methylglucuronoxylan to fermentable sugars for biofuel production. Plant Molecular Biology. 76: 357-369. https://doi.org/10.1007/s11103-010-9712-6
50.Zadorozhny, A.V., V.S. Ushakov, A.S. Rozanov, N.V. Bogacheva, V.N. Shlyakhtun, M.E. Voskoboev, A.V. Korzhuk, V.A. Romancev, S.V. Bannikova y I.A. Mescheryakova. 2022. Heterologous expression of xylanase xAor from Aspergillus oryzae in Komagataella phaffii T07. International Journal of Molecular Sciences. 23(15): 8741. https://doi.org/10.3390/ijms23158741
51.Bhardwaj, N., V.K. Verma, V. Chaturvedi y P. Verma. 2020. Cloning, expression and characterization of a thermo-alkali-stable xylanase from Aspergillus oryzae LC1 in Escherichia coli BL21 (DE3). Protein Expression and Purification 168: 105551. https://doi.org/10.1016/j.pep.2019.105551

EL ESTRÉS DE LAS PLANTAS

UN RETO PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Tania Samanta Siqueiros Cendón1, Brenda Julián Chávez1, Quintín Rascón Cruz1, Carmen Daniela González Barriga2, Sugey Ramona Sinawaga García3, María Jazmín Abraham Juárez4, Edward Alexander Espinoza Sánchez1, Stephanie Solano Ornelas1*

1Laboratorio de Biotecnología I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario S/N Nuevo Campus Universitario, C. P. 31125, Chihuahua, Chihuahua, México.
2Laboratorio de Cultivo de Tejidos, División de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Av. Heroico Colegio Militar 4700, Nombre de Dios, C.P. 31100, Chihuahua, Chihuahua, México.
3Facultad de Agronomía, Laboratorio de Biotecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco Villa S/N Col. Ex hacienda El Canadá, C.P. 66050, General Escobedo, Nuevo León, México.
4Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad, Unidad de Genómica Avanzada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Libramiento Norte León Km 9.6, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: p317855@uach.mx

Palabras clave: Agricultura, resistencia a estrés, ingeniería genética.

Dentro del contexto de Chihuahua, un estado que abarca desde árdos desiertos hasta imponentes cadenas montañosas, se enfrenta un desafío crítico en términos de seguridad alimentaria. Este desafío se magnifica aún más debido al crecimiento constante de la población global, que ya ha superado los 8 mil millones de personas. En este sentido, surge una urgente necesidad de incrementar de manera considerable la producción agrícola, todo ello en un escenario en el que las tierras cultivables son limitadas y las condiciones climáticas de la región son fluctuantes y a menudo desafiantes.

En este panorama, surge la cuestión central de cómo satisfacer esta creciente demanda de alimentos, tanto a nivel local como en respuesta a las necesidades globales. La biotecnología agrícola y la manipulación genética aparecen como herramientas cruciales que podrían abrir camino a soluciones innovadoras. A pesar de las opiniones divergentes en torno a los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), se reconoce su potencial para abordar los desafíos climáticos y alimentarios a nivel global y, por ende, en el contexto de México y específicamente en Chihuahua.

Una estrategia concreta que emerge en este escenario es la aplicación de Factores de Transcripción (TF) para desarrollar cultivos capaces de resistir las adversidades locales en Chihuahua. Estos Factores de Transcripción desempeñan un rol fundamental en la regulación de la expresión génica en las plantas. Al manipular genéticamente las plantas para expresar ciertos TF, se busca potenciar su habilidad de sobrevivir y prosperar en el entorno único del estado.

Es importante reconocer que Chihuahua no está aislado en esta dinámica. Su posición geográfica y sus condiciones climáticas también son relevantes a nivel nacional y global. La singularidad de esta región resalta la necesidad de soluciones agrícolas adaptadas a sus particularidades, al tiempo que contribuyen al abastecimiento de alimentos a nivel nacional y a la respuesta a las demandas globales.

En resumen, en el contexto del estado de Chihuahua y considerando la realidad de México, se destaca la urgente necesidad de abordar la seguridad alimentaria tanto a nivel local como en el marco de los desafíos globales. La biotecnología agrícola y la manipulación genética ofrecen enfoques prometedores para aumentar la producción de alimentos y fortalecer la resiliencia de los cultivos en un entorno climático cambiante. Estas soluciones, si bien controversiales, podrían desempeñar un papel crucial en asegurar el suministro de alimentos a nivel local, contribuir a la seguridad alimentaria en México y responder a las demandas de una creciente población global.

La alimentación humana siempre ha representado un reto, pero con la población mundial superando los 8 mil millones de personas en el 2022, se vuelve aún más desafiante. Hace una década se propuso que, para asegurar la alimentación mundial, la producción agrícola debía aumentar un 70% [1,2]. Si bien para entonces esto era complicado de lograr, el que posteriormente dicho porcentaje fuese incrementado a 110% [3], lo convertía en una dificultad mayor, pues este nivel sostenido de producción de alimentos a nivel global no cuenta con ningún precedente, y más contando con el problema de la limitada disponibilidad de tierras cultivables y las cambiantes condiciones ambientales actuales [4-7].

Diversos estudios han sugerido que, para garantizar la seguridad alimentaria, es fundamental centrar los esfuerzos en aumentar la productividad de los cultivos existentes en lugar de expandir la agricultura hacia nuevas áreas [8-10]. A pesar de que esta idea parece prometedora, se ha observado que en ~40% de nuestras áreas de cultivo más importantes, el rendimiento ya no mejora [11], y esto es preocupante, ya que dificultaría satisfacer la futura demanda de alimentos [12,13]. Esta problemática obliga a considerar nuevos enfoques innovadores de producción, tales como técnicas de agricultura de precisión, desarrollo de sistemas agroecológicos o cultivos biotecnológicos que puedan resistir plagas y condiciones climáticas adversas [14].

Los cultivos biotecnológicos, también llamados Organismos Genéticamente Modificados (OGM's) ya han incrementado los rendimientos de los cultivos agrícolas, resultando en mayores beneficios económicos para los agricultores [15,16]. Si bien estos cultivos enfrentan una percepción negativa entre la opinión pública, su aceptación ha ido creciendo debido al aumento en la producción de alimentos que proporcionan, tan es así que desde su introducción en el mercado en 1995, su comercialización y siembra ha sido adoptada por 70 países [17]. e.g., el 88% del algodón y el 82% del maíz cultivados en Estados Unidos son OGM's [18].

Actualmente, nos enfrentamos a retos provocados por el cambio climático que están modificando las circunstancias en las cuales se desarrolla la actividad agrícola; es decir, la escasez de agua, las temperaturas extremas, y los desequilibrios iónicos causados por toxicidad o deficiencia, causan estrés en las plantas, y producir alimentos en estas condiciones es una de las principales limitaciones de la agricultura tradicional, pues afectan el desarrollo de las plantas [19], permitiéndoles alcanzar solo el 30% de su potencial [20,21].

A pesar de que es posible producir cultivos agrícolas resistentes a condiciones adversas a través de ingeniería genética, esto no está exento de desafíos, pues la respuesta de las plantas frente a cualquier tipo de estrés es compleja; es decir, diversas rutas metabólicas son requeridas para una respuesta eficiente, lo que involucraría la activación de múltiples genes [22]; por lo tanto, la expresión de un solo transgén, no siempre es suficiente para proteger a las plantas de condiciones ambientales desfavorables.

Si bien conferir protección contra el estrés es complicado, las plantas, como organismos que permanecen fijos en su ubicación, han desarrollado una serie de mecanismos genéticos y fisiológicos que les permiten adaptarse eficazmente a una amplia variedad de entornos hostiles [23,24], por lo que se ha buscado la forma en la que estos mecanismos funcionen con mayor eficiencia.

En los últimos años, se han realizado investigaciones para promover la tolerancia a diversos tipos de estrés abiótico por medio de la expresión de transgenes en el genoma nuclear de las plantas. La expresión de los transgenes CsWRKY46, ScVTC2, ZmSNAC13, ZmWRKY86, OsMYB-R1, SbMT-2, CfAPX y HaOXR2

permitió obtener plantas tolerantes al estrés por frío, estrés oxidativo, estrés por sequía, estrés por salinidad, tolerancia a metales, disminución de especies reactivas de oxígeno (ROS) y estrés por anegamiento [25-31]. No obstante, aunque este enfoque ha sido alentador, igualmente se ha estado probando la expresión de transgenes en el genoma cloroplastídico, a fin de conservar estos resultados, pero minimizando los problemas asociados con la expresión de genes en el núcleo celular, y los resultados han sido satisfactorios, pues la expresión de transgenes tales como CuZnSOD, APX y COR413-TM1 ha permitido la obtención de plantas tolerantes al estrés oxidativo, estrés salino y estrés por sequía, pero sin problemas de contaminación ambiental [32-34].

A pesar de las oportunidades que ofrece la expresión de transgenes involucrados en la respuesta al estrés, los resultados, aunque alentadores, no han sido lo suficientemente consistentes para una aplicación práctica, posiblemente porque la expresión de un transgén no siempre es capaz de activar distintas rutas metabólicas. Sin embargo, si consideramos que las plantas ya contienen genes para resistir el estrés, es posible expresar un transgén que regule a un subconjunto de genes involucrados en el estrés. Este tipo de genes reguladores son llamados Factores de Transcripción (TF's) y se estima que el 10% de los genes en el genoma de las plantas codifican para TF's de tipo unión a elementos sensible a etileno [35], TF's de cremallera de leucina (bZIP), MYC, MYB y WRKY [36-38], que desempeñan un papel crucial en la regulación de diversas vías metabólicas [39].

El uso de TF's para promover una resistencia a estrés ya ha sido probado con resultados alentadores, la expresión de los TF's OsABF1 [40], ZmMYB.CC10 [41], WRKY57 [42] y ONAC054 [43], han promovido la tolerancia al frio extremo, alta salinidad, anegamiento y deshidratación, lo que sustenta la viabilidad de esta estrategia.

El estrés al que se ven sometidas las plantas como consecuencia de las condiciones ambientales extremas, como sequías más intensas, olas de calor prolongadas o eventos climáticos impredecibles, comprometen la seguridad alimentaria. Esto impulsa la búsqueda de alternativas que garanticen la producción de alimentos en un contexto de crecimiento poblacional que ya se ha proyectado que supere los 9.8 mil millones de personas en los próximos 25 años. Ante esta realidad, la adopción de enfoques innovadores que no solo busquen garantizar la disponibilidad de alimentos, sino también reducir la dependencia de los recursos naturales limitados y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente, son urgentes en la agricultura, y este sentido, los sistemas de producción más resilientes y los cultivos resistentes al estrés podrían jugar un papel clave.

REFERENCIAS

1.Tester, M. y P. Langridge. 2010. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. Science. 327(5967): 818-822. https://doi.org/10.1126/science.1183700

2.FAO. 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Feeding the world, eradicating hunger. En línea, acceso 24/07/2023 https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/WSFS_Issues_papers/WSFS_Background_paper_Feeding_the_world.pdf

3.Ray, D.K., N.D. Mueller, P.C. West y J.A. Foley. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. PloS One. 8(6): e66428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428

4.Julian-Chávez, B., S. Solano-Ornelas, Q. Rascón-Cruz, C.D. González-Barriga, S. Arévalo-Gallegos, B.F. Iglesias-Figueroa, L.I. Siañez-Estrada, T. Siqueiros-Cendón, S.R. Sinagawa-García y E.A. Espinoza-Sánchez. 2023. Chloroplasts: The future of large-scale protein production, in Chloroplast Structure and Function, K.M. Sarwar, Editor. InTechOpen: Londres. https://doi.org/10.5772/intechopen.111829

5.FAO. 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant health 2020. En línea, acceso 12/03/2022 https://www.fao.org/plant-health-2020/en/

6.Liu, Y.-x., F. Li, L. Gao, Z.-l. Tu, F. Zhou y Y.-j. Lin. 2023. Advancing approach and toolbox in optimization of chloroplast genetic transformation technology. Journal of Integrative Agriculture. 22(7): 1951-1966. https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.02.031

7.UN. 2022. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. 2022 Revision of World Population Prospects. En línea, acceso 2023/04/11 https://population.un.org/wpp/

8.Godfray, H.C., J.R. Beddington, I.R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J.F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S.M. Thomas y C. Toulmin. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science. 327(5967): 812-818. https://doi.org/10.1126/science.1185383

9.Phalan, B., A. Balmford, R.E. Green y J.P. Scharlemann. 2011. Minimising the harm to biodiversity of producing more food globally. J Food Policy. 36: S62-S71. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.008

10.Foley, J.A., N. Ramankutty, K.A. Brauman, E.S. Cassidy, J.S. Gerber, M. Johnston, N.D. Mueller, C. O'Connell, D.K. Ray y P.C. West. 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature. 478(7369): 337-342. https://doi.org/10.1038/nature10452

11.Ray, D.K., N. Ramankutty, N.D. Mueller, P.C. West y J.A. Foley. 2012. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. Nature Communications. 3(1): 1293. https://doi.org/10.1038/ncomms2296

12.Cassman, K.G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. J Proceedings of the National Academy of Sciences. 96(11): 5952-5959. https://doi.org/10.1073/pnas.96.11.5952

13.Finger, R. 2010. Evidence of slowing yield growth–the example of Swiss cereal yields. Food Policy. 35(2): 175-182. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.11.004

14.Bu, Y., B. Sun, A. Zhou, X. Zhang, T. Takano y S. Liu. 2016. Overexpression of AtOxR gene improves abiotic stresses tolerance and vitamin C content in Arabidopsis thaliana. Journal BMC Biotechnology. 16(1): 69. https://doi.org/10.1186/s12896-016-0299-0

15.Brookes, G. y P. Barfoot. 2018. Farm income and production impacts of using GM crop technology 1996–2016. GM Crops & Food. 9(2): 59-89. https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1464866

16.Tschofen, M., D. Knopp, E. Hood y E. Stöger. 2016. Plant molecular farming: much more than medicines. J Annual Review of Analytical Chemistry. 9: 271-294. https://doi.org/10.1146/annurev-anchem-071015-041706

17.ISAAA. 2018. Global status of commercialized biotech/GM crops in 2018, in BRIEF 54. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.

18.USDA. 2020. Economic Research Service U.S. Department of Agriculture, Recent trends in GE adoption. En línea, acceso 15/03/2022 https://www.usda.gov/

19.Méndez-Espinoza, C. y M.Á. Vallejo-Reyna. 2019. Mecanismos de respuesta al estrés abiótico: hacia una perspectiva de las especies forestales. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 10(56): 33-64. https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.567

20.Khan, P.S.V., G. Nagamallaiah, M.D. Rao, K. Sergeant y J. Hausman. 2014. Abiotic stress tolerance in plants: insights from proteomics, in Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance, P. Ahmad y S. Rasool, Editors. Elsevier. 23-68. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800875-1.00002-8

21.Lloyd, J.R. y J. Kossmann. 2021. Improving crops for a changing world. Frontiers in Plant Science. 12: 728328. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.728328

22.Biswal, B., P. Joshi, M. Raval y U. Biswal. 2011. Photosynthesis, a global sensor of environmental stress in green plants: stress signalling and adaptation. Current Science. 101(1): 47-56.

23.Chen, L., Y. Song, S. Li, L. Zhang, C. Zou y D. Yu. 2012. The role of WRKY transcription factors in plant abiotic stresses. Biochimica et Biophysica Acta -Gene Regulatory Mechanisms. 1819(2): 120-128. https://doi.org/10.1016/j.gene.2022.146283

24.Pimentel, D. 1997. Techniques for reducing pesticide use: economic and environmental benefits. New York: John Wiley and Sons. Pp. 450

25.Zhang, Y., H. Yu, X. Yang, Q. Li, J. Ling, H. Wang, X. Gu, S. Huang y W. Jiang. 2016. CsWRKY46, a WRKY transcription factor from cucumber, confers cold resistance in transgenic-plant by regulating a set of cold-stress responsive genes in an ABA-dependent manner. Plant Physiology and Biochemistry. 108: 478-487. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.08.013

26.Miao, R., W. Zang, Y. Yuan, Y. Zhang, A. Zhang y Q. Pang. 2021. The halophyte gene ScVTC2 confers resistance to oxidative stress via AsA-mediated photosynthetic enhancement. Plant Physiology and Biochemistry. 169: 138-148. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.11.020

27.Fang, X., W. Li, H. Yuan, H. Chen, C. Bo, Q. Ma y R. Cai. 2021. Mutation of ZmWRKY86 confers enhanced salt stress tolerance in maize. Plant Physiology and Biochemistry. 167: 840-850. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.09.010

28.Patel, M.K., S. Pandey, J. Patel y A. Mishra. 2021. A type 2 metallothionein (SbMT-2) gene cloned from Salicornia brachiata confers enhanced Zn stress-tolerance in transgenic tobacco by transporting Zn2+ and maintaining photosynthesis efficacy. Environmental and Experimental Botany. 191: 104626. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104626

29.Tiwari, P., Y. Indoliya, A.S. Chauhan, V. Pande y D. Chakrabarty. 2020. Over-expression of rice R1-type MYB transcription factor confers different abiotic stress tolerance in transgenic Arabidopsis. Ecotoxicology and Environmental Safety. 206: 111361. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111361

30.Zhang, Y., L. Yang, M. Zhang, J. Yang, J. Cui, H. Hu y J. Xu. 2022. CfAPX, a cytosolic ascorbate peroxidase gene from Cryptomeria fortunei, confers tolerance to abiotic stress in transgenic Arabidopsis. Plant Physiology and Biochemistry. 172: 167-179. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.01.011

31.Torti, P., J. Raineri, R. Mencia, M. Campi, D.H. Gonzalez y E. Welchen. 2020. The sunflower TLDc-containing protein HaOXR2 confers tolerance to oxidative stress and waterlogging when expressed in maize plants. Plant Science. 300: 110626. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110626

32.Le Martret, B., M. Poage, K. Shiel, G.D. Nugent y P.J. Dix. 2011. Tobacco chloroplast transformants expressing genes encoding dehydroascorbate reductase, glutathione reductase, and glutathione S transferase, exhibit altered anti oxidant metabolism and improved abiotic stress tolerance. Plant Biotechnol J. 9(6): 661-673. https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2011.00611.x

33.You, L., Q. Song, Y. Wu, S. Li, C. Jiang, L. Chang, X. Yang y J. Zhang. 2019. Accumulation of glycine betaine in transplastomic potato plants expressing choline oxidase confers improved drought tolerance. Planta. 249(6): 1963-1975. https://doi.org/10.1007/s00425-019-03132-3

34.Zhang, J., W. Tan, X.-H. Yang y H.-X. Zhang. 2008. Plastid-expressed choline monooxygenase gene improves salt and drought tolerance through accumulation of glycine betaine in tobacco. Plant Cell Rep. 27(6): 1113. https://doi.org/10.1007/s00299-008-0549-2

35.Zhu, Z. 2014. Molecular basis for jasmonate and ethylene signal interactions in Arabidopsis. Journal of Experimental Botany. 65(20): 5743-5748. https://doi.org/10.1093/jxb/eru349

36.Zhang, C., C. Li, J. Liu, Y. Lv, C. Yu, H. Li, T. Zhao y B. Liu. 2017. The OsABF1 transcription factor improves drought tolerance by activating the transcription of COR413-TM1 in rice. Journal of Experimental Botany. 68(16): 4695-4707. https://doi.org/10.1093/jxb/erx260

37.Agarwal, P.K., P. Agarwal, M. Reddy y S.K. Sopory. 2006. Role of DREB transcription factors in abiotic and biotic stress tolerance in plants. Plant Cell Reports. 25: 1263-1274. https://doi.org/10.1007/s00299-006-0204-8

38.Khan, S.-A., M.-Z. Li, S.-M. Wang y H.-J. Yin. 2018. Revisiting the role of plant transcription factors in the battle against abiotic stress. International Journal of Molecular Sciences. 19(6): 1634. https://doi.org/10.3390/ijms19061634

39.Kimotho, R.N., E.H. Baillo y Z. Zhang. 2019. Transcription factors involved in abiotic stress responses in Maize (Zea mays L.) and their roles in enhanced productivity in the post genomics era. PeerJ. 7: e7211. https://doi.org/10.7717/peerj.7211

40.Amir Hossain, M., Y. Lee, J.-I. Cho, C.-H. Ahn, S.-K. Lee, J.-S. Jeon, H. Kang, C.-H. Lee, G. An y P.B. Park. 2010. The bZIP transcription factor OsABF1 is an ABA responsive element binding factor that enhances abiotic stress signaling in rice. Plant Molecular Biology. 72: 557-566. https://doi.org/10.1007/s11103-009-9592-9

41.Zhang, G., G. Li, Y. Xiang y A. Zhang. 2022. The transcription factor ZmMYB-CC10 improves drought tolerance by activating ZmAPX4 expression in maize. Biochemical Biophysical Research Communications. 604: 1-7. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2022.02.051

42.Jiang, Y., G. Liang y D. Yu. 2012. Activated expression of WRKY57 confers drought tolerance in Arabidopsis. J Molecular Plant. 5(6): 1375-1388. https://doi.org/10.1093/mp/sss080

43.Sakuraba, Y., D. Kim, S.-H. Han, S.-H. Kim, W. Piao, S. Yanagisawa, G. An y N.-C. Paek. 2020. Multilayered regulation of membrane-bound ONAC054 is essential for abscisic acid-induced leaf senescence in rice. J The Plant Cell. 32(3): 630-649. https://doi.org/10.3390/crops2040027

/ARTEPOPULARCHIHUAHUA

ARTE POPULAR

CHIHUAHUA

¡Visita nuestras sucursales!

Chihuahua

Av. Niños Héroes y Universidad#1101
WhatsApp: (614) 503-38-75

Victoria 14-B (en plaza de catedral)
Tel. (614) 415-15-47

Ciudad Juárez

Centro Cultural de las Fronteras,
Circuito José Reyes Estrada #445
Zona PRONAF Tel. (656) 612-16-65

Creel

Museo de Arte Popular,
Av. Ferrocarril #178.
WhatsApp (635)118 62 48

Parral

Calle Pedro T. Gómez y Mercaderes
Col. Centro. Tel. (627) 107-27-57

LOS DERECHOS DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

El Instituto de Innovación y Competitividad (I2C), se apoya en cuatro ejes sustantivos y uno de estos ejes es la Divulgación y Promoción de la Ciencia, Tecnología e Innovación. En este eje sustantivo tenemos el área de la Propiedad Intelectual, en la que se busca la apropiación del conocimiento "per se", mediante la utilización de los Derechos de la Propiedad Intelectual, específicamente la Propiedad Industrial que nos permite disponer de un Derecho de Uso Exclusivo, mediante las figuras jurídicas de Patentes, Modelos de Utilidad y de Diseños Industrial, para coadyuvar al desarrollo económico del estado, comercializando globalmente los bienes intangibles resultantes y que se derivan de estos Derechos de la Propiedad Intelectual.

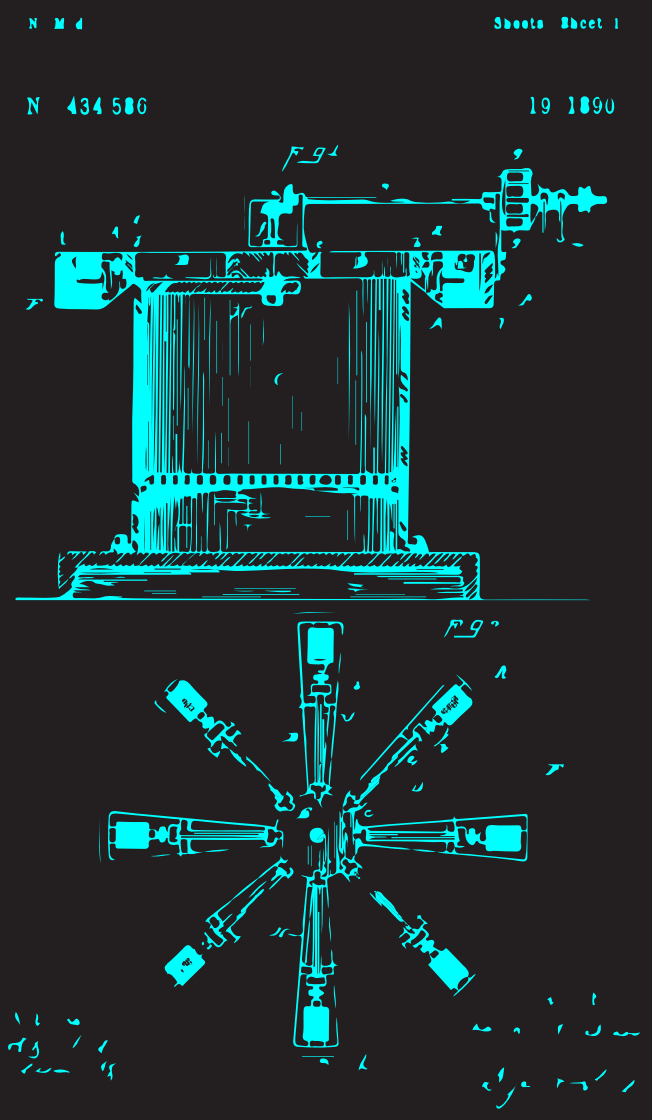
Los Derechos de la Propiedad Intelectual se promueven a través de Talleres denominados "Los Derechos de la Propiedad Intelectual", a la fecha hemos realizado 2 Talleres uno en febrero y otro más en abril, con una asistencia de 30 y 24 participantes, donde se comparten aspectos importantes que les permitan documentar apropiadamente sus innovaciones, para que ingresen las solicitudes de invenciones al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, es importante resaltar que el Instituto de Innovación y Competitividad I2C paga la tarifa correspondiente a las solicitudes ingresadas como resultado de estos talleres, mismos que han servido para promover y divulgar los derechos de la Propiedad Intelectual y lograr que el número de solicitudes de invenciones que ingresan al IMPI del estado de Chihuahua, se incrementen, consolidando al estado como un referente en la apropiación del conocimiento.

A la fecha se han ingresado 17 solicitudes de invenciones al IMPI de acuerdo a la tabla mostrada.

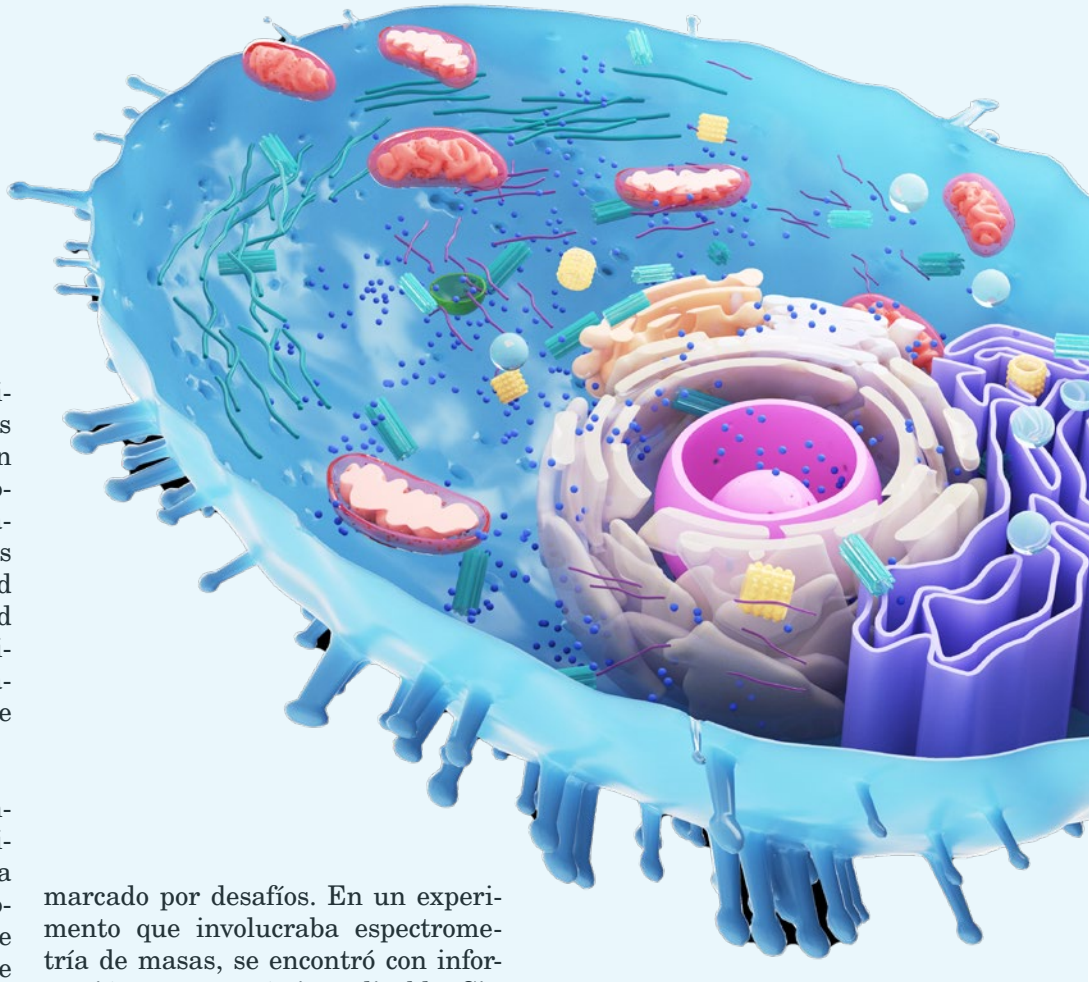
Informes:
c.piedra@i2c.com.mx

SOLICITUDES INGRESADAS AL **IMPI** IMPULSADAS POR POR LA PARTICIPACIÓN EN LOS TALLERES DEL **I2C 2023**

PATENTES	MODELOS DE UTILIDAD	DISEÑOS INDUSTRIALES	TOTAL
3	0	14	17



PROTEICAS RIBOSOMAS:
ENTREVISTA CON DAVOR BELTRÁN



La historia de Davor, un investigador Chihuahuense en Texas refleja una inspiradora travesía en el mundo de la ciencia. Su pasión comenzó en su infancia, cuando su padre lo introdujo a la química de los acabados metálicos. Esta curiosidad inicial se fusionó con la oportunidad de estudiar biotecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juarez, marcando el inicio de su viaje de investigacion.

A lo largo de los años, Davor ha encontrado en la región fronteriza de Chihuahua y Texas un terreno fértil para su desarrollo. Educado en instituciones de Chihuahua, tuvo la ventaja de contar con profesores provenientes de diversas partes del país y culturas, lo que enriqueció su perspectiva. Su visión se inspira en la capacidad de equilibrar el progreso científico con otras dimensiones de la vida.

En su laboratorio, Davor se apoya en equipos y técnicas especializadas para llevar a cabo sus investigaciones. Su pasión por comunicar la ciencia a un público más amplio lo llevó a encontrar formas creativas de explicar conceptos complejos. A través de analogías y un enfoque amigable, logra transmitir ideas científicas a personas fuera del ámbito académico. El camino de Davor también está marcado por desafíos. En un experimento que involucraba espectrometría de masas, se encontró con información que parecía inexplicable. Sin embargo, su enfoque resuelto y su combinación de diferentes datos lo llevaron a descubrir conexiones valiosas, resaltando su habilidad para superar obstáculos.

Hoy en día, Davor busca inspirar a las nuevas generaciones, desde su trinchera en la Universidad de Texas en El Paso (UTEP). Alienta a los jóvenes a mantener una viva llena de curiosidad y a perseguir sus pasiones en campos como la investigación científica. Su historia resalta cómo la combinación de curiosidad, dedicación y apertura a diversas perspectivas puede llevar a un viaje científico gratificante y enriquecedor en la vibrante región fronteriza de Juarez y El Paso. Como siempre, Chihuahua y Texas, aunque separados por territorios amplios y muy bastos, unidos por su gente, sus familias y su afán para solucionar problemas. Bien dicen que los cuerpos grandes generan mayor campo de atracción. Pues Chihuahua y Texas, atraen talento de todas partes del mundo. Y mantienen al talento hasta crecer tanto como ellos mismos.

¿Qué te inspiró a involucrarte en el campo científico en el que trabajas hoy en día? ¿Hubo algún evento o experiencia que despertó tu interés por este tema?

Mi inspiración es realmente sobre la ciencia, en cuanto al tema fue más la oportunidad que se presentó, desde que tuve memoria mi padre siempre trabajo en empresas de servicios de acabados metálicos donde se utiliza mucho la química, desde que tuve edad el me invitaba a ayudarlo los fines de semana y a mí me parecía muy curioso e intrigante ver como metían una pieza de metal a una tina llena de liquido de color y la pieza salía con un acabado brillante o color negro por dar un ejemplo, eventualmente crecí hasta la edad de entrar a una licenciatura y recién abría la licenciatura en biotecnología en la UACJ, donde se veía mucho campo novedoso, supongo que fue una mezcla de mi padre y la licenciatura, de mi padre la curiosidad y ganas de aprender y de la carrera el enfoque a los ámbitos biológicos.

¿Qué tipo de desempeño esperas tener en el campo de la investigacion y como compartirías tus conocimientos si tuvieras que enseñarte a ti mismo al momento en que empezaste?

Un papel que me gustaría cumplir sería el de atraer más jóvenes al camino de la investigación, durante este corto periodo que he estado en UTEP, he logrado ayudar a coordinar algunos eventos donde el principal publico objetivo son estudiantes juarenses próximos a egresar donde e intentado compartir mi experiencia y pasar mi conocimiento en cuanto al proceso de aplicación y admisión, para quitar esta venda de los ojos que es casi una misión imposible.
Una forma de compartir mis conocimientos si tuviera que ensenarme a mí mismo, en lo personal a un ritmo

mas intenso de lo normal, yo soy una persona que me gusta utilizar muy bien mi tiempo, entonces preferiría tener explicaciones claras y concisas, suena poco ambiguo, pero a veces pasa, que al tomar una clase el profesor puede llegar a repetir conceptos básicos de una clase anterior y esto al final de cuentas toma tiempo, que se podría usar para tener un punto de partida más avanzado.

Si nos enfocáramos plenamente en tu desarrollo educativo/institucional. Como crees que el haber estado en una institución de educación superior del Estado de Chihuahua enriqueció o contribuyeron a desarrollarte como investigador al nivel en el que estas.

Particularmente, el estar en el estado de Chihuahua y más específicamente en Ciudad Juárez, me ayudo al convivir y tener como profesores a investigadores de diferentes partes del país, culturas o países, esto abrió un poco mas mi perspectiva en cuanto a los diferentes objetivos, habilidades, fortalezas y aptitudes que cada uno de ellos me compartió durante mis días de licenciatura.

Basándonos en tu respuesta anterior; ¿hay algún científico modelo al cual aspires, o que sea tu modelo a seguir?

Mi modelo científico, realmente seria una mezcla de varios investigadores que conocí, toda mi vida he tratado de balancear los aspectos de mi vida, desarrollo personal, físico, intelectual y social, creo fielmente que la ciencia requiere mucho tiempo, pero que esto no nos permita olvidar que también tenemos que vivir, algunos tienen como deseo viajar, formar una familia, voluntariado, algún pasa tiempo o habilidad fuera del ámbito académico/laboral, cada una también requiere invertir algo de tiempo en ello y poder balancear alguna actividad/es con el desarrollo científico para mi es mi modelo a seguir.

Siguiendo con la línea de la privacidad y sin incurrir en detalles específicos que puedan afectar el

desarrollo de alguna investigacion en proceso de la que hayas formado parte; ¿trabajas con algún equipo especializado que te ayude a completar dicha labor de investigacion?

En general en el laboratorio se utiliza mucho equipo o kits específicos a para los experimentos y el tipo de muestras que utilizamos, sin embargo, es equipo o kits que se encuentran en muchos laboratorios donde se trabaje con bioquímica, genómica, proteómica y transformación bacteriana, el cual es utilizado principalmente en preparación de muestras y extracción de biomoléculas de interés. Para lo que utilizamos ya en cuestión de análisis de estas biomoléculas, utilizamos 3 técnicas/equipos especializados: secuenciación de nanoporo, espectrometría de masas y Crio microscopia electrónica. Estas 3 se encuentran en lo mas alto en cuanto a innovación, cantidad de información recompilada, efectividad y reconocimiento en sus respectivos ámbitos de análisis.

La investigación científica a menudo implica desafíos y momentos de claridad; ¿podrías compartir un ejemplo de un obstáculo que hayas enfrentado en tu investigación y cómo lograste superarlo para avanzar en tu trabajo?

Un momento de dificultad muy grande que tuve, fue cuando realizamos espectrometría de masas a unos intermediarios de ribosomas bacterianos, esta es una técnica que no ha sido muy utilizada para explorar estas biomoléculas, ya que al tener mucha información faltante en este ámbito, había información que recompilamos y no teníamos forma de explicar los detalles encontrados, con el tiempo y sumando estos experimentos con la secuenciación de nanoporo, encontramos una relación entre los resultados de ambas técnicas, lo cual nos daba una guía por donde empezar a explicar nuestros hallazgos.

Además de tu investigación, también has estado involucrado en la divulgación científica. ¿Cómo encuentras el equilibrio entre comunicar conceptos científicos complejos de manera comprensible para el público en general sin perder precisión?

Esta es una tarea muy difícil, uno se encuentra inmerso en el laboratorio todo el día, donde convives diario con personas que comparten vocabulario y gran parte de conocimientos, que cuando tratamos de comunicar la investigación a publico general tenemos que cambiar el chip mental y utilizar conceptos aprendidos en clases de introducción a los temas como bioquímica, genética, química analítica, donde uno también se empieza a familiarizar con vocablo correcto. Otra de las formas para explicar detalles muy complejos, que a mi me funciona, a veces utilizar analogías con partes de computadoras, teléfonos o impresoras, que son cosas mas presentes en la vida diaria y generan un sentimiento de comprensión mas amigable.

Por último, me gustaría que nos pudieras dar unas palabras de motivación a las nuevas generaciones. Con el fin de impulsar y desarrollar el trabajo científico en cualquier nivel.

Algo que a mi me mantiene con emoción como si fuera un niño de 5 años, es el pensar que, al estar realizando investigación, siempre existe la posibilidad de que seas el primero en ver algo en el ámbito que estas investigando, que los guie el hambre de conocer más, tal como cuando todos éramos unos niños pequeños y queríamos aprender como funcionaba el mundo.

ÚNETE AL PRÓXIMO NÚMERO DE RAKÉ

Manufactura Avanzada

ESCANEA PARA LEER LAS BASES.

rakẽ

Ciencia
Tecnología
Innovación

Raké, investigación, desarrollo científico e innovación. Revista de difusión y divulgación del estado de Chihuahua.

@i2c.mx / T. +52 (656) 629 3300 / CJS, MEX. © 2022

CHIHUAHUA
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos Sí podemos