NÚMERO 03/2022

Difusión & Divulgación de la Ciencia

rakė

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

AGROINDUSTRIA

CHIHUAHUA
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos Sí podemos
SECRETARÍA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO
I²C INSTITUTO DE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

EDITORIAL

Chihuahua es reconocido a nivel nacional por su producción agrícola y destacamos como principales productores de manzana, durazno, nuez, chile, cebolla, entre otros. Adicional a la calidad de los productos, cobra relevancia el optimizar dicha producción a favor del campo chihuahuense y que los agricultores del estado tengan a su disposición alternativas modernas, esto se puede lograr a través de la inclusión de métodos innovadores en los cultivos y la utilización de herramientas tecnológicas y digitales, con la finalidad de incrementar el valor agregado de la producción.

Ante este panorama, el Gobierno de Chihuahua, a través de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico, tiene como uno de sus objetivos, el impulsar a la agroindustria y la integración de cadenas productivas, así como establecer mecanismos que fortalezcan los procesos y canales de comercialización de los productos primarios y agroindustriales. De ahí la importancia de analizar y conocer el contexto de la agroindustria y la tecnología utilizada en el estado y de poner a disposición de las y los lectores de Raké, artículos interesantes sobre el tema.

Para este número, tuvimos la oportunidad de conversar con el Presidente del Consejo Estatal Agropecuario, el Lic. Arturo González Ruiz, en el marco de la Expo AgroAlimentab, en colaboración con el Lic. Antonio Valadez García, Presidente de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación en Chihuahua (CANACINTRA), nos dieron a conocer información importante sobre el contexto actual del campo chihuahuense y posibles escenarios futuros. Este tercer número de 2022, incluye varios artículos desarrollados por investigadores(as) de las principales instituciones y centros de investigación de la entidad, quienes nos comparten sus hallazgos sobre las diversas áreas de la agrotecnología, tales como: alimentos funcionales, fertilizantes, ingeniería genética, nanotecnología, salud humana y cultivos alternativos. Adicionalmente, el Instituto, incluye información sobre agrotecnología y propiedad industrial y comparte información sobre proyectos que atienden la temática a través del Programa de Pre incubación de Base Tecnológica. El Instituto de Innovación y Competitividad, ofrece a través de este número, información sobre investigación innovadora; sobre el esfuerzo conjunto entre sociedad, industria, gobierno y academia, así como sobre el impulso al desarrollo de tecnología y del emprendimiento de base tecnológica. Les invito a que disfruten la lectura de esta nueva edición de Raké.

Créditos:
Gobierno del Estado de Chihuahua

Raúl Varela Tena
Director General.

Bárbara Briones Martínez
Editora Revista Raké

Edgar José Marín Anchondo
Coordinador de Contenidos

Alberto Rodríguez Rodríguez
Director de Arte & Diseño Editorial

Jesús Efrén Ramírez Muñoz
Diseño Editorial

Arturo González Ruiz
María-Noemí Frias Moreno
Alejandro Palacio-Marquéz
Stephanie Solano Ornelas
Carlos Piedra Frayre
Ezequiel Muñoz Márquez
Miriam-Jazmín Aguilar Delgado
Carlos A. Ramírez Estrada
Karla Ivonne Hernández Figueroa
Julio César Anchondo Páez
Alondra Salcido Martínez
Addy Anchondo-Aguilar

Revista Raké. Investigación Desarrollo Científico e Innovación. Revista de difusión y divulgación del estado de Chihuahua. Edición número tres. 16 de noviembre del 2022 (04-2020-041318240000-203). 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.

CHIHUAHUA GOBIERNO DEL ESTADO Juntos Sí podemos | SECRETARÍA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO | I²C INSTITUTO DE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

ÍNDICE

Número 03/2022

EXPO AGRO 2022	PAG. 4
NUTRACEÚTOS: LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CONSE VACIÓN DE FRUTOS DE FRAMBUESA	PAG. 7
BIOFORTIFICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ZINC EN FRIJOL	PAG. 9
AGROBIOTECNOLOGÍA: LA BIOTECNOLOGÍA EN EL CONTROL DE PLAGAS	PAG. 11
PROPIEDAD INDUSTRIAL & AGROTECNOLOGÍA EN CHIHUAHUA	PAG. 16
PROYECTOS DE PRE-INCUBACIÓN DE EMPRENDIMIENTO DE BASE CIENTÍFICO Y/O TECNOLÓGICO	PAG. 17
AHORRO EN FERTILIZANTES NITROGENADOS APLICANDO NANOFERTILIZANTES	PAG. 19
AMARANTO Y QUINOA: ALIMENTOS SUPERANCESTRALES EN CHIHUAHUA	PAG. 22
NANOFERTILIZANTES: APROVECHAMIENTO DEL NITRÓGENO EN FRIJOL	PAG. 24
BIOESTIMULANTES: ALTERNATIVA INNOVADORA PARA ESTRÉS HÍDRICO	PAG. 28
BENEFICIOS DEL SILICIO CONTRA EL ESTRÉS	PAG. 30
BIOFORTIFICACIÓN CON MAGNESIO: IMPORTANTE PARA SALUD HUMANA	PAG. 32
CLOROPLASTOS, MÁS QUE FOTOSÍNTESIS	PAG. 34
BIOFORTIFICACIÓN CON ZINC CONTRA LA DESNUTRICIÓN INFANTIL	PAG. 38

EXPO AGRO 2022

Entrevista exclusiva con los directivos para la revista Raké.

En esta ocasión, tuvimos la oportunidad de conversar con el Lic. Arturo González Ruiz, Presidente del Consejo Estatal Agropecuario y el Lic. Antonio Valadez García, Presidente de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación en Chihuahua (CANACINTRA), lo anterior en el marco de la Expo Agro Alimentab en su edición 2022.

La Expo se llevó a cabo en las instalaciones del centro de Convenciones y Exposiciones del 29 de septiembre al 1 de octubre y contó como invitado especial con el municipio de Rosales.

A continuación, compartimos con nuestros lectores la conversación que sostuvimos dentro de la Expo Agro con ambos presidentes y sus apreciaciones sobre el contexto general del Sector Agroalimentario y lo que se deriva del esfuerzo en conjunto.

Licenciado González, agradeceríamos nos platique cuál es el objetivo principal de la Expo Agro Alimentab 2022.

Desde el 2019 se organizaba la Expo Agro Internacional, en este año nos unimos en una estrategia con CANACINTRA y el principal objetivo es mostrar lo se produce en el estado.

Lo que producimos como primer lugar en Chihuahua, son muchos productos: manzanas, duraznos, nogales, chile, cebolla, carne, becerros y somos productores en segundo lugar en otros tantos y terceros lugares en otros tantos, pero la mayor parte de los productos que producimos en Chihuahua los vendemos a granel o en pie, como el caso de la exportación de ganado bovino; entonces, precisamente de lo que se trata es de darle valor agregado a nuestros productos y aprovechar toda la cadena de valor, es por eso que buscamos la conjunción de los productores primarios con los industriales y agroindustriales, de manera que podamos dar valor agregado, es uno de los objetivos; además, por medio de las conferencias y las pláticas, las cuales van enfocadas a que es lo que tiene que hacer un productor para darle valor agregado a sus productos y ver cómo y porqué está produciendo, de manera que les abra el panorama y puedan visualizar algo más, ya si están interesados, también tenemos despachos que se dedican a brindarles asesoría.

Por otro lado, un tema también importante y transversal que manejamos, es que tenemos que concientizar a la ciudadanía general, pero sobre todo al sector agroalimentario de que el cambio climático ya está aquí, por si alguien no lo ha notado, que hay mucha gente que aún no lo nota. Verdaderamente es una realidad y que ya vamos tarde en el cuidado del agua, que, como sabemos, el agua es vida, entonces estamos con una serie de conferencias mostrando la situación en la que nos encontramos, pero lo mejor es que haya alternativas, las cuales les estamos dando.

Hay proyectos que ya están caminando, de tecnificación de riego, de uso adecuado de aguas de las tratadoras del estado. Para empezar, estamos desarrollando proyectos para cambiar agua tratada por agua de pozos profundos y que el agua de los pozos profundos dejen los productores utilizarla, que, en cambio, utilicen el agua tratada y el resto quede para la ciudad, que vayamos rescatando los acuíferos y equilibrándolos, porque los cuarenta y dos acuíferos que tenemos, están sobre explotados.

Entonces, esta Expo, también es precisamente para que el productor vea que hay alternativas, pero además, alternativas que son muy favorables a él, si usted riega por ejemplo, con lo que le llamamos riego rodado, hay un desperdicio considerable de agua, una barbaridad, pero si usted tecnifica ese riego y lo lleva por aspersión o lo lleva a riego más tecnificado, que es a la raíz, usted va a ahorrar un 70% a un 80% de agua en primer lugar, pero el llevar solamente el agua de forma adecuada y llevarla a la raíz o pegada al tronco si es un árbol, o las raíces si son alfalfas o leguminosas, le da más productividad al agua y el cultivo produce mucho más toneladas.

¿Es decir, no es sólo sustentable en términos ambientales, sino que también es mucho más productivo para los agricultores?

Poniéndolo en términos prácticos, si un productor

decide utilizar un riego tecnificado, no solamente va a ahorrar agua, que esa es ya una obligación, sino que va a producir más, va gastar menos en electricidad para el bombeo, va gastar menos en la aplicación de fertilizantes, va gastar menos en la aplicación de herbicidas y va a tener mucho más producto, entonces ganamos todos por todos lados.

Esta Expo, además, es para que los productores nos vayamos dando cuenta de las alternativas que hay y de los proyectos con financiamientos y de más recursos disponibles, así que no se trata de decirles cuánto o cómo tienen que comprar, se les pone la información de manera atractiva, que conozcan posibles financiamientos que se cubran con el alza en su productividad y el ahorro de las energías e insumos y que continúe con sus actividades y a lo mejor un poco más y además a largo plazo, todo eso es parte de lo que la Expo agro contempla y los principales temas, agua, valor agregado y financiamiento.

¿Cuántos expositores participan en la edición 2022 de la Expo Agro Alimentab y de qué áreas del sector?

110 expositores y participan de todas las áreas, están los que nos venden insumos, fertilizantes, nos venden maquinaria, nos venden drones, entre otros.

Entendemos que el Consejo Estatal Agropecuario tiene presencia en todos los municipios, ¿En cuáles se concentran la mayor parte de las actividades del Consejo?

Es estatal, y la mayoría de las actividades se concentran en Chihuahua, Cuauhtémoc, Delicias, Nuevo Casas Grandes y Ciudad Juárez.

¿Con qué productos, procesos o desarrollos tecnológicos innovadores nos vamos a encontrar en la Expo, aparte de estos mecanismos de ahorro de agua que ya nos comentaba?

Nos vamos a encontrar quien vende esos riegos tecnificados, quien se los puede instalar, quién se los financia, nos vamos a encontrar con, la novedad que tiene esta Expo, que son los drones. En realidad estos drones para lo que sirven es para fertilizar y para meter herbicidas, entonces normalmente cuando son extensiones muy largas utilizamos aviones fumigadores, el avión fumigador pasa y es muy efectivo pero, pasa muy arriba tiene que haber ciertas condiciones, poco aire para que caiga, si hay una ventisca, pues se lleva el fertilizante para otro lado, entonces los drones van al ras de las plantas y van fumigando y además es automatizado, usted nada más mete las coordenadas y solito va, va al ras de la planta siendo más efectivo con un gasto menor de fertilizante o de herbicida y además automatizado todo.

El Lic. Arturo González Ruiz, Presidente del Consejo Estatal Agropecuario y el Lic. Antonio Valadez García, Presidente de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación en Chihuahua (CANACINTRA).

Sabemos que dio una conferencia en el marco de la Expo sobre el escenario y las perspectivas que se tienen sobre la agroindustria en Chihuahua ¿nos podría dar un breve resumen y en qué consiste, cuál fue, cuál es el escenario principal, como se ve, como se ven las cosas en el futuro y no tan próximo?

En el sector agroalimentario, tenemos ya muchos años que se van reduciendo presupuestos federales, apoyos que existían ya no existen, tenemos sequías recurrentes, tenemos normatividades nuevas que se están metiendo con lo que hay que cumplir que cuenta dinero y que a veces el productor no tiene como cubrirlas, tenemos una serie de vicisitudes en contra del campo que simplemente a esto nos dedicamos, hay nuevas normativas para las plantas procesadoras como meter plantas de tratamiento de agua, pero si un productor mete en una quesería una planta tratadora de agua, ya no produce queso ¿verdad?, entonces, en todo eso vamos tratando de ayudar. Para la mejora en eso de las plantas tratadoras de agua, se podría pensar en hacer una planta tratadora para cubrir todas las que se requieren alrededor del corredor de Cuauhtémoc.

Pero a pesar de todas las vicisitudes, como las que nos encontramos en el sector agroalimentario, este es el único sector que ahora en la pandemia y después con la guerra de Rusia con Ucrania sigue creciendo, tenemos un superávit de más de 12 mil millones de dólares al año, la balanza comercial con otros países fue de 5 mil 146 millones de dólares y sigue creciendo, entonces hay una expectativa muy grande del estado porque hay mucho todavía que hacer y es una actividad aparte de ser una actividad noble es muy redituable, además de necesaria y obligatoria, es donde el derecho humano a la alimentación eso son dice todo como es el derecho humano al agua también, entonces hay muy buenas perspectivas, muy buenas condiciones para que se dé a pesar de que tenemos que ir paleando y pasando sobre cosas que están fuera de nuestro control como es la lluvia y las sequías.

También pensamos en que los precios internacionales y los productos que producimos, no dependen de lo que nosotros hagamos y por eso el valor agregado, si le damos valor agregado a nuestros productos, entonces nos protegemos contra los

vaivenes de la globalización en cuanto a precios y en cuanto a tipos de cambio, las perspectivas son muy favorables para el campo de Chihuahua y de todo el país.

También contamos con la presencia del Lic. Antonio Valadez, Presidente de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA Chihuahua), queremos preguntarle ¿Cómo surge esta cohesión entre el Consejo Estatal Agropecuario y CANACINTRA?

Pues mira, ya hemos colaborado en anteriores años con el centro de negocio del Consejo Estatal Agropecuario y ahora que entró Arturo como Presidente, concretamos esta fusión, porque de alguna manera es combinar el sector primario con el sector secundario que están completamente ligados y nosotros como CANACINTRA, buscamos ese valor agregado. Sabemos que dentro del Consejo, están muchos de los productores de quesos, de los que tienen productos agrícolas, pero aquí la idea es poner, por ejemplo, al sector agroalimentario en los ojos del mundo, de Chihuahua, del país, todo lo que estamos haciendo. La gente se ve sorprendida de los chorizos, de los quesos, de la miel, de uva o un vino de hoja de nogal, o sea muchas cosas novedosas, ahorita tenemos vinos que son de renombre a nivel mundial, tenemos los sotoles galardonados y que están con renombre en todo el mundo, de alguna manera teníamos ya tiempo que no se hacía algo así, nunca se había hecho en conjunto con estos dos organismos tan grandes como el Consejo y la CANACINTRA, después de la pandemia y de todo lo que vino hemos visto, que la gente ha salido a venir a visitar, a ver, la gente sale contenta , sale comprando, entonces pues es una fiesta esto.

¿Vienen más proyectos en conjunto entre CANACINTRA y el Consejo Estatal Agropecuario?

Pues muy seguramente sí, por el éxito que hasta ahorita vamos teniendo, que aparte rebasó nuestras expectativas y yo creo que se vendrán muchos proyectos más.

Agradecemos el tiempo y la disposición de los presidentes de ambos organismos, quienes nos compartieron los detalles de la organización y ejecución de la Expo Agro Alimentab 2022, así como las particularidades del sector y sus pronósticos alentadores. Estamos convencidos que esfuerzos en conjunto, como el que se evidencia a través de este evento, contribuyen a mejorar la calidad de vida de las y los habitantes de todo el estado.

Visite los siguientes enlaces, para conocer más sobre:

Consejo Estatal Agropecuario:
http://ceach.org.mx/

Cámara Nacional de la Industria de la Transformación en Chihuahua:
http://canacintrachihuahua.org.mx/

NUTRACEÚTICOS: LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA *CONSERVACIÓN* DE FRUTOS FRAMBUESA

María-Noemí Frías Moreno[1], Rafael-Ángel Parra Quezada[1], Guadalupe-Isela Olivas Orozco[2], Miriam-Jazmín Aguilar Delgado [1]Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. [2]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.

[1]Facultad de Ciencias Agrotecnológicas-Universidad Autónoma de Chihuahua. Calle La Presa de la Amistad núm. 2015, Barrio La presa, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. CP. 31510. [2]Laboratorio de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal y Toxicología, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, Av. Río Conchos S/N, Parque Industrial, Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

En los últimos años se han presentado importantes cambios en los hábitos de consumo de alimentos a nivel mundial, debido a que las personas se preocupan más por su salud. Esto, ha generado continuos avances en el desarrollo de alimentos percibidos como más saludables, destacando a los alimentos funcionales, los cuales en la actualidad constituyen un mercado en alza y uno de los principales impulsores del desarrollo de nutraceúticos.

Los productos nutraceúticos, se caracterizan por ser sustancias naturales bioactivas concentradas presentes en una matriz ya sea en forma de píldoras, capsulas, polvos o viales (Espín *et al.*, 2007), se extraen usualmente de alimentos, y que, tomadas en dosis superiores a las existentes, presumiblemente tienen efectos favorables sobre la salud, mayor que el que podría tener en su presentación actual.

Entre los alimentos funcionales se encuentran las frambuesas con un alto potencial antioxidante (Lee *et al.*, 2012), ya que contienen varias moléculas con actividad biológica, destacando particularmente al ácido elágico (Frías *et al.*, 2020), el cual, de acuerdo al origen de sus rutas de biosíntesis en los frutos de frambuesa, es sintetizado a través de los ácidos fenólicos; concretamente ácidos hidroxibenzoicos y se caracteriza por ser componente de estructuras complejas como son los taninos hidrolizables o también denominados elagitaninos. Estos últimos, poseen un núcleo glucídico (generalmente glucosa), que les genera la particularidad de ser susceptibles a hidrólisis en condición fisiológica, permitiendo la liberación gradual de sus componentes primarios. Destacando con ello el potencial de ácido elágico como antioxidante natural que promueve la correcta reproducción celular, ayudando a proteger a las células de los radicales libres (Nilo *et al.*, 2014).

Existen varios estudios clínicos que recomiendan el ácido elágico para prevenir y/o tratar enfermedades cardiovasculares, antiinflamatorias, antineurodegenerativas, parkinson, diabetes, cáncer, entre otras. En este sentido, Peiffer et al., (2014) y Shi et al., (2016) demostraron que la multiplicidad tumoral y el grado histológico de lesiones precancerosas esofágicas se redujeron en los animales alimentados con frambuesas liofilizadas, suprimiendo la proliferación celular y la señalización oncogénica. Cho et al., (2015) sugieren que las semillas de raspberries como la frambuesa podrían ser una fuente potencial de elagitaninos contra el cáncer de colón.

Otros hallazgos muestran que los fitoquímicos de la frambuesa roja inhibieron significativamente la proliferación celular, deteniendo la progresión del ciclo celular en la fase inicial, esto en células con carcinoma hepatocelular (cáncer de hígado) (Zhang *et al.*, 2018). Noratto et al., (2017)

Perfiles polifenoles	Estados de madurez					
	Semimaduro		*Maduro*		*Sobremaduro*	
Ácido elágico	28.47	25.44	**38.80**	**22.01**	27.74	23.27
Ácido gálico	25.46	22.68	19.94	17.52	24.40	16.61
Ácido clorogénico	4.62	7.23	9.84	10.21	11.40	7.34
Ácido p-cumárico	4.24	4.38	2.77	2.95	3.64	2.72
Ácido cafeico	2.87	2.47	4.97	5.14	6.23	4.06
Ácido hidroxibenzoico	3.74	1.27	0	1.01	2.66	0.79
Ácido protocateico	0.84	1.00	1.84	1.49	2.10	0.93
Kaempferol-3-B-D-glucopiranósido	4.71	2.48	2.035	0	0	0
Rutina	2.50	2.81	1.45	1.66	1.67	1.42
Quercetina-3-glucopónido	1.61	1.80	1.79	1.74	0.98	0.86
Quercetina-3-B-D-glucósido	1.95	1.98	0.94	0. 91	1.44	1.23

Tabla 1. Perfil de polifenoles de frutos de frambuesa en tres estados de madurez con sistema de fertilización orgánico vs convencional (Frias et al., 2021).

menciona que estos frutos (frambuesa) generan protección contra el estrés oxidativo inducido por diabetes. Inclusive se está considerando una alternativa prometedora en el tratamiento de la hiperglucemia y dislipidemias (Piña-Contreras *et al*., 2020). Así mismo; efectos protectores de ácido elágico sobre la locomoción y biomarcadores neuroinflamatorios contra el daño neuronal inducido por los radicales libres en la enfermedad de Parkinson (Farbood *et al*., 2015).

Recientemente investigadores de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas en colaboración con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo han desarrollado ensayos de producción y manejo pre-cosecha precisos con fertilización orgánica y convencional. Logrando cuantificar ácido elágico por gramo de peso fresco frambuesa. Los resultados encontrados, han permitido visualizar que con un manejo orgánico se puede incrementar hasta en un 85% el contenido de ácido elágico en frutos con madurez óptimo-maduro (figura 1).

Aun cuando los resultados de la investigación son muy prometedores, existen desventajas que acotan la comercialización de estos frutos. Son perecederos, se descomponen fácilmente, tienen limitada vida de anaquel, por lo que se limita que estén al alcance del consumidor en condiciones idóneas de consumo. Por lo que el desarrollo de un producto nutraceútico de frambuesa, representa una alternativa de disponibilidad de ácido elágico. Para ello mediante técnicas actualizadas y procedimientos de laboratorio se puede trabajar con el desarrollo de un excipiente de origen natural, que nos permite incrementar el volumen activo de ácido elágico. Una opción que ofrecen actualmente los procesos agroindustriales son el desarrollo de excipientes que mejoran la biodisponibilidad de macromoleculares específicas.

Bien un poco más a detalle, ¿en qué consisten estas tecnologías?

En su estado natural en frutas y verduras, muchas sustancias bioactivas tienen baja biodisponibilidad. Sin embargo, investigaciones recientes están demostrado que esa biodisponibilidad puede aumentar apreciablemente incorporándolas en sistemas de administración basados en partículas bien diseñados que son influidas por la composición de la matriz alimentaria, como son el contenido de carbohidratos, lípidos y ciertas proteínas que favorecen incrementando el volumen activo. Recientes investigaciones (2018-2022) han implementado estas tecnologías con resultados muy prometedores, mostrando excipientes que mejoraran la bioaccesibilidad de nutracéuticos importantes: ejemplo de ello es un estudio donde evaluaron la quercetina; preparando emulsiones de excipiente con aceite en agua estabilizadas mediante proteínas utilizando caseinato de sodio, aislado de proteína de suero y de proteína de soya como emulsionante. Los resultados 74% mayor volumen activo de quercetina con caseína de suero (Chen et al., 2018).

LITERATURA CITADA

Chen, X., McClements, D. J., Zhu, Y., Chen, Y., Zou, L., Liu, W., ... & Liu, C. (2018). Enhancement of the solubility, stability and bioaccessibility of quercetin using protein-based excipient emulsions. Food research international, 114, 30-37.

Cho, H., Jung, H., Lee, H., Yi, H. C., Kwak, H. K., & Hwang, K. T. (2015). Chemopreventive activity of ellagitannins and their derivatives from black raspberry seeds on HT-29 colon cancer cells. Food & function, 6(5), 1675-1683.
Farbood, Y., Sarkaki, A., Dolatshahi, M., Mansouri, S. M. T., & Khodadadi, A. (2015). Ellagic acid protects the brain against 6-hydroxydopamine induced neuroinflammation in a rat model of Parkinson's disease. Basic and Clinical Neuroscience, 6(2), 83.

Frías-Moreno, M. N., Parra-Quezada, R. A., González-Aguilar, G., Ruíz-Canizales, J., Molina-Corral, F. J., Sepulveda, D. R., ... & Olivas, G. I. (2021). Quality, bioactive compounds, antioxidant capacity, and enzymes of raspberries at different maturity stages, effects of organic vs. Conventional fertilization. Foods, 10(5), 953.
Espín, JC, García-Conesa, MT, & Tomás-Barberán, FA (2007). Nutracéuticos: hechos y ficción. Fitoquímica , 68 (22-24), 2986-3008.

Karelakis, C., Zevgitis, P., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2020). Consumer trends and attitudes to functional foods. Journal of International Food & Agribusiness Marketing, 32(3), 266-294.

Lee, J., Dossett, M., & Finn, C.E. (2012). Rubus fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. Food Chemistry, 130, 785-796.

Nilo, SH y Park, SW (2014). Bayas comestibles: componentes bioactivos y su efecto en la salud humana. Nutrición , 30 (2), 134-144.

Noratto, G. D., Chew, B. P., & Atienza, L. M. (2017). Red raspberry (Rubus idaeus L.) intake decreases oxidative stress in obese diabetic (db/db) mice. Food Chemistry, 227, 305-314.

Peiffer, D. S., Zimmerman, N. P., Wang, L. S., Ransom, B. W., Carmella, S. G., Kuo, C. T., ... & Stoner, G. D. (2014). Chemoprevention of Esophageal Cancer with Black Raspberries, Their Component Anthocyanins, and a Major Anthocyanin Metabolite, Protocatechuic Acid-Chemoprevention of Esophagus Cancer with Berry Constituents. Cancer prevention research, 7(6), 574-584.
Piña-Contreras, N., Martínez-Moreno, A. G., Ramírez-Anaya, J. D. P., Espinoza-Gallardo, A. C., & Valdés, E. H. M. (2022). Raspberry (Rubus idaeus L.), a Promising Alternative in the Treatment of Hyperglycemia and Dyslipidemias. Journal of Medicinal Food, 25(2), 121-129
Zhang, H., Liu, J., Li, G., Wei, J., Chen, H., Zhang, C., ... & Liu, M. (2018). Fresh red raspberry phytochemicals suppress the growth of hepatocellular carcinoma cells by PTEN/AKT pathway. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 104, 55-65.

Shi, N., Riedl, K. M., Schwartz, S. J., Zhang, X., Clinton, S. K., & Chen, T. (2016). Efficacy comparison of lyophilised black raspberries and combination of celecoxib and PBIT in prevention of carcinogen-induced oesophageal cancer in rats. Journal of functional foods, 27, 84-94.

BIOFORTIFICACIÓN CON *NANOPARTÍCULAS* DE ZINC EN FRIJOL

Alejandro Palacio-Márquez, Carlos A. Ramírez-Estrada, Julio César Anchondo Páez, Esteban Sánchez Chávez* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. CIAD, Av. 4 Sur 3828, Fracc. Vencedores del Desierto. 33088, Delicias, Chihuahua, México.

Autor de correspondencia: esteban@ciad.mx
Palabras clave: ***Biofortificación, nanotecnología, malnutrición.***

El zinc (Zn) es un nutriente esencial para los organismos, y tiene un papel fundamental dentro del cuerpo humano (1). El requerimiento del Zn en adultos es de 11 mg.dia-1 y se encuentra presente en una cantidad de 2 a 3 g, siendo el segundo micronutriente más abundante en el cuerpo humano. La deficiencia de zinc es muy común en países donde la dieta es desbalanceada, principalmente en lugares con dietas basadas en cereales y bajo consumo de carne. Aproximadamente, el 33% de la población mundial se ve afectada por la deficiencia de Zn, siendo la causante del 5% de las muertes en niños menores de 5 años; mientras que, en los países en desarrollo, la deficiencia de Zn es la quinta causa principal de enfermedades (2).

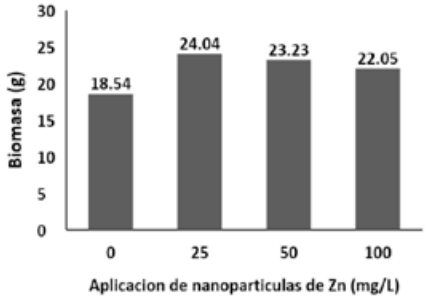
Actualmente, una estrategia innovadora a la problemática de la deficiencia de micronutrientes en la dieta es la "Biofortificación". La cual ha sido definida como el proceso de incrementar las concentraciones disponibles de elementos esenciales en porciones comestibles de plantas cultivadas a través de la fertilización o mejoramiento genético (3). El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es una de las especies que se han tomado en cuenta para los programas de biofortificación debido a que es la leguminosa de mayor consumo directo, siendo el principal alimento para más de 300 millones de personas en regiones de África y América Latina. Además, el frijol es la principal fuente de proteínas de origen vegetal y aporta un alto contenido de minerales, especialmente hierro y zinc (4). Para llevar a cabo el proceso de incrementar la concentración de minerales en los tejidos vegetales, es necesaria la aplicación de dichos nutrientes a través de la fertilización, el uso de la nanotecnología surge como una forma posible para lograr el desarrollo óptimo de las plantas de forma sustentable y precisa; dado su tamaño, las plantas pueden absorberlas con una dinámica diferente, lo que presenta una ventaja frente a los fertilizantes tradicionales, pudiendo reducir la cantidad de fertilizante a utilizar y por ende, mitigar el impacto ambiental (5). En base a lo anterior, el objetivo del estudio fue aumentar el contenido de zinc en plantas de frijol a través de la biofortificación mediante la aplicación de nanopartículas de zinc (NpZnO).

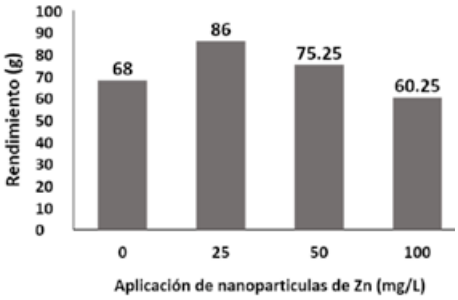
El experimento se llevó a cabo en un invernadero en las instalaciones del CIAD en Cd. Delicias, Chihuahua, con una temperatura media de 29.4°C. Se utilizaron plantas de frijol ejotero cv. Strike y macetas que fueron llenadas con un sustrato compuesto por vermiculita y perlita agrícola en una proporción 2:1. Se colocaron 2 plantas por maceta y se regaron con 500 ml de una solución nutritiva completa. Una vez que transcurrieron 15 días después de la germinación se aplicaron las NpZnO de forma foliar a dosis de 25, 50 y 100 mg/L. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

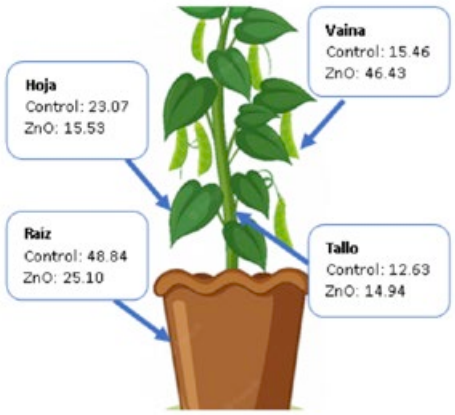
La industria alimentaria busca soluciones sustentables en la agricultura moderna para la producción de biomasa, debido al exceso de recursos que consume para mantener la producción alimentaria requerida (6). En la Figura 2 podemos observar como la aplicación foliar de NpZnO favoreció la producción de biomasa y el rendimiento de plantas de frijol, especialmente cuando la dosis aplicada fue baja. Además, en el caso del rendimiento, el tratamiento de 25 mg/L de NpZnO obtuvo valores por encima del promedio de 78 g por planta reportado para plantas de frijol Strike (7). Estos resultados colocan a las NpZnO como una alternativa viable para utilizar en los campos agrícolas e indican una posible reducción en las cantidades de fertilizante a utilizar sin afectar el desarrollo de los cultivos.

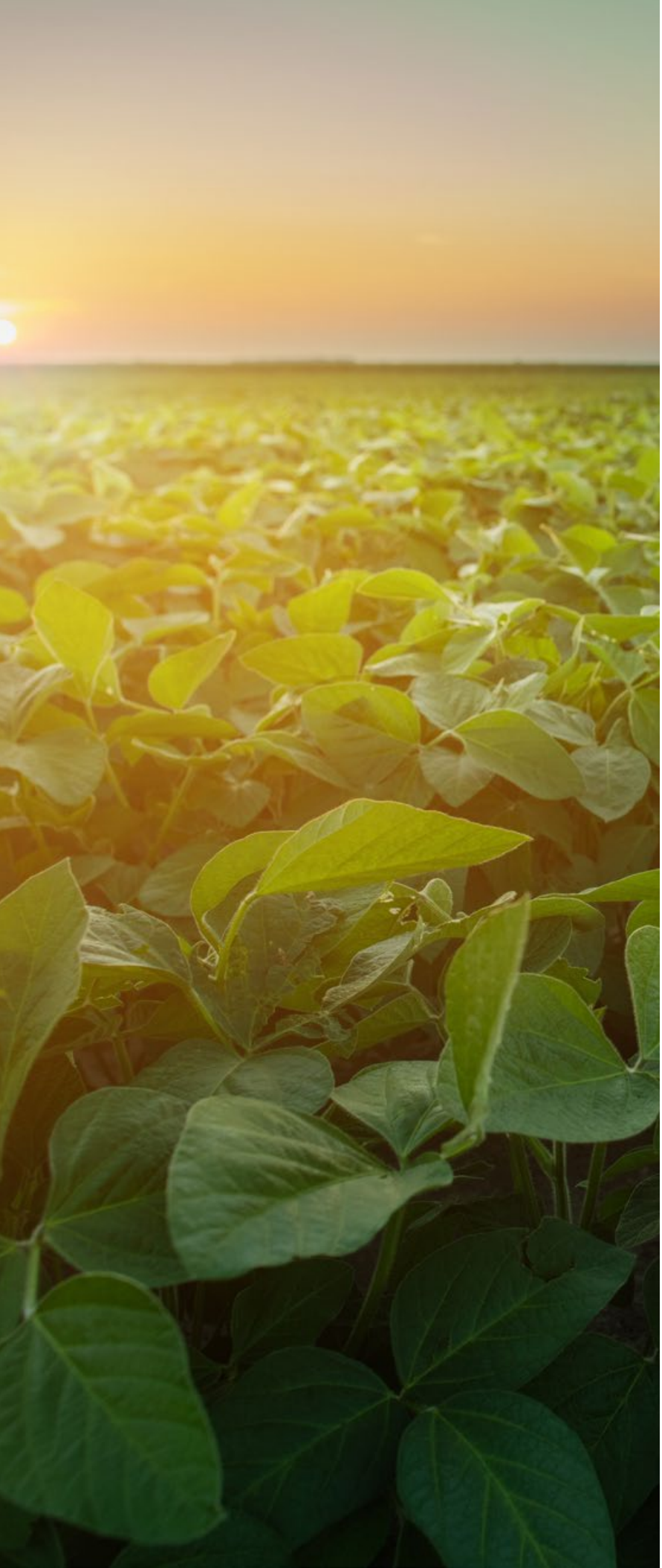
El proceso de biofortificación agronómica puede incrementar el contenido de un nutriente en específico en el fruto de las plantas sin afectar el desarrollo de estas (8). La aplicación de NpZnO incrementó el contenido de este micronutriente en las vainas de frijol Strike en un rango de 32 a 103% como se muestra en la Tabla 1, encontrando que, a mayor cantidad de zinc aplicado, mayor era el porcentaje de biofortificación. Estas técnicas para incrementar el contenido biodisponible de micronutrientes como el Zn en partes comestibles de las plantas se pueden llevar a cabo ya que el fruto de las plantas funciona como sitio de almacenaje cuando se aplica un exceso del micronutriente sin caer en el rango de toxicidad para la planta.

Por su parte, el patrón de distribución es un indicador empleado para determinar la distribución de los nutrientes en los diferentes órganos de una planta (8). En la Figura 3, puede observarse









Tratamiento (mg/L de ZnO)	Grado de biofortificación (%)
25	32.96
50	97.77
100	103.35

la distribución del Zn dentro de la planta, encontrando una mayor concentración en la hoja en relación con el tratamiento control, el cual tuvo una concentración mayor en la raíz. Estos resultados eran esperados debido a que el zinc es considerado un elemento condicionalmente móvil, por lo cual es lógico encontrar una mayor concentración de Zn en los órganos donde fue aplicado, sin embargo, diversos estudios indican que a pesar de su movilidad reducida las aplicaciones foliares tienen un beneficio en el desarrollo de la planta (5).

En conclusión, la aplicación foliar de NpZnO favorece el proceso de biofortificación encontrando aumentos promedio de 78.03% en el contenido de zinc en fruto, colocando a las nanopartículas de zinc como una alternativa prometedora para su uso en programas de biofortificación, además de que su aplicación no afecto el desarrollo del cultivo de frijol, alcanzando aumentos en la biomasa y rendimiento sobre todo cuando las dosis fueron bajas, especialmente la dosis de 25 mg/L. Finalmente, cabe destacar que el proyecto está enfocado en reducir la deficiencia de micronutrientes generando alternativas sustentables y precisas para los programas de biofortificación en frijol, ayudando a alcanzar la seguridad alimentaria del país.

REFERENCIAS

Caro CR, Coronell MDC, Arrollo J, Martínez G, Majana LS, & Sarmiento-Rubiano LA. (2016). La deficiencia de zinc: un problema global que afecta la salud y el desarrollo cognitivo. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 66(3).

Singh MK, & Prasad SK. (2014). Agronomic aspects of zinc biofortification in rice (Oryza sativa L.). Proceedings of the national academy of sciences, India section B: biological Sciences, 84(3):613-623.

Cakmak I, & Kutman UÁ. (2018). Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. European Journal of Soil Science, 69(1):172-180.

Blair MW. (2013). Mineral biofortification strategies for food staples: the example of common bean. Journal of agricultural and food chemistry, 61(35):8287-8294.

El-Ramady H, Abdalla N, Alshaal T, El-Henawy A, Elmahrouk M, Bayoumi Y, & Schnug E. (2018). Plant nano-nutrition: perspectives and challenges. In Nanotechnology, food security and water treatment (pp. 129-161). Springer, Cham.

Joshi R, Singla-Pareek SL, & Pareek A. (2018). Engineering abiotic stress response in plants for biomass production. Journal of Biological Chemistry, 293(14):5035-5043.

Salinas-Ramírez N., Escalante-Estrada JA, Rodríguez-González M, Sosa-Montes E. (2012). Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero en dos ambientes. Revista Fitotecnia Mexicana, 35(4):317-323.

Sida-Arreola JP, Sánchez E, Ojeda-Barrios DL, Ávila-Quezada GD, Flores-Córdova MA, Márquez-Quiroz C, & Preciado-Rangel P. (2017). Can biofortification of zinc improve the antioxidant capacity and nutritional quality of beans?. Emirates Journal of Food and Agriculture, 29(3):237-241.

AGROBIO TECNOLOGÍA:

La biotecnología en el control de plagas

Stephanie Solano Ornelas[1], Ricardo Beltrán Gardea[2], Damaris Leopoldina Ojeda Barrios[1], Tania Siqueiros Cendón[2], Carmen Daniela González Barriga[3], Quintín Rascón Cruz[2], Edward Alexander Espinoza Sánchez[2], Sigifredo Arévalo Gallegos[2]*

[1]Laboratorio de Química, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, C.P. 31200, Chihuahua, Chih. México. [2]Laboratorio de Biotecnología I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n Nuevo Campus Universitario, C. P. 31125 Chihuahua, Chih., México. [3]Laboratorio de Cultivo de Tejidos, División de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Av. Heroico Colegio Militar 4700, Nombre de Dios, C.P. 31100, Chihuahua, Chih., México.

**Autor de correspondencia*: sareval@uach.mx

Palabras clave: ***Agricultura, ingeniería genética, resistencia a plagas.***

A lo largo de los años las plantas han sido utilizadas por la biotecnología para producir proteínas a fin de cubrir las necesidades de una población en constante crecimiento, la cual se estima que superará los 9 mil millones de personas para el 2050. Si bien, sigue existiendo resistencia a la producción de plantas modificadas genéticamente, estas se han convertido en una oportunidad para desarrollar plantas con características deseables [1].

Las plantas juegan un papel importante en la supervivencia humana, generando ~80% de los alimentos que consumimos diariamente [2]; sin embargo, con frecuencia están expuestas a condiciones de estrés biótico, y aunque poseen la capacidad de defenderse contra las plagas y enfermedades, a menudo sucumben a ellas. Se estima que existen ~70,000 especies de plagas en el mundo, y aunque solo el 10% son consideradas plagas graves [3], causan que más del 40% de la producción de alimentos se pierda antes de la cosecha, con un 20% de pérdidas adicionales posteriores a la cosecha por otras plagas [4].

Para asegurar la producción de alimentos, en la agricultura moderna se ha propiciado la aplicación de pesticidas, cuyo uso aumentó de 1.55 kg Ha-1 en 1990 a 2.69 kg Ha-1 en 2019 [5]; sin embargo, cada año el uso de plaguicidas produce 385 millones de casos de intoxicación aguda alrededor del mundo; es decir, ~44% de los agricultores sufren envenenamiento anualmente, 11 mil de los cuales terminan en la muerte [6]. Adicionalmente, considerando que el 50% de los pesticidas son clasificados como organofosforados [7], los cuales pueden translocarse desde las raíces hasta las hojas de las plantas, mismas que son consumidas por la población en general [8,9], el número de casos de intoxicación podría ser mayor al reportado.

Debido a los problemas de salud asociados a pesticidas y a la resistencia de muchas plagas a distintos agroquímicos (más de 17 mil casos de resistencia entre 612 especies para 2020) [10], se ha pensado en una alternativa no química, consistente en la inserción de una variedad de genes en las plantas para el control de diferentes plagas.

El uso de la biotecnología para el control de plagas inició en 1901, cuando se observó que la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), específicamente sus proteínas Cry, causaban la muerte del gusano de seda [11], lo que propició la idea de usar B. thuringiensis para el control de plagas, y para 1938 ya se comercializaba en Francia el primer producto Bt llamado "Sporeine" [12].
Debido al impacto que provocaron las proteínas de *B. thuringiensis*, en 1987 se introdujo el primer gen insecticida en plantas [13]. Desde entonces, el desarrollo de cultivos Bt ha ido en aumento, tan es así, que, al día de hoy, más del 80% del algodón y maíz cultivado en Estados Unidos ha sido modificado genéticamente [14].

Actualmente, se han reportado más de 700 genes que codifican proteínas Cry, que han sido la principal estrategia para el control de coleópteros, lepidópteros, dípteros, hemípteros, himenópteros, ortópteros, ftirápteros, nematodos, ácaros y protozoos [15,16]. No obstante, se ha observado que el uso continuo de proteínas Cry ha permitido que los insectos empiecen a desarrollar resistencia contra éstas [17-20], probablemente debido a su poca acumulación en el citoplasma, resultado de la expresión nuclear de estos genes. Para evitar esto, se ha propuesto expresar los genes de proteínas Cry en el genoma del cloroplasto que aparte de producir proteínas, las acumula en grandes cantidades. Esta idea ha sido probada con la expresión de la proteína Cry1Ac que resultó en protección contra *Helicoverpa*, *Heliothis*, y *Spodoptera* [21], abriendo la puerta para que otras proteínas Cry tales como Cry1Ia5, Cry2Aa2, Cry9Aa2, Cry1Ab, Cry1C fueran expresadas en tabaco, soya, col y álamo, controlando *Hyphantria*, *Lymantria*, *Phthorimaea*, *Plutella*, *Helicoverpa* y *Anticarsia* [22-27], confirmando que la mayor acumulación de proteína en los cloroplastos impide el desarrollo de resistencias a las proteínas Cry; por lo que, la expresión de estas proteínas dentro del cloroplasto parece ser una opción viable [28-31].

En busca de alternativas para el control de insectos plaga, en años recientes se ha propuesto el uso de ARN de interferencia (ARNi), lo cual es interesante porque elimina la dependencia del uso de proteínas, y esto ya se ha probado eficientemente con el uso de ARN de doble cadena (ARNds) y ARN de horquilla (ARNhp).

Las primeras evidencias del potencial de ARNi fueron reportadas en plantas de maíz [32], usando ARNds para inhibir la expresión de una ATPasa vacuolar en Diabrotica virgifera virgifera, resultando en un retraso del crecimiento larvario y mortalidad. Igualmente se silenció el gen del citocromo P450, altamente expresado en el intestino de Helicoverpa armigera para disminuir las transcripciones del gen CYP6AE14 retrasando el crecimiento larvario [33]. Desde entonces se han reportado nuevos estudios; e.g., en 2014 los genes *MpAChE2*, *V-ATPasaE*, y *TBCD* que codifican para acetilcolinesterasa 2, Subunidad E de la ATPasa, y el cofactor de plegamiento de tubulina D fueron silenciados para controlar Myzus persicae [34]. Recientemente se silenciaron los genes catepsina *L*, *HARP1*, *HaAce1*, *GST*, *BtGSTs5*, *Bt56*, *EcR*, *SaZFP*, *TPS*, *PxAK* y *Pxβ* para controlar *Helicoverpa*, *Bemisia*, *Sitobion*, *Diaphorina*, *Plutella*, *Chilo* y *Leptinotarsa* [35-47].

Los resultados obtenidos con el ARN de interferencia han mostrado que esta tecnología tiene gran potencial para el control de plagas, tan es así que en 2017 fue aprobada la primera variedad de maíz modificado, Smartstax PRO®, el cual expresa un ARNds del gen Snf7 de D. *virgifera virgifera* [48-50], proyectando que su comercialización ocurra este 2022.

El aumento de la población ha obligado a incrementar la producción de productos agrícolas, lo cual derivó que en 2020 se destinaran 1,449,505,966 hectáreas para la agricultura a nivel mundial; esto ha ido acompañado con una pérdida económica por el continuo ataque de plagas a los cultivos, por lo que diferentes estrategias están siendo utilizadas para asegurar el suministro constante de alimentos. Si bien la ingeniería genética de plantas, como herramienta para la protección de cultivos agrícolas, aún tiene algunos retos que resolver, ofrece la oportunidad de reducir los costos de producción y ayudar a obtener una seguridad alimentaria.

REFERENCIAS

1. Xu, J., M. Towler, y P.J. Weathers. 2018. Platforms for plant-based protein production, in Bioprocessing of Plant In Vitro Systems, A. Pavlov y T. Bley, Editors. Springer International Publishing: Cham. 509-548. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54600-1_14

2. FAO. 2020. Plant health 2020. En línea, acceso 12/03/2022, https://www.fao.org/plant-health-2020/en/

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

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. FAO. 2019. Pesticides indicators. En línea, acceso 11/03/2022, https://www.fao.org/faostat/en/#-data/EP

6. Boedeker, W., M. Watts, P. Clausing, y E. Marquez. 2020. The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. BMC Public Health. 20 (1): 1875. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09939-0

7. 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. 21 (11): 3856. https://doi.org/10.3390/s21113856

8. Olisah, C., G. Rubidge, L.R.D. 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

9. Sapbamrer, R. y S. Hongsibsong. 2014. Organophosphorus pesticide residues in vegetables from farms, markets, and a supermarket around Kwan Phayao Lake of Northern Thailand. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 67 (1): 60-67. https://doi.org/10.1007/s00244-014-0014-x

10. APRD. 2022. Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD). En línea, acceso https://www.pesticideresistance.org/

11. Ishiwatari, S. 1901. On a new type of severe flacherie (sotto disease). Dainihon Sansi Kaiho. 114 1-5.

12. Brar, S.K., M. Verma, R.D. Tyagi, y J.R. 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

13. Vaeck, M., A. Reynaerts, H. Höfte, S. Jansens, M. De Beuckeleer, C. Dean, M. Zabeau, M.V. Montagu, y J. Leemans. 1987. Transgenic plants protected from insect attack. Nature. 328 (6125): 33-37. https://doi.org/10.1038/328033a0

14. 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/

15. Ye, W., L. Zhu, Y. Liu, N. Crickmore, D. Peng, L. Ruan, y M. Sun. 2012. Mining new crystal protein genes from Bacillus thuringiensis on the basis of mixed plasmid-enriched genome sequencing and a computational pipeline. Applied environmental microbiology. 78 (14): 4795-4801. https://doi.org/10.1128/AEM.00340-12

16. Guo, Y., M. Weng, Y. Sun, R. Carballar-Lejarazú, S. Wu, y C. Lian. 2022. Bacillus thuringiensis toxins with nematocidal activity against the pinewood nematode Bursaphelenchus xylophilus. Journal of Inv ertebrate

Pathology. 189 107726. https://doi.org/10.1016/j.jip.2022.107726

17. Huang, F., L.L. Buschman, R.A. Higgins, y W.H. McGaughey. 1999. Inheritance of resistance to bacillus thuringiensis toxin (Dipel ES) in the european corn borer. Science. 284 (5416): 965-7. https://doi.org/10.1126/science.284.5416.965

18. Akhurst, R.J., W. James, L.J. Bird, y C. Beard. 2003. Resistance to the Cry1Ac delta-endotoxin of Bacillus thuringiensis in the cotton bollworm, Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). J Econ Entomol. 96 (4): 1290-9. https://doi.org/10.1603/0022-0493-96.4.1290

19. Tabashnik, B.E., J.B. Van Rensburg, y Y. Carrière. 2009. Field-evolved insect resistance to Bt crops: definition, theory, and data. J Econ Entomol. 102 (6): 2011-25. https://doi.org/10.1603/029.102.0601

20. Wright, D.J., M. Iqbal, F. Granero, y J. Ferre. 1997. A Change in a single midgut receptor in the diamondback moth (Plutella xylostella) is only in part responsible for field resistance to Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki and B. thuringiensis subsp. aizawai. Appl Environ Microbiol. 63 (5): 1814-9. https://doi.org/10.1128/aem.63.5.1814-1819.1997

21. McBride, K.E., Z. Svab, D.J. Schaaf, P.S. Hogan, D.M. Stalker, y P. Maliga. 1995. Amplification of a chimeric Bacillus gene in chloroplasts leads to an extraordinary level of an insecticidal protein in tobacco. Bio/technology. 13 (4): 362-365. https://doi.org/10.1038/nbt0495-362

22. Liu, C.-W., C.-C. Lin, J.-C. Yiu, J.J.W. Chen, y M.-J. Tseng. 2008. Expression of a Bacillus thuringiensis toxin (cry1Ab) gene in cabbage (Brassica oleracea L. var. capitata L.) chloroplasts confers high insecticidal efficacy against Plutella xylostella. Theor Appl Genet. 117 (1): 75-88. https://doi.org/10.1007/s00122-008-0754-y

23. De Cosa, B., W. Moar, S.B. Lee, M. Miller, y H. Daniell. 2001. Overexpression of the Bt cry2Aa2 operon in chloroplasts leads to formation of insecticidal crystals. Nat Biotechnol. 19 (1): 71-4. https://doi.org/10.1038/83559

24. Chakrabarti, S.K., K.A. Lutz, B. Lertwiriyawong, Z. Svab, y P. Maliga. 2006. Expression of the cry9Aa2 B.t. gene in tobacco chloroplasts confers resistance to potato tuber moth. Transgenic Res. 15 (4): 481-8. https://doi.org/10.1007/s11248-006-0018-z

25. Dufourmantel, N., G. Tissot, F. Goutorbe, F. Garçon, C. Muhr, S. Jansens, B. Pelissier, G. Peltier, y M. Dubald. 2005. Generation and analysis of soybean plastid transformants expressing Bacillus thuringiensis Cry1Ab protoxin. Plant Mol Biol. 58 (5): 659-668. https://doi.org/10.1007/s11103-005-7405-3

26. Reddy, V.S., S. Leelavathi, A. Selvapandiyan, R. Raman, F. Giovanni, V. Shukla, y R.K. Bhatnagar. 2002. Analysis of chloroplast transformed tobacco plants with cry1Ia5 under rice psbA transcriptional elements reveal high level expression of Bt toxin without imposing yield penalty and stable inheritance of transplastome. Mol Breed. 9 (4): 259-269. https://doi.org/10.1023/A:1020357729437

27. Wu, Y., L. Xu, L. Chang, M. Ma, L. You, C. Jiang, S. Li, y J. Zhang. 2019. Bacillus thuringiensis cry1C expression from the plastid genome of poplar leads to high mortality of leaf-eating caterpillars. Tree Physiol. 39 (9): 1525-1532. https://doi.org/10.1093/treephys/tpz073

28. Muzaffar, A., S. Kiani, M.A.U. Khan, A.Q. Rao, A. Ali, M.F. Awan, A. Iqbal, I.A. Nasir, A.A. Shahid, y T. Husnain. 2015. Chloroplast localization of Cry1Ac and Cry2A protein-an alternative way of insect control in cotton. Biol Res. 48 (1): 1-11. https://doi.org/10.1186/s40659-015-0005-z

29. Wu, J., X. Luo, X. Zhang, Y. Shi, y Y. Tian. 2011. Development of insect-resistant transgenic cotton with chimeric TVip3A* accumulating in chloroplasts. Transgenic Res. 20 (5): 963-973. https://doi.org/10.1007/s11248-011-9483-0

30. Kiani, S., B.B. Mohamed, K. Shehzad, A. Jamal, M.N. Shahid, A.A. Shahid, y T. Husnain. 2013. Chloroplast-targeted expression of recombinant crystal-protein gene in cotton: an unconventional combat with resistant pests. J Biotechnol. 166 (3): 88-96. https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2013.04.011

31. Li, X., S. Li, Z. Lang, J. Zhang, L. Zhu, y D. Huang. 2013. Chloroplast-targeted expression of the codon-optimized truncated cry1Ah gene in transgenic tobacco confers a high level of protection against insects. Plant Cell Rep. 32 (8): 1299-1308. https://doi.org/10.1007/s00299-013-1444-z

32. 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. Nat Biotechnol. 25 (11): 1322-1326. https://doi.org/10.1038/nbt1359

33. Mao, Y.B., W.J. Cai, J.W. Wang, G.J. Hong, X.Y. Tao, L.J. Wang, Y.P. Huang, y X.Y. Chen. 2007. Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant-mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol. Nat Biotechnol. 25 (11): 1307-13. https://doi.org/10.1038/nbt1352

34. 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

35. 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

36. 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

37. 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

38. Chen, C.-Y., Y.-Q. Liu, W.-M. Song, D.-Y. Chen, F.-Y. Chen, X.-Y. Chen, Z.-W. Chen, S.-X. Ge, C.-Z. Wang, S. Zhan, X.-Y. Chen, y Y.-B. Mao. 2019. An effector from cotton bollworm oral secretion impairs host plant defense signaling. Proc Natl Acad Sci U S A. 116 (28): 14331. https://doi.org/10.1073/pnas.1905471116

39. 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

40. 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

41. 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. J Proceedings of the National Academy of Sciences. 116 (2): 490-495. https://doi.org/10.1073/pnas.1714990116

42. 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

43. Sun, Y., C. Sparks, H. Jones, M. Riley, F. Francis, W. Du, y L. Xia. 2019. Silencing an essential gene involved in infestation and digestion in grain aphid through plant-mediated RNA interference generates aphid-resistant wheat plants. Plant Biotechnol J. 17 (5): 852-854. https://doi.org/10.1111/pbi.13067

44. Liu, X., Z. Zou, C. Zhang, X. Liu, J. Wang, T. Xin, y B. Xia. 2020. Knockdown of the Trehalose-6-Phosphate Synthase gene using RNA interference inhibits synthesis of trehalose and increases lethality rate in Asian Citrus Psyllid, Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae). Insects. 11 (9): 605. https://doi.org/10.3390/insects11090605

45. Fu, S., Z. Liu, J. Chen, G. Sun, Y. Jiang, M. Li, L. Xiong, S. Chen, Y. Zhou, M. Asad, y G. Yang. 2020. Silencing arginine kinase/integrin β1 subunit by transgenic plant expressing dsRNA inhibits the development and survival of Plutella xylostella. Pest Management Science. 76 (5): 1761-1771. https://doi.org/10.1002/ps.5701

46. Jiang, S., H. Wu, H. Liu, J. Zheng, Y. Lin, y H. Chen. 2017. The overexpression of insect endogenous small RNAs in transgenic rice inhibits growth and delays pupation of striped stem borer (Chilo suppressalis). Pest Management Science. 73 (7): 1453-1461. https://doi.org/10.1002/ps.4477

47. He, K., H. Xiao, Y. Sun, S. Ding, G. Situ, y F. Li. 2019. Transgenic microRNA-14 rice shows high resistance to rice stem borer. Plant Biotechnol J. 17 (2): 461-471. https://doi.org/10.1111/pbi.12990

48. ISAAA. 2022. GM Approval Database. En línea, acceso 12/03/022, https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/

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

50. 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 SmartStax PRO 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

TALLER ONLINE GRATUITO

LOS DERECHOS DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL©

7-11 DE NOVIEMBRE 2022

INFORMES & INSCRIPCIONES:
c.piedra@i2c.com.mx

IMPI
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

CHIHUAHUA
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos sí podemos

SECRETARÍA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO

I²C
INSTITUTO DE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

PROPIEDAD INDUSTRIAL Y *AGROTECNOLOGÍA* EN CHIHUAHUA

Solicitudes ingresadas al IMPI por el grupo de docentes, investigadores y alumnos del TecNM campus Delicias		
Figura juridica	**Expediente**	**Estatus**
Patente	MX/a/2018/013899	En estudio
Modelo de Utilidad	MX/u/2018/000641	Otorgado 28/05/2021
Diseño Industrial	MX/f/2018/003378	Otorgado 28/08/2020
Patente	MX/a/2019/014515	En estudio
Modelo de Utilidad	MX/u/2019/000649	En estudio
Diseño Industrial	MX/f/2019/003531	En estudio
Modelo de Utilidad	MX/u/2020/000110	En estudio
Diseño Industrial	MX/f/2020/000687	En estudio

El Instituto de Innovación y Competitividad (I2C), tiene como propósito difundir y promover la cultura de la protección de las innovaciones y/o invenciones, así como de incrementar el registro de solicitudes de patentes, de modelos de utilidad y de diseños industriales, en el estado de Chihuahua.

Para atender dicho propósito, ofrece periódicamente talleres sobre documentación de patentes, modelos de utilidad y diseños industriales, para que los Inventores Independientes, Investigadores, y todas aquellas personas interesadas en el tema, de Instituciones de Educación Superior Públicas y Privadas, Centros de Investigación y Desarrollo, Laboratorios, Incubadoras, Oficinas de Transferencia de Tecnología, Organizaciones no Gubernamentales, PYMES, etc., participen en estos talleres y documenten sus innovaciones. Adicionalmente, el I2C cubre la tarifa respectiva al trámite de solicitud, para que sea ingresada a estudio ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

La oferta de los talleres inició en 2018 y continúa hasta la fecha, habiendo registrado hasta este momento 213 solicitudes, de inventores(as)/creadores(as) provenientes de todo el estado.
En esta ocasión, me permito destacar a un grupo de participantes de diversas ediciones del Taller "*Un bien intangible. Los derechos de la propiedad industrial*", el grupo forma parte de la planta docente del Instituto Tecnológico de Delicias (TecNM campus Delicias), siendo un grupo proactivo y que, derivado de su participación en los talleres, han ingresado hasta este momento, ocho solicitudes ante el IMPI, de las cuales, dos les han sido otorgadas.

Cabe destacar que ambos títulos otorgados, se enfocan a atender un área prioritaria del estado, específicamente están diseñados para la deshidratación del Chile Chipotle, producto para el cual el estado de Chihuahua es líder en producción a nivel nacional e internacional. Según datos del Servicio Agroalimentario y Pesquero (SIAP), en Chihuahua, durante el año 2021, se cosechó alrededor del 20% de la producción de chile jalapeño, producto del cual se desprende el chile chipotle, traduciéndose en una derrama de aproximadamente un mil 999 millones de pesos.

Los creadores y/o inventores participaron en todos los proyectos antes mencionados son:

Mario Abelardo Aguirre Orozco
Martha Lilia Delgado Martínez
Olivia Márquez Monárrez

También se contó con la participación de los(as) siguientes inventores(as):

Rodolfo Pérez Robles
Antonio Eduardo Flores Salinas
Germán Guillermo López Rodríguez
Mayte Rubio Gutiérrez
Flor María Del Sol López Mijarez
Flor Iveth Quiroz Cota
Jesús Amado Peinado López
Ever Ulises Villalobos Orozco
Cinthia Lizeth Hernández Holguín
Nora Isela Castro Hinojos
Jesús José Contreras Martínez
Lizbeth Bojórquez Rodriguez
Miriam Lizeth Ruiz Silva
Rodolfo Rodriguez Mercado
Elvia Dolores Lozano Rodriguez
Raul Eduardo Ochoa Terrazas
Mario Abelardo Aguirre López
Jesús José Contreras Martínez

En la siguiente edición abordaremos el registro de propiedad intelectual y el uso de la tecnología y su aplicación en las Ciencias Sociales y las Humanidades.

Para mayores informes sobre el Programa permanente de apoyo al registro de la Propiedad Intelectual, contactar a:
Carlos Piedra

REFERENCIA:

https://www.elheraldodejuarez.com.mx/local/parral/chile-chipotle-el-manjar-ahumado-que-conquista-el-mundo-chihuahua-productos-regionales-del-campo-7670173.html

PROYECTOS DE PRE-INCUBACIÓN DE EMPRENDIMIENTO DE BASE

CIENTÍFICO Y/O TECNOLÓGICO

Emprendedor:
Proyecto: Smart Farm.
Industria/ Ganadería
Contacto: lazaro.lara@smartfarm.com.mx

Los ranchos ganaderos son territorios muy extensos en el orden de miles de hectáreas, esto hace que el trabajo de pastoreo sea complicado ya que el territorio es a veces inaccesible en vehículos o a caballo, y lleva demasiado tiempo saber su ubicación, si tiene acceso a agua y comida, existe alguna enfermedad o accidente, el desconocer la ubicación exacta del ganado lleva a otros problemas entre ellos no conocer la cantidad total de cabezas, no se sabe cuándo hay nuevas crías, no es posible planear correctamente el movimiento del ganado a diferentes pastizales cuando sea necesario, y el robo de animales que pasa desapercibido.
Falta de personal capacitado para realizar estas tareas, el poco personal que tiene los conocimientos necesarios no está dispuesto a vivir en los ranchos alejados y prefieren estar cerca de las ciudades.

En la ganadería también se requieren mejores técnicas de monitoreo de ganado, saber en qué lugar se encuentran cada animal, temperatura ambiental movimiento dentro del pastizal, estado de bebederos cercos y de más infraestructura en el rancho.

Es por todo lo anterior que se propone la creación de una herramienta que ayude a solucionar esta problemática, proponiendo una plataforma de administración de ganado, para obtener una descripción completa de la propiedad, conocer la ubicación y salud del ganado en todo momento, mediante uso de sensores GPS, con el propósito de administrar la empresa de manera más eficiente. Con aplicaciones móviles para Android, iOS y PC. La aplicación enviará de información relevante como alertas de movimiento o salida de límites de la propiedad o pastizal, generación de datos de desempeño de los animales para toma de mejores decisiones, ahorro de tiempo en revisar el ganado y nivel de beberos con uso de sensores de nivel de agua. Será posible verificar la operación desde cualquier lugar y en cualquier momento, con pastizales digitalizados. Hacer mejores decisiones de infraestructura y mejorar los ingresos, gracias al análisis de datos haciendo reportes de patrones de pastoreo, y de esta manera conocer se mueven los animales por la propiedad y cuando es necesario de hacer cambios a otro pastizal.

Información individual de cada animal, como edad, medicamentos, vacunas, enfermedades, temperatura, localización actual y demás datos relevantes.

Emprendedor: Óscar Keiloht Chávez Ramírez
Proyecto: AgroDao
Industria/ Agricultura
Contacto: a357835@uach.mx

La idea nació con un proyecto de estadías en la universidad, que se trataba de una máquina compostadora para ayudar principalmente a las familias luego se pensó en agricultores. Con la composta que se realizó se podría usar en plantas, pequeñas huertas en casas o en dado caso de los agricultores

en las siembras. La propuesta se presentó en un hackaton sobre blockchain, de ser una idea de una máquina compostadora pasamos a una idea de inversión a los agricultores ya que se observó que las ayudas no cubren todas las necesidades. El principal objetivo del proyecto es ayudar a los agricultores con inversiones mediante tecnología Blockchain, la máquina compostadora no se hizo a un lado si no que se complementará para que en los hogares si la familia decide vender la composta que realizaron. Todo esto se haría dentro del mismo ecosistema de blockchain.

Como emprendedores tenemos la visión de hacer que las personas sean más conscientes, de que a los desperdicios se les puede sacar un provecho y no solo monetario sí que, no ayudando al medio ambientes, regresando esos nutrientes a la tierra y empezar ese ciclo nuevamente.

Emprendedor: Luis Adrián Cereceres Pérez
Proyecto: Envase temporal inteligente
Industria/ Agricultura
Contacto: cereceres.la@gmail.com

Envase temporal inteligente es un nuevo método o técnica de conservación en atmósfera modificada (AM) para frutas y diversos productos hortícolas, constituido por contenedores de plástico con un diseño específico que permite crear un recipiente hermético a través de cada columna de contenedores apilados, para ser almacenados en cuartos fríos o sistemas de refrigeración. Con el propósito de modificar y monitorizar el porcentaje de gases a niveles bajos de Oxígeno y ricos en Dióxido de Carbono, también para mantener una humedad específica según las condiciones óptimas de conservación para cada tipo de fruto.

Con ello se obtienen resultados de alto impacto para la Agroindustria y Tiempos de comercialización de los productores frutícolas, por ejemplo: Los sistemas de refrigeración convencional son candidatos para almacenar y conservar por periodos de tiempo más largos productos como las manzanas y otras frutas, manteniendo su calidad y frescura como lo hacen los sistemas más sofisticados de control atmosférico, pero evitando la inversión en maquinaria, mantenimientos y consumo de energía eléctrica que requiere la tecnología de cámaras atmosféricas.

El origen se da en años anteriores (2020) gracias a la temporada de cosecha de la manzana desempeñé labores como técnico en sistemas de refrigeración, eso me llevó a conocer todo tipo de frigoríficos de la región, aprendiendo puntos clave del mantenimiento y variables indispensables para una correcta conservación de frutas y verduras, dando lugar a un concepto de idea o prototipo que combinara los beneficios que brinda una cámara atmosférica y los sistemas de refrigeración convencional. Con el tiempo se fue perfeccionando la idea por medio de diseños computarizados, el apoyo de los productores y su testimonio real, así como programas de emprendimiento y la madurez en mi vida profesional.

AHORRO EN FERTILIZANTES NITROGENADOS APLICANDO NANOFERTILIZANTES

Ezequiel Muñoz Márquez [1], Juan Manuel Soto Parra [2], Rosa María Yánez Muñoz 2, Esteban Sánchez Chávez 1§

[1]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., Av. 4 sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. 33089, Cd. Delicias, Chihuahua, México. [2]Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Santo Niño, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chihuahua, México.
§Autor para correspondencia: esteban@ciad.mx
Keywords: Eficiencia del nitrógeno, nanofertilizante, molibdeno.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados es fundamental para obtener una buena producción en los cultivos. Las plantas requieren este elemento en grandes cantidades para satisfacer su demanda de crecimiento; ya que aproximadamente entre el 1 y 5% de la materia seca de la planta es nitrógeno. Es preciso resaltar que este nutriente esencial tiene un papel fundamental en casi todas las actividades metabólicas de la planta, y es componente integral de la clorofila, hormonas, proteínas, ácidos nucleicos y co-enzimas (Marshner, 2011).

El nitrógeno tiene un lugar único e irremplazable en el sistema de producción, y se ha estimado que en todo el mundo los agricultores utilizan alrededor de 120 millones de toneladas métricas de fertilizantes nitrogenados cada año (FAO, 2022).

Sin embargo, una limitante para su utilización eficiente son las grandes pérdidas, ya que cerca del 60 al 75% del nitrógeno que se aplica, se pierde por lixiviación, escorrentía y otros factores de pérdida; provocando contaminación de fuentes de aguas y grandes pérdidas económicas (Solanki *et al.*, 2015). Las aplicaciones excesivas de nitrógeno y sus efectos negativos en el medio ambiente, se han convertido en una preocupación a nivel mundial; por lo que es necesario desarrollar estrategias como el Uso Eficiente del Nitrógeno, para obtener altos rendimientos sin el aporte excesivo de fertilizantes nitrogenados (Raliya et al., 2017). En general, el uso eficiente del nitrógeno está enfocado en garantizar el mayor beneficio para el cultivo con el mínimo desperdicio del fertilizante; y de esta manera, incrementar la eficiencia agronómica considerada como el incremento en el rendimiento económico de un cultivo por unidad de nitrógeno aplicado (Yadav *et al.*, 2017).

Una alternativa viable para lograr este objetivo, es la aplicación de nutrientes estratégicos como el Molibdeno, que es un micronutriente esencial para la asimilación del nitrógeno y componente estructural de las enzimas encargadas de este proceso. Es importante destacar que aunque existan altas concentraciones de nitrógeno en el suelo, su asimilación se ve comprometida por la disponibilidad del molibdeno. Ante este escenario, la Nanotecnología es una herramienta capaz de proporcionar una solución eficaz, con la creación de materiales de dimensiones nanométricas que proporcionan un medio eficiente para distribuir fertilizantes de una manera controlada y dirigida. A esto se le llama "sistemas de entrega inteligente" en la agricultura. Esta tecnología novedosa ha desarrollado nanofertilizantes con un enorme potencial para aumentar el aprovechamiento del nitrógeno, e incrementar los rendimientos en más de un 30% (Kah *et al.*, 2018). En este artículo damos a conocer algunos de los resultados de la investigación sobre el uso estratégico de un Nanofertilizante de Molibdeno combinado con nitrato de amonio (NH_4NO_3), sobre la Eficiencia de Uso del Nitrógeno, la producción de biomasa y el rendimiento en frijol ejotero.

Los resultados mostraron que las aplicaciones foliares de NanoMo y de Nitrato de amonio aplicado al suelo, influyeron directamente en la biomasa total y la productividad del cultivo. Primeramente, las dosis de 6 mM de N (48.27g de nitrato de amonio en 100L de agua) y 10ppm de Mo (10.32mL de NanoMo en

100L de agua) incrementaron 57.47% más biomasa sobre el tratamiento control; mientras que el aumento respecto a las dosis de 3 y 12mM de N fueron de 10.58% y 19.49% (Figura 1A). De igual forma, la mayor producción de fruto recae en las dosis de 6 mM de N y 10 ppm de Mo, con un incremento de 75.92% en relación al valor mínimo del control y, 43.17% y 57.66% respectivamente a las dosis de 3 y 12 mM de N (Figura 1B).

Por lo anterior, es analizó también de manera específica el efecto del N y Mo sobre la eficiencia enfocada a la producción de biomasa y rendimiento por la cantidad de N y Mo aplicados, a fin de observar con mayor precisión las dosis más eficientes para el cultivo con el uso de nanofertilizantes.
Los resultados muestran de manera puntual cuales fueron las dosis más eficientes. En la Figura 2A se observa que no hay diferencia significativa entre las dosis de 3 y 6mM de N. Sin embargo, en términos de eficiencia agronómica (Figura 2B) la dosis de 3 mM fue más eficiente ya que se produjo la misma cantidad de biomasa con la mitad del nitrógeno aplicado, una eficiencia del 48.44%. Estos resultados de eficiencia agronómica, permiten ver que se puede aplicar una menor cantidad de fertilizante nitrogenado sin afectar el crecimiento de la planta. De igual forma, en la Figura 2C se observa que con la dosis de 10ppm de Mo se obtuvo mayor concentración de biomasa. En términos de eficiencia, con la dosis de 5ppm de Mo se logró el mejor resultado con la mitad de molibdeno aplicado, una eficiencia de 39.15% sobre la dosis de 10ppm (Figura 2D).

En cuanto a la productividad, la dosis de 6 mM de N tuvo la mayor producción de frutos por planta con una diferencia de 66.20% sobre el valor del control, y de 30.6% sobre la dosis menor de 3 mM de N (Figura 2E). Es preciso tener en cuenta, que se busca la mayor eficiencia de frutos producidos por unidad de N aplicado, y que en esta investigación se obtuvo con la dosis de 3 mM de N, la cual tiene una eficiencia de 4.27 contra 3.07 con la dosis de 6 mM de N (Figura 2F). En este estudio, al igual que en biomasa el efecto directo de la aplicación foliar de NanoMo muestra que con la dosis de 10 ppm se obtuvo la mayor producción de fruto (Figura 2F). Sin embargo, tenemos que la dosis más eficiente es la de 5 ppm con una eficiencia de 2.56 contra 1.93 con la dosis de 10 ppm Mo (Figura 2G). Con estos resultados se puede indicar que la mejor dosis de NanoMo es la de 5 ppm, confirmando que con la aplicación del nanofertilizante en bajas concentraciones no se afecta el rendimiento.

En definitiva, la aplicación de dosis bajas de nitrato de amonio (3 mM), combinado con la aplicación foliar de un nanofertilizante de Mo (5ppm), son alternativa para disminuir la excesiva fertilización nitrogenada sin afectar el crecimiento y productividad. Por esta razón, el uso de esta tecnología innovadora, es una herramienta eficaz en los programas de fertilización, que reduce los costos de producción, aumenta la productividad, sin afectar el medio ambiente.

La aplicación foliar de NanoMo incrementó la Eficiencia de uso del nitrógeno, y redujo en 50% la tasa de aplicación. Además, se aumentó la productividad del frijol en 30.6%. En definitiva, el uso de nanofertilizantes tiene un impacto directo en la producción sustentable del frijol ejotero. Con ello se minimizan los efectos tóxicos en el medio ambiente y el ser humano, sin afectar la productividad.

REFERENCIAS

Kah, M.; Kookana, R.S.; Gogos, A.; Bucheli, T.D. 2018. A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. Nature nanotechnology. 13(8):677-684.
Raliya, R.; Saharan, V.; Dimkpa, C.; Biswas, P. 2017. Nanofertilizer for precision and sustainable agriculture: Current state and future perspectives. Journal of agricultural and food chemistry. 66(26):6487-6503. https://doi:10.1021/acs.jafc.7b02178.

Yadav M.R., Kumar R., Parihar C.M., Yadav R.K., Jat S.L., Ram H., Meena R.K., Singh M., Verma A. P., Kumar U., Ghosh A, Jat M.L.. 2017. Strategies for improving nitrogen use efficiency: A review. Agricultural Reviews, 38(1): 29-40
FAO, (Consultado el 30 de Septiembre de 2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de FAO: http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/266126/

Marschner, H. 2011. Functions of Macronutrients. In Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press. Australia. School of Agriculture, Food and Wine. The University of Adelaide.135-190.

#JuntosSíPodemos #I2C #REDNACECyT

Amaranto y Quinoa: Superalimentos ancestrales en Chihuahua

[1]Miriam-Jazmín Aguilar Delgado (mjaguilar@uach.mx), [2]Eduardo- Espitia Rangel (espitia.eduardo1957@gmail.com), [1]Nohemí Frías Moreno (nfrias@uach.mx), [1]Rafael-Ángel Parra Quezada (raparra@uach.mx)

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas-Universidad Autónoma de Chihuahua. Calle La Presa de la Amistad núm. 2015, Barrio La presa, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. CP. 31510.Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56250.

Palabras Clave: ***Superalimentos, amaranto, cultivos alternativos***

Los consumidores buscan cada vez más alimentos que no solo satisfagan la necesidad básica, sino que también mejoren la salud y el bienestar humanos. Como resultado, se ha prestado más atención a algunos tipos de alimentos, denominados "superalimentos", haciendo grandes afirmaciones sobre su riqueza en nutrientes valiosos y compuestos bioactivos, así como su capacidad para prevenir enfermedades, reforzar el sistema inmunológico humano y mejorar la salud en general.

Esto significa que representan una fuente totalmente natural de vitaminas, minerales y otros nutrientes que conducen a una vida saludable beneficios para la salud que incluyen antioxidantes, antiinflamatorios, prebióticos, antimicrobianos, actividades quimiopreventivas e hipocolesterolémicas. Recientemente, la aparición de una multitud de enfermedades crónico degenerativas como las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la obesidad, la osteoporosis y el cáncer, ha llevado a formas de defender la salud humana a través de la adopción de patrones dietéticos apropiados. Por eso, los superalimentos siempre que encajen dentro de la higiene y la nutrición equilibrada, se plantean como potencial solución para reforzar la estrategia de prevención, evitando la necesidad de terapia, con el objetivo de promover la salud de la población (Arumugam *et al*., 2021).

A nivel internacional, México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y el 5º lugar de obesidad en el mundo, derivado del elevado consumo de bebidas azucaradas y alimentos procesados y una menor ingesta de alimentos nutritivos mundo. Según el Atlas Mundial de obesidad para el 2030, más de mil millones de personas en todo el mundo vivirán con obesidad.

Por lo que el reconocimiento de alimentos con características nutricionales y medicinales representa una opción de alimentación interesante para tratar de solucionar problemáticas derivadas de la mala alimentación. Recientemente pseudocereales como el amaranto y la quinoa se han convertido en un área creciente de interés científico e industrial, esto se debe a sus valiosas propiedades biológicas, rica composición fitoquímica y amplia actividad farmacológica. Estos alimentos de carácter dual, combinan la característica de los alimentos y productos que promueven la salud.

Los pseudocereales han sido el alimento básico de nuestros antepasados durante miles de años, por lo que, en diferentes regiones del mundo, predominan diferentes pseudocereales que son la base de nutrición en las partes más pobres del mundo. Los más estudiados son quinoa, amaranto y trigo serraceno. Han sido reconocidos por sus características nutricionales, además de contener proteínas, carbohidratos, ácidos grasos y fibra, contienen algunos componentes bioactivos como triterpenos, saponinas, alcaloides de quinolizidina y gamma conglutina que desempeñan funciones biológicas con beneficios para la salud, previniendo el riesgo de padecer obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares. Específicamente, el aceite de amaranto es rico en en hierro, fósforo, potasio, vitaminas Grupos B1, B2, E y D, fosfolípidos, fitoesteroles (Shodiev et al., 2021).

La oferta de estos alimentos en el mercado se ha diversificado, actualmente se puede encontrar harina, pastas, bebidas, barras energéticas, dulces, entre otras presentaciones que pueden ser alternativas en nuestra alimentación, por lo que tienen un enorme valor económico debido a los diversos beneficios que puede traer a los productores, procesadores de alimentos, y consumidores. Sin embargo; son plantas valiosas cuyo potencial aún no es suficientemente explotado.

En muchos países, las especies de amaranto se cultivan para su uso como cereales, vegetales u ornamentales, algunas especies se consideran malas hierbas. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, en México se producen 5 mil 625 toneladas en seis estados de la República, Puebla, 3 mil 750 t, Tlaxcala, 1 mil 267 t. Estado de México, 336 t. Ciudad de México, 139 t. Oaxaca, 123 t. Morelos 9 t. A pesar de estar considerado dentro de la canasta básica, en estados como Chihuahua es poco reconocido y es muy poco su consumo.
El cultivo de amaranto conserva características agronómicas que le permiten adaptarse a condiciones ambientales adversas, donde otros cultivos no prosperan (Karamac et al., 2019). Según uno de los especialistas de amaranto en México el Dr.

Eduardo Espitia Rangel de INIFAP, el amaranto puede cultivarse con éxito en zonas donde la precipitación pluvial es baja, la luminosidad es alta y temperaturas altas; su capacidad para adaptarse a condiciones desfavorables de crecimiento le da cierta potencialidad para cultivarse en zonas semiáridas de nuestro país. Por lo que debe evaluarse la posibilidad de producción de amaranto en el estado de Chihuahua.

En México son pocas las variedades mejoradas obtenidas por los programas de mejoramiento de amaranto y de quinua. Se han seleccionado y uniformizado poblaciones nativas por sus características agronómicas, período vegetativo, rendimiento de grano y otras de importancia; las cuales debidamente seleccionadas y estabilizadas han sido difundidas como variedades mejoradas. El mejoramiento genético de amaranto hasta ahora se ha realizado mediante la evaluación de variedades nativas y selección masal dentro de las más sobresalientes. De esta manera se han obtenido variedades mejoradas que han permitido mejores rendimientos características agronómicas. En quinua se han evaluado unos 300 genotipos introducidos y a partir de los que mejor se adaptan a nuestras condiciones se seleccionaron genotipos que ya se pueden utilizar para la producción comercial en nuestro país.

La evaluación de cultivos alternativos con alto potencial debe valorarse, sobre todo en aquellas regiones donde se tienen serios problemas de escasez de agua y cultivos convencionales no prosperan. Se deben promover investigaciones enfocadas a la introducción de nuevos cultivos que coadyuven con la alimentación de la población y sobre todo de aquellos grupos vulnerables.

Por lo que actualmente investigadores de la Universidad Autónoma de Chihuahua en colaboración con INIFAP; evalúan genotipos de amaranto y quinoa en diferentes ambientes del Estado de Chihuahua con la finalidad de identificar genotipos que se adapten, con la finalidad de generar variedades que podrían ser una excelente opción de alimentación para hacerle frente a problemas de nutrición y salud de poblaciones vulnerables.

BIBLIOGRAFÍA

Arumugam, T., Sona, C. L., & Maheswari, M. U. (2021). Fruits and vegetables as Superfoods: Scope and demand. J. Pharm. Innov, 10, 119-129.

Karamac, M.; Gai, F.; Longato, E.; Meineri, G.; Janiak, M.A.; Amarowicz, R.; Peiretti, P.G. Antioxidant activity and phenolic composition of amaranth (Amaranthus caudatus) during plant growth. Antioxidants 2019, 8, 173.

Shodiev, D., Haqiqatkhon, D., & Zulaykho, A. (2021). Useful properties of the amaranth plant. ResearchJet Journal of Analysis and Inventions, 2(11), 55-58.

NANO-FERTILIZANTES: APROVECHAMIENTO DEL NITRÓGENO EN FRIJOL

Carlos A. Ramírez Estrada[1], Alejandro Palacio Márquez[1], Alondra Salcido Martínez1, Esteban Sánchez Chávez[1]*
[1]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. CIAD, Delicias, Chihuahua, México, Av. 4 Sur 3828, Pablo Gómez, 33088 Delicias, Chihuahua, México.

**Autor de correspondencia*:
esteban@ciad.mx

Palabras clave:
Nanotecnología, eficiencia, molibdeno.

El crecimiento actual de la población ha traído consigo una demanda mundial de alimentos cada vez mayor. Por esto, el principal reto del sector productivo agrícola es abastecer de alimentos a los cerca de 7.700 mil millones de personas con recursos limitados en agua, suelo e insumos agrícolas (Nadeem *et al.*, 2021).

Uno de estos insumos con la mayor tasa de aplicación en los cultivos es el nitrógeno (N). Este elemento tiene importantes funciones en la planta como construir aminoácidos, proteínas, además de ser componente de la clorofila y de los ácidos nucleicos del ADN. Por lo tanto, las plantas necesitan el nitrógeno para completar su ciclo normal de desarrollo. Sin embargo, este debe de ser aplicado de fuentes externas, sobre todo en la agricultura intensiva, ya que el suelo no contiene las cantidades necesarias para abastecer a las plantas. Por otra parte, cuando el nitrógeno se añade al suelo, el porcentaje aprovechado por las plantas va de un 35% a un 50%. El porcentaje perdido es arrastrado hacia aguas subterráneas o evaporado como óxidos de nitrógeno (NOx) y se incorpora al ambiente, convirtiéndose en fuente de contaminación (Mitra, 2015).

Dicho esto, ya que el rendimiento de los cultivos responde directamente a la aplicación de nitrógeno, uno de los temas de exploración científica actuales es el aumento en el aprovechamiento del nitrógeno, también llamado, uso eficiente del nitrógeno (NUE). En términos generales, el NUE hace referencia a la cantidad de material vegetal (biomasa) o rendimiento obtenido por cada unidad de nitrógeno que se invierte en la planta para su desarrollo (Delfani *et al.*, 2014).

Un gran avance en el uso eficiente del nitrógeno es la adición de micronutrientes como el zinc (Zn) y el molibdeno (Mo) en aspersiones foliares. Se tiene evidencia de que, al aumentar las concentraciones de estos elementos mediante esta técnica, se logra aumentar la absorción de N por parte de la planta, ya que tanto, el Zn como el Mo tienen participación en el proceso metabólico que llevan a cabo las plantas para absorber y asimilar el nitrógeno en biomoléculas. A su vez, al propiciarse la absorción de N, se aumentan el crecimiento y la producción en los cultivos.

La nanotecnología pone a disposición una herramienta útil, que se puede aplicar a la agricultura con el fin de aprovechar al máximo recursos. Los materiales clasificados como "nano" que oscilan entre 1 y 100 nm, son 10 millones de veces más pequeños que un centímetro. De este modo, al aplicar esta disciplina para la creación de nano-fertilizantes, se obtienen formulaciones efectivas y menos contaminantes, así como, una entrega de nutrientes "en la cantidad y en el momento" cuando lo requieran las plantas (*Mishra et al.*, 2014). El cultivo de frijol en México es clave, ya que representa una importante fuente de proteína, fibra y minerales esenciales para el consumo humano, además de que su amplia distribución y consumo lo hace parte de la canasta básica. Sin embargo, las condiciones en las que el frijol se cultiva dificultan la obtención de altos rendimientos (Celmeli *et al.*, 2018). Por ende, una de las alternativas de los productores de frijol es aumentar las tasas de N aplicadas. Frente a la problemática que se expuso anteriormente, es necesario el desarrollo de nuevas tecnologías con el fin de aumentar la NUE, crecimiento y producción del cultivo del frijol, sin embargo, aún son pocos los estudios relacionados con este tema en México.

Pese a esto, en el Centro de investigación en Alimentación de Desarrollo (CIAD) Unidad Delicias, el grupo de investigación del laboratorio de Fisiología y Nutrición Vegetal (https://www.ciad.mx/delicias/), a cargo del Dr. Esteban Sánchez Chávez, trabaja desde hace 4 años con nano-fertilizantes, con el propósito de entender los mecanismos de acción de estos compuestos y su impacto en el desarrollo de las plantas.

Para comprender el papel de un nanofertilizante comercial a base de nano Zn-Mo, se utilizaron plantas de frijol ejotero cv. Strike, que se desarrollaron con dosis crecientes de N (0, 3, 6 y 12 mM). Además, se aplicaron 5 aspersiones foliares durante el ciclo de desarrollo de 60 días, a concentraciones de 0, 4 y 8 ppm de nano Zn-Mo. Una vez que las plantas alcanzaron la madurez, se cosecharon frutos (rendimiento) y demás órganos para obtener las mediciones de biomasa y el coeficiente de NUE.

Figura 1. Efecto de la aplicación edáfica de N y foliar de nano Zn-Mo sobre la producción de biomasa total (A) y el rendimiento (B) en plantas frijol ejotero cv. Strike.

Los resultados obtenidos apoyan la teoría de que la adición de nanofertilizantes de Mo y Zn, pueden reducir las dosis de N aplicadas en los cultivos y aumentar la producción, de acuerdo con Gad y

Kandil (2013), quienes lograron reducir la dosis de N aplicado en 25% y obtener aumentos en rendimientos del 39.8% con la adición de Mo en chícharo. Además, concuerdan con lo encontrado por Zewail *et al*. (2021), quienes indican que la aplicación de micronutrientes en forma de nanofertilizantes pueden hacer su rol en el crecimiento de las plantas más eficiente.

Figura 2. Efecto de la aplicación edáfica de N y foliar de nano Zn-Mo sobre el coeficiente de uso eficiente de nitrógeno en plantas frijol ejotero cv. Strike.

La aplicación de nanofertilizantes de Zn y Mo en forma foliar, a dosis bajas (4 ppm de Nano ZnMo), combinada con la aplicación de N edáfico a dosis bajas (3 mM de N) incrementó la eficiencia de uso del nitrógeno, al reducir las dosis aplicadas y obtener una producción de biomasa y un rendimiento elevados en plantas de frijol ejotero cv. Strike. Finalmente, destacar que se necesita más investigación para explorar todo el campo de acción de los nano-fertilizantes y su impacto en el desarrollo de cultivos y concretamente sobre su interacción con las biomoléculas.

REFERENCIAS

Celmeli T, Sari H, Canci H, Sari D, Adak A, Eker T, Toker C (2018). The nutritional content of common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces in comparison to modern varieties. Agronomy, 8(9): 166.

Delfani M, Baradarn Firouzabadi M, Farrokhi N, Makarian H (2014). Some physiological responses of black-eyed pea to iron and magnesium nanofertilizers. Communications in soil science and plant analysis, 45(4): 530-540.

Gad N, Kandil H (2013). Evaluate the effect of molybdenum and different nitrogen levels on cowpea (Vigna anguiculata). J. Appl. Sci. Res, 9(3): 1490-1497.

Mishra V, Mishra RK, Dikshit A, Pandey AC (2014). Interactions of nanoparticles with plants: an emerging prospective in the agriculture industry. In Emerging technologies and management of crop stress tolerance (pp. 159-180).

Mitra GN (2015). Regulation o
f nutrient uptake by plants. New Delhi: Springer, 10, 978-981.

Nadeem MA, Yeken MZ, Shahid MQ, Habyarimana E, Yılmaz H, Alsaleh A, ... Baloch FS (2021). Common bean as a potential crop for future food security: an overview of past, current and future contributions in genomics, transcriptomics, transgenics and proteomics. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 35(1), 758-786.

Zewail RM, Ali M, El-Gamal IS, Al-Maracy SH, Islam KR, Elsadek M, ... El-Desouky H S (2021). Interactive effects of arbuscular mycorrhizal inoculation with nano boron, zinc, and molybdenum fertilization on stevioside contents of stevia (Stevia rebaudiana, L.) plants. Horticulturae, 7(8): 260.

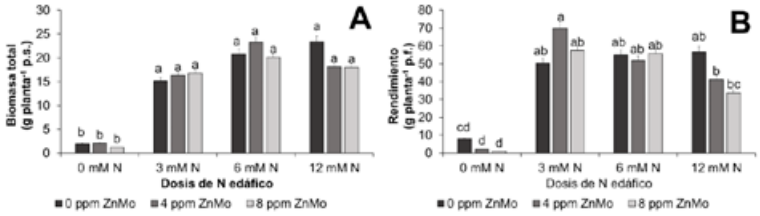
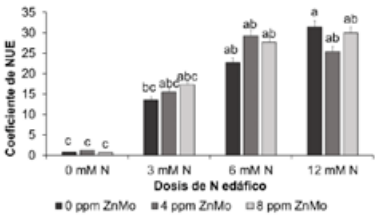


Figura 1. Efecto de la aplicación edáfica de N y foliar de nano Zn-Mo sobre la producción de biomasa total (A) y el rendimiento (B) en plantas frijol ejotero cv. Strike.



EVENTO DIRIGIDO A NIÑOS Y NIÑAS

LIGA ESTATAL DE ROBÓTICA

JUÁREZ & CHIHUAHUA

Taller de 3 meses con
concursos y competencias.
¡60 participantes!

Inscripción: www.i2c.com.mx

CHIHUAHUA
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos Sí podemos

SECRETARÍA
DE INNOVACIÓN
Y DESARROLLO ECONÓMICO

I²C
INSTITUTO DE INNOVACIÓN
Y COMPETITIVIDAD

BIOESTIMULANTES:

alternativa innovadora para estrés hídrico

Karla Ivonne Hernández Figueroa, Alejandro Palacio Márquez, Carlos Abel Ramírez Estrada, Esteban Sánchez Chávez*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Delicias. Av. Cuarta Sur # 3820, Fracc. Vencedores del Desierto, Cd. Delicias, Chihuahua. México (**Autor correspondencia*: esteban@ciad.mx). Palabras clave: ***Bioestimulantes, nanofertilizantes, nanotecnología.***

La sequía es un problema que afecta en todo el mundo y se prevé que su frecuencia e intensidad se agravará debido al cambio climático (Bechtold et al., 2018). Este es el principal factor que reduce el rendimiento de los cultivos y representa una amenaza para la seguridad alimentaria (Sytra et al., 2019). México tiene gran parte de su territorio bajo condiciones de sequía clasificada de moderada a excepcional, sumado a eso las bajas condiciones de disponibilidad de agua en ciertas zonas provoca que los cultivos se enfrenten a estrés hídrico (CONAGUA, 2021). El estrés hídrico es uno de los principales factores que afectan tanto el crecimiento y la productividad de los cultivos agrícolas. Una alternativa innovadora para mejorar la resistencia a este estrés hídrico es la aplicación de bioestimulantes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de bioestimulantes sobre el crecimiento, rendimiento y eficiencia de uso del agua (EUA) en plantas de frijol ejotero cv. Strike sometidas a estrés hídrico moderado.

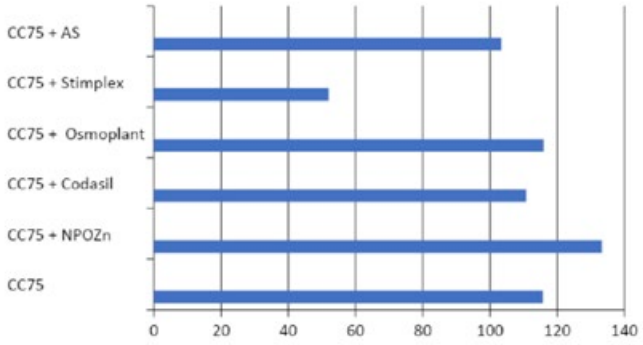


Figura 1. Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la producción de biomasa aérea (g planta-1) en plantas de frijol ejotero cv. Strike bajo condiciones de estrés hídrico moderado.

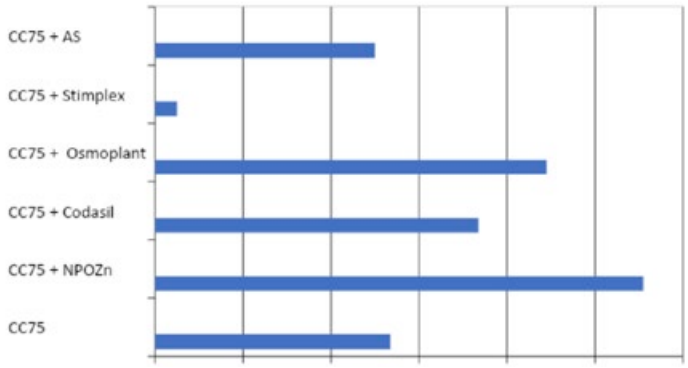


Figura 2. Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el rendimiento (g planta-1) en plantas de frijol ejotero cv. Strike bajo estrés hídrico moderado.

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en Delicias, Chihuahua durante el periodo agosto-septiembre del 2021. Se empleó un cultivo de frijol ejotero cv. Strike sometido a un estrés hídrico moderado (déficit hídrico de un 25% del agua de riego, CC75) y se aplicaron de forma foliar los bioestimulantes: nanopartículas de óxido de zinc más quitosano, Codasil®, Osmoplant®, Stimplex® y ácido salicílico (Cuadro 1).

A los 60 días después de la germinación, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica fueron muestreadas para su análisis de biomasa, rendimiento y eficiencia del uso del agua.

Los resultados obtenidos indican que el mejor bioestimulante aplicado fue nanopartículas de óxido de Zn + quitosano ya que favoreció la mayor acumulación de biomasa (Figura 1), rendimiento (Figura 2) y la eficiencia de uso del agua (Figura 3) en plantas de frijol ejotero cv Strike, las cuales le permitieron una mejor adaptación y tolerancia al estrés hídrico en comparación al bioestimulante Stimplex®, que probablemente los efectos negativos del estrés hídrico fueron superiores a los beneficios del bioestimulante Stimplex® aplicado.
Bajo condiciones de estrés hídrico moderado (CC75, déficit hídrico de un 25% del agua de riego) el bioestimulante nanopartículas de óxido de zinc + quitosano favoreció una mayor asimilación de nitrógeno, e indujo bajas tasas de transpiración, por lo tanto, la planta pudo seguir captando CO2 y con ello continuar con la actividad fotosintética, que finalmente se reflejó en altos niveles de biomasa aérea, así como, en el mayor rendimiento (Rodríguez-Izquierdo et al., 2021).

Se concluye que las nanopartículas de óxido de zinc más quitosano fue el bioestimulante más eficiente para aliviar y tolerar los efectos del estrés hídrico moderado, por lo que, se considera una alternativa innovadora para mantener y mejorar el crecimiento y la producción del cultivo frente a problemas de estrés hídrico moderado.

REFERENCIAS

Bechtold, U., Field B. 2018. Molecular mechanisms controlling plant growth during abiotic stress. J. Exp. Bot. 69(11): 2753-2758.
Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2021). Monitor de sequía de México del 15 de mazo de 2021 publicado el 19 de marzo del 2021, Medio Ambiente, Servicio Meteorológico Nacional.

Rodríguez-Izquierdo, L., Chinea-Horta, A., Falcón-Rodríguez, A., Ramos-León, J.Z., 2021. Crecimiento y relación fuente-demanda en plantas de zanahoria bioestimuladas con Quitomax® y Pectimorf®. Cult. trop., 42(4), e09.

Sytra, O., Kumari, P., Yadav, S., Brestic, M., Rastogi, A. 2019. Phytohormone priming regulator for heavy metal stress in plants. J. Plant Growth Regul. 38(2):739-752.

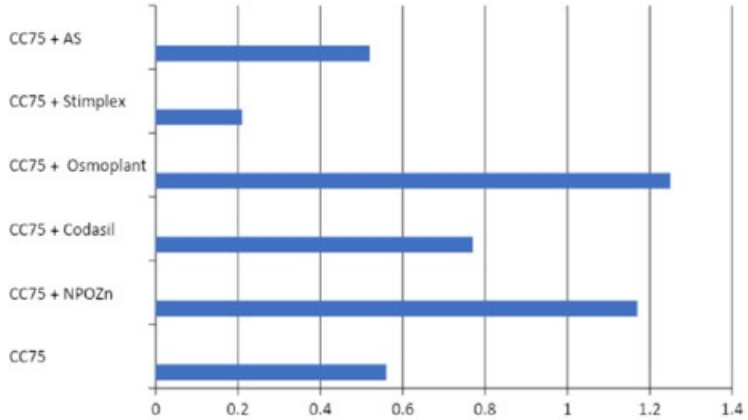


Figura 3. Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la eficiencia del uso del agua (EUA) en los en plantas de frijol ejotero cv. Strike bajo estrés hídrico moderado.

BENEFICIOS DEL SILICIO CONTRA EL ESTRÉS

Julio César Anchondo Páez, Alondra Salcido Martínez, Carlos Abel Ramírez Estrada y Esteban Sánchez Chávez*. Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. CIAD, Delicias, Chihuahua, México, Av. 4 Sur 3828, Fracc. Vencedores del Desierto, 33088 Delicias, Chihuahua, México. **Autor de correspondencia*: esteban@ciad.mx

Palabras clave: ***Silicio, estrés, nanopartículas***

El silicio (Si) es el segundo elemento más abundante en la litosfera. Sin embargo, no es contemplado como un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas [1]. No obstante, el Si presenta diversos beneficios para las plantas, especialmente cuando existen condiciones de estrés [2]. Dentro de estas ventajas, la aplicación de Si aminora los efectos negativos de las altas temperatura, sequía, salinidad y toxicidad por metales pesados. Además, proporciona una defensa mejorada en contra de patógenos como hongos, bacterias y virus, así como, insectos y otros animales herbívoros. Estos beneficios se logran mediante la activación del sistema de señalización de la planta y síntesis de proteínas del estrés, la reducción de elementos tóxicos y una mayor actividad del sistema antioxidante.

En consecuencia, en los últimos años no solo ha surgido un mayor interés en este elemento para complementar la nutrición de la planta, sino que también en como proporcionarlo de una manera más efectiva en el medio de crecimiento de la planta. Por tanto, una de las soluciones propuestas es la utilización de nanopartículas, cuyos tamaños no exceden los 100 nm y además demuestran características físicas y químicas distintas a otras fuentes convencionales de nutrientes [3]. Por ejemplo, su menor tamaño facilita su absorción y transporte dentro de la planta, presentan una mayor reactividad de la superficie y podrían ayudar en el transporte de sustancias que regulan el metabolismo de la planta.

Como se ha mencionado anteriormente, diversos autores han reportado los efectos de la aplicación de nanopartículas de Si (nano-Si) en diversos cultivos bajo distintos tipos de estrés. Como es conocido, la sequía tiene consecuencias severas sobre los cultivos, afectando el crecimiento y la producción. No obstante, la aspersión foliar de nano-Si en habas mejoró la tolerancia a la sequía al mejorar la eficiencia de la fotosíntesis. [4]. Del mismo modo, el nano-Si incrementó la absorción de agua por parte de la raíz [5], redujo la transpiración por los estomas [6] y optimizó la absorción de N, P, K y Ca. Tanto el mejor uso del agua, así como, la mayor eficiencia en la absorción de nutrientes permite a la planta resistir de mejor manera a este tipo de estrés.

La aplicación de nano-Si también disminuye las pérdidas provocadas por la salinidad al inhibir la absorción de Na^+ y Cl^- [7]. De igual manera, la tolerancia en arroz se mejora al limitar la absorción de sales. Análogamente, la toxicidad de metales puede minimizarse y optimizar el crecimiento de las plantas al limitar la acumulación de metales pesados por acción de nano-Si. Tal es el caso cuando se suministra nano-Si

a plantas de col chinas intoxicadas por Pb, donde se reportó una disminución de la concentración, gracias a la prevención del daño del sistema fotosintético. Este resultado también fue reportado al realizarse una aplicación foliar de nano-Si en plantas de arroz [8].

La acumulación de Si en la planta confiere ciertas ventajas al momento de ser atacada por un patógeno (hongos, bacterias y virus) o un animal (invertebrados o vertebrados). Efectivamente, la acumulación de silicio incrementa la abrasividad de los tejidos vegetales, haciéndolos menos deseables para los herbívoros. De la misma manera, una mayor concentración de Si otorga una mayor resistencia a la hoja, lo que reduce la tasa de infección por hongos en arroz, trigo y cebada. El acaparamiento de Si también refuerza los efectos sobre las respuestas bioquímicas de las plantas, que incluye compuestos de defensa y también la activación de enzimas defensivas para acrecentar la resistencia al estrés abiótico [9].

Como se ha podido observar, el silicio es un elemento abundante y tiene efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo vegetal. Sin embargo, aún se desconocen los mecanismos precisos del silicio sobre la fisiología vegetal, esto es especialmente cierto en cuanto a la señalización dentro de la planta y a su acumulación en la pared celular. En consecuencia, es necesario investigar estos aspectos de la acumulación de Si para desarrollar estrategias para incrementar y proteger los rendimientos de los cultivos.

REFERENCIAS

Rajput, V.D.; Minkina, T.; Feizi, M.; Kumari, A.; Khan, M.; Mandzhieva, S.; Sushkova, S.; El-Ramady, H.; Verma, K.K.; Singh, A.; et al. Effects of Silicon and Silicon-Based Nanoparticles on Rhizosphere Microbiome, Plant Stress and Growth. Biology 2021, 10, 791. https://doi.org/10.3390/ biology10080791

Luyckx M, Hausman J-F, Lutts S and Guerriero G (2017) Silicon and Plants: Current Knowledge and Technological Perspectives. Front. Plant Sci. 8:411. doi: 10.3389/fpls.2017.00411
Qados, A. M. A., and Moftah, A. E. (2015). Influence of silicon and nano-silicon on germination, growth, and yield of faba bean (Vicia faba L.) under salt stress conditions. J. Exp. Agric. Int. 5, 509–524. doi: 10.9734/AJEA/2015/14109

Desoky E-SM, Mansour E, El-Sobky E-SEA, Abdul-Hamid MI, Taha TF, Elakkad HA, Arnaout SMAI, Eid RSM, El-Tarabily KA and Yasin MAT (2021) Physio-Biochemical and Agronomic Responses of Faba Beans to Exogenously Applied Nano-Silicon Under Drought Stress Conditions. Front. Plant Sci. 12:637783. doi: 10.3389/fpls.2021.637783

Slabbert, M., and Krüger, G. (2014). Antioxidant enzyme activity, proline accumulation, leaf area and cell membrane stability in water stressed Amaranthus leaves. S. Afr. J. Bot. 95, 123–128. doi: 10.1016/j.sajb.2014.08.008

Cerný, J., Haninec, P., and Pokorný, R. (2020). Leaf area index estimated by direct, semi-direct, and indirect methods in European beech and sycamore maple stands. J. For. Res. 31, 827–836. doi: 10.1007/s11676-018- 0809-0

Zhu, Y., and Gong, H. (2014). Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. Agron. Sustain. Dev. 34, 455–472. doi: 10.1007/s13593-013- 0194-1

Hussain, B., Lin, Q., Hamid, Y., Sanaullah, M., Di, L., Khan, M. B., ... & Yang, X. (2020). Foliage application of selenium and silicon nanoparticles alleviates Cd and Pb toxicity in rice (Oryza sativa L.). Science of the Total Environment, 712, 136497.

BIOFORTIFICACIÓN CON MAGNESIO:

Importante para salud humana

Alondra Salcido Martínez, Julio César Anchondo Páez, Alejandro Palacio Márquez y Esteban Sánchez Chávez*. [1]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. CIAD, Delicias, Chihuahua, México, Av. 4 Sur 3828, Pablo Gómez, 33088 Delicias, Chihuahua, México. *Autor de correspondencia: esteban@ciad.mx

Palabras clave: ***Magnesio, biofortificación, salud humana***

Durante los últimos 60 años, el contenido del macronutriente magnesio (Mg^{2+}) ha disminuido entre un 20% y un 30% en frutas y verduras, y más del 80% del Mg^{2+} se pierde al procesar o refinar alimentos [1]. En consecuencia, su carencia se encuentra muy extendida en humanos [2]. Su deficiencia tiene efectos adversos en la salud como aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, patológicas y predisposición a la diabetes [3].

En la población mexicana adulta, según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de México (ENSANUT), existe una alta prevalencia de ingesta inadecuada de varios nutrientes con función antioxidante, incluyendo la vitamina A, C, E y el Mg^{2+} [4].

Ante la problemática es imprescindible fortalecer los cultivos, y una alternativa es la biofortificación [5]. Esta consiste en incrementar el contenido de ciertos elementos en la parte comestible de la planta para mejorar el valor nutricional de los alimentos [6]. En agronomía, consiste en emplear fertilizantes de elementos minerales que faltan en la dieta con el fin de aumentar sus concentraciones en los cultivos, añadiéndolos por vía edáfica, solución nutritiva o foliar [7].

El objetivo de la biofortificación es producir cultivos básicos accesibles, sostenibles y de alto valor nutritivo, capaces de reducir las consecuencias de las deficiencias de nutrientes con la dieta ordinaria, proporcionando una solución a mediano y largo plazo para el problema de deficiencia en plantas y desnutrición humana de nutrientes [5, 8]. A su vez, esta técnica se muestra como una solución sostenible, precisa y comparativamente más sencilla que otros métodos. Además, es potencialmente adecuada para obtener resultados inmediatos. Pese a ello, no se espera que la biofortificación erradique por completo las deficiencias de elementos minerales, pero complementa otras intervenciones para proporcionar nutrientes a los individuos [8].

Hasta la fecha, el uso de fertilizantes químicos ha elevado extraordinariamente el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, se pierden fácilmente debido a la lixiviación y la volatilización. Además, arrastran al desequilibrio mineral del suelo, destruyen su estructura, fertilidad y en general el ecosistema, que son serios impedimentos a largo plazo [5].

Con el fin de aumentar la eficiencia de la absorción de nutrientes de los cultivos y, por lo tanto, biofortificarlos ha habido numerosos intentos no exitosos, por lo que la nanotecnología, esta ciencia de la manipulación de materia a escala atómica y molecular, aplicada a la agricultura podría aumentar la

productividad, de esta manera reducir el uso de los productos químicos peligrosos y las pérdidas de nutrientes, así como, el impacto ambiental [9]. Entre sus productos se hayan los nanofertilizantes, compuestos por nanopartículas, con tamaños nanométricos, equivalentes a la mil millonésima parte de un metro (1nm=10-9m) [9]. Estos han mostrado un gran potencial por sus usos sostenibles en la fertilidad del suelo, la producción de cultivos y con un mínimo o nulo compromiso medioambiental. También ofrecen una gran relación superficie/volumen y tienen una mayor movilidad, por lo que pueden aumentar el acceso de las plantas a los nutrientes y el rendimiento de los cultivos [10].

Por los problemas crecientes en carencias nutricionales, es importante hacer un énfasis en el mejoramiento nutricional de alimentos. Un cultivo estratégico es el frijol, que actualmente es una de las leguminosas de mayor importancia a nivel mundial y fuente de nutrientes para Latinoamérica y África. En México, se encuentra entre los productos básicos más importantes de la agricultura. En tal cultivo, se pueden incrementar las cantidades biodisponibles de nutrientes esenciales para las dietas de las personas [11].

A la fecha, existen investigaciones exitosas como resultado de una biofortificación con nanofertilizantes, en donde se reportan incrementos en rendimiento, así como, en la cantidad de magnesio en hojas [8]. Sin embargo, aún quedan muchas incógnitas por resolver.
Es por ello que, en el Ce
ntro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Delicias, actualmente trabaja el proyecto de "Biofortificación de cultivos agrícolas básicos, clave para combatir la desnutrición y seguridad alimentaria en México", con énfasis en la biofortificación con magnesio donde se busca dar respuestas y la mejor forma para atacar a problemáticas nacionales, con un enfoque innovador. En este caso, para lograr incrementar el contenido de Magnesio en las vainas de frijol para mejorar su nutrición y la salud del consumidor.

REFERENCIAS

Worthington, V. 2001. Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 7(2), 161–173. doi:10.1089/107555301750164244

Chaudhry A.H., Nayab S., Hussain S.B., Ali M., Pan Z. 2021. Current Understandings on Magnesium Deficiency and Future Outlooks for Sustainable Agriculture. 2021. International Journal of Molecular Sciences. 22(4):1819. https://doi.org/10.3390/ijms22041819

Mercola, J. 2022. La deficiencia de magnesio está relacionada con la diabetes y la presión arterial alta. De Mercola Sitio web: https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2019/11/25/diabetes-por-bajos-niveles-de-magnesio.aspx

Castellanos-Gutiérrez, A., Sánchez-Pimienta, T.G., Carriquiry, A. et al. 2018. Higher dietary magnesium intake is associated with lower body mass index, waist circumference and serum glucose in Mexican adults. Nutr J 17, 114. https://doi.org/10.1186/s12937-018-0422-2

Elemike, E., Uzoh, I., Onwudiwe, D., y Babalola, O. 2019. The Role of Nanotechnology in the Fortification of Plant Nutrients and Improvement of Crop Production. Applied Sciences, 9(3), 499. doi:10.3390/app9030499

Bouis, H.E., Hotz, C., McClafferty, B., Meenakshi, J.V. y Pfeiffer, W.H. 2011. Biofortification: A new tool to reduce micronutrient malnutrition. Food Nutr. Bull. 2011, 32, 31–40.

Cakmak, I. y White, P.J. 2020. Magnesium in crop production and food quality. Plant Soil 457, 1–3. https://doi.org/10.1007/s11104-020-04751-6

Buturi, C. V., Mauro, R. P., Fogliano, V., Leonardi, C., and Giuffrida, F. 2021. Mineral Biofortification of Vegetables as a Tool to Improve Human Diet. Foods, 10(2), 223. doi:10.3390/foods10020223
Miguel-Rojas, C. y Pérez-de-Luque, A. 2020. Nanofertilizantes para cereales: situación actual y perspectivas futuras. Recuperado de: (PDF) Nanofertilizantes para cereales: situación actual y perspectivas futuras (researchgate.net)

Jakhar A.M., Aziz I., Kaleri A.R., Hasnain M., Haider G., Ma J., Abideen Z. 2022. Nano-fertilizers: A sustainable technology for improving crop nutrition and food security. NanoImpact, Volume 27, 100411, https://doi.org/10.1016/j.impact.2022.100411.

Sida-Arreola J.P., Sánchez Chávez E., Ávila-Quezada G.D., Acosta-Muñiz C.H. y Zamudio-Flores P.B. 2015. Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas y su impacto en la nutrición y salud humana. Tecnociencia Chihuahua, Vol 9.

CLOROPLASTOS, MÁS QUE SOLO FOTOSÍNTESIS

Stephanie Solano Ornelas[1], Brenda Julián Chávez[2], Damaris Leopoldina Ojeda Barrios[1], Sigifredo Arévalo Gallegos[2], Tania Siqueiros Cendón[2], Carmen Daniela González Barriga[3], Quintín Rascón Cruz[2], Edward Alexander Espinoza Sánchez[2]*

[1]Laboratorio de Química, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, C.P. 31200, Chihuahua, Chih. México. [2]Laboratorio de Biotecnología I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n Nuevo Campus Universitario, C. P. 31125 Chihuahua, Chih., México. [3]Laboratorio de Cultivo de Tejidos, División de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Av. Heroico Colegio Militar 4700, Nombre de Dios, C.P. 31100, Chihuahua, Chih., México.

**Autor de correspondencia*: eaespinoza@uach.mx

Palabras clave: ***Cloroplastos, ingeniería genética, plantas modificadas.***

Las plantas son un grupo importante de organismos en las que se sustenta el desarrollo de los países, tan es así que, en 2020, a nivel mundial, se destinaron 1,449,505,966 hectáreas para la agricultura [1].

Las plantas son conocidas por producir sus propios nutrientes a través de la fotosíntesis en un compartimento llamado cloroplasto; en este se transforma la energía luminosa en energía química, lo cual es importante porque la mayoría actividades de las células vivas gastan la energía proporcionada por la fotosíntesis [2]. Sin embargo, los cloroplastos no únicamente están involucrados en los procesos fotosintéticos, sino que también están inmersos en la biosíntesis de ácidos grasos, metabolismo del nitrógeno y aminoácidos, producción de compuestos fenólicos, purinas, pirimidinas, isoprenoides, almidón, pigmentos, vitaminas, así como fitohormonas, tales como citocinas, ácido abscísico y giberelinas [3].

Las funciones que ocurren en el cloroplasto son llevadas a cabo por cerca de 3000 proteínas [4]. Y si bien, la mayoría de las proteínas cloroplastídicas son codificadas por el genoma nuclear, el cloroplasto también cuenta con un genoma, más pequeño, que alberga alrededor de 120 genes [5-7], de los cuales, cerca de 47 genes entre los que destacan *psb, psa, ycf3, ycf4, pet, atp, ndh, y rbcL*, están involucrados en el aparato fotosintético y más de 60 genes que incluyen *trn, rrn, rpl, rps, rpo, matK, clpP, e infA*, están involucrados en el sistema genético del cloroplasto. Existen genes como accD, ccsA y cemA involucrados en metabolismo de ácidos grasos y proteínas de membrana [5,8], aunque igual presenta genes con funciones aún no tan claras, tales como *ycf1* (Tic214) y ycf2, pero se presume que están involucrados en la importación de proteínas [9-12].

Lo interesante de los genomas de cloroplasto, es que existen varias copias de este, pudiendo haber hasta 10 mil copias por célula [13], lo cual ha llamado la atención en la biotecnología, tan es así que para inicios del 2022 se habían reportados 6,539 genomas de cloroplasto de diferentes especies en el Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI), y a la fecha se han reportados 8,574 genomas, más de 2000 genomas reportados solo en lo que va del 2022.

El interés sobre los cloroplastos y sus genomas, se cierne en la posibilidad de incrementar la producción de proteínas recombinantes, que en ocasiones puede llegar a más del 70% de la proteína total

soluble [14], con el plus de que se evitan los efectos de posición y se evita la dispersión descontrolada de los genes debido a que estos únicamente se transmiten de las plantas madre a su progenie.

La modificación genética de cloroplastos empezó hace tres décadas con la transformación de cloroplastos del alga *Chlamydomonas reindhartii* [15], y aunque establecer la transformación en otros organismos ha sido un reto, actualmente hay transformaciones estables en plantas como tabaco, coliflor, tomate, col, colza, alfalfa, papa, zanahoria, algodón, colza, berenjena, petunia, soja, arroz, lechuga y chile.

Al igual que la transformación nuclear, la transformación de cloroplastos ha sido probada en el área biofarmacéutica y en la agricultura. En el área biofarmacéutica, se han expresado diferentes proteínas como exendin-4, cuyo producto aumenta la secreción de insulina en células pancreáticas de ratón [16], enzima convertidora de angiotensina 2 y angiotensina-(1-7), probadas contra hipertensión pulmonar e inflamación ocular [17,18], proteína básica de mielina contra la enfermedad de Alzheimer [19], factor de coagulación VIII contra la hemofilia A [20], alfa-glucosidasa contra Pompe [21], el factor de coagulación IX contra la hemofilia B [22], proteínas ESAT-6 y la poliproteína de fusión a Mtb72F contra la tuberculosis [23]. Recientemente, se reportó la expresión simultánea de los antígenos KETc1, KETc7, KETc12, GK1, y TSOL18/HP6-Tsol contra la cisticercosis [24], así como la expresión de factor de crecimiento epidérmico humano en cloroplastos de tabaco [25].

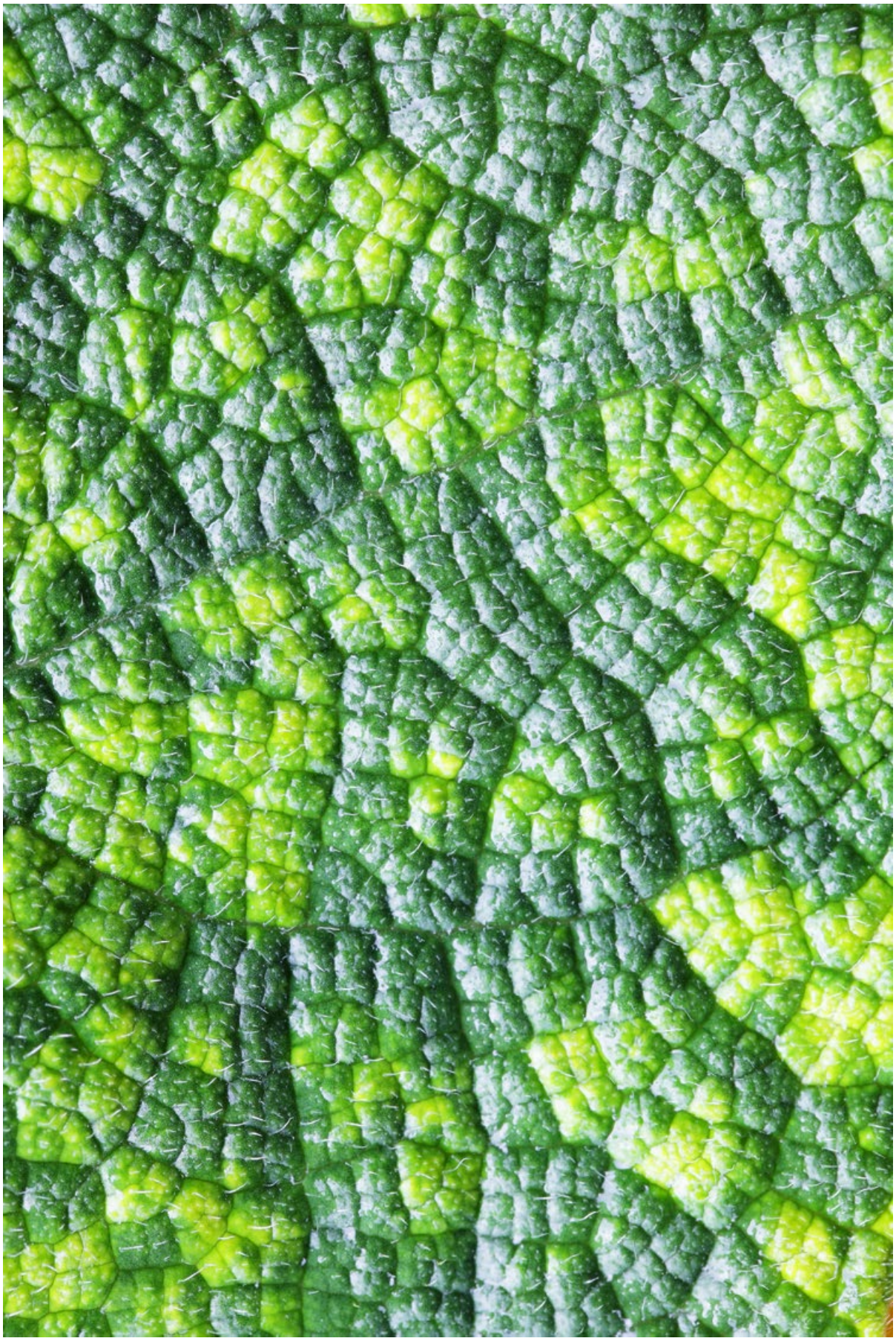
A pesar de los avances en la producción de antígenos en cloroplastos de plantas, actualmente no hay ningún producto de este tipo disponible de forma comercial, aunque es seguro que los estudios continuarán dado que el uso de plantas para obtención de productos destinados a la industria biofarmacéutica ha tenido un crecimiento importante, un 18% del 2016 al 2020 (de 1,357 a 1,666 productos aprobados por la FDA y EMA para su uso en humanos) [26].

En el área agrícola, se han expresado diferentes proteínas en cloroplastos enfocadas en disminuir el impacto del estrés biótico, como el péptido MSI-99, el cual fue efectivo contra *Pseudomonas, Colletotrichum, Verticillium, Fusarium, Alternaria, Escherichia coli* y *Aspergillus* [27,28]. Igualmente, el gen pta que codifica una aglutinina proveniente de *Pinellia ternata* mostró ser efectivo contra *Bemisia tabaci*, *Myzus persicae*, *Helicoverpa zea*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera exigua* y *Erwinia carotovora* [29]. Por otro lado, la expresión del gen *cpo* de *Pseudomonas pyrrocinia* también confirió protección contra *Aspergillus, Fusarium, Verticillium y Alternaria* [30].
La expresión de genes en el genoma cloroplastídico igual ha abarcado genes contra el estrés abiótico como *BADH, otsB-A, HPT, TCY, TMT, fld, MnSOD, gor, DHAR, GST* y *ArDH*, los cuales mejoraron la tolerancia de las plantas contra la radiación UV-B, metales pesados, salinidad, frio, sequía [31-39].
Si bien la ingeniería de cloroplastos ofrece ventajas que no pueden obtenerse con transformación nuclear, y aunque hay avances importantes en el desarrollo de organismos genéticamente modificados vía cloroplasto, la investigación en plantas monocotiledóneas, entre las que se encuentran los cereales, aún es muy incipiente, y esto es muy importante, porque los cereales son una importante fuente de calorías y proteínas en la dieta humana. Como hemos visto, los cloroplastos no solo llevan a cabo la fotosíntesis, sino que también están involucrados en procesos complejos dentro de las plantas, y se están utilizando biotecnológicamente para desarrollar plantas que produzcan mayores cantidades de proteínas reduciendo los costos de producción, sin la contaminación ambiental asociada frecuentemente a los cultivos modificados. Aunque esta tecnología aún tiene algunos retos que deben solventarse, ha demostrado que tiene el potencial para producción y protección de cultivos; además, la creciente demanda de alimentos de una población que se estima alcance los 11.2 mil millones para el año 2100, obliga al desarrollo de nuevas estrategias de producción.

REFERENCIAS

1. FAO. 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and livestock products. En línea, acceso 20/07/2022, https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

2. Agrios, G.N. 2005. chapter three - effects of pathogens on plant physiological functions, in Plant Pathology



(Fifth Edition), G.N. Agrios, Editor. Academic Press: San Diego. 105-123. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047378-9.50009-9

3. Farquhar, J., A.L. Zerkle, y A. Bekker. 2011. Geological constraints on the origin of oxygenic photosynthesis. Photosynthesis research. 107 (1): 11-36. https://doi.org/10.1007/s11120-010-9594-0.

4. Leister, D. 2003. Chloroplast research in the genomic age. TRENDS in Genetics. 19 (1): 47-56. https://doi.org/10.1016/S0168-9525(02)00003-3

5. Kusnetsov, V.V. 2018. Chloroplasts: Structure and expression of the plastid genome. Russian Journal of Plant Physiology. 65 (4): 465-476. https://doi.org/10.1134/S1021443718030044

6. Gruenstaeudl, M., L. Nauheimer, y T. Borsch. 2017. Plastid genome structure and phylogenomics of Nymphaeales: conserved gene order and new insights into relationships. Plant Systematics and Evolution. 303 (9): 1251-1270. https://doi.org/10.1007/s00606-017-1436-5
7. Asaf, S., A.L. Khan, A.R. Khan, M. Waqas, S.-M. Kang, M.A. Khan, S.-M. Lee, y I.-J. Lee. 2016. Complete chloroplast genome of Nicotiana otophora and its comparison with related species. Frontiers in plant science. 7 843. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00843

8. Green, B.R. 2011. Chloroplast genomes of photosynthetic eukaryotes. The Plant Journal. 66 (1): 34-44. https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2011.04541.x

9. Bölter, B. y J. Soll. 2017. Ycf1/Tic214 is not essential for the accumulation of plastid proteins. Molecular plant. 10 (1): 219-221. https://doi.org/10.1016/j.molp.2016.10.012
10. de Vries, J., F.L. Sousa, B. Bölter, J. Soll, y S.B. Gould. 2015. YCF1: a green TIC? The Plant Cell. 27 (7): 1827-1833. https://doi.org/10.1105/tpc.114.135541

11. Kikuchi, S., Y. Asakura, M. Imai, Y. Nakahira, Y. Kotani, Y. Hashiguchi, Y. Nakai, K. Takafuji, J. Bédard, y Y. Hirabayashi-Ishioka. 2018. A Ycf2-FtsHi heteromeric AAA-ATPase complex is required for chloroplast protein import. The Plant Cell. 30 (11): 2677-2703. https://doi.org/10.1105/tpc.18.00357

12. Li, H.-m., D. Schnell, y S.M. Theg. 2020. Protein import motors in chloroplasts: on the role of chaperones. The Plant Cell. 32 (3): 536-542. https://doi.org/10.1105/tpc.19.00300

13. Greiner, S., H. Golczyk, I. Malinova, T. Pellizzer, R. Bock, T. Börner, y R.G. Herrmann. 2020. Chloroplast nucleoids are highly dynamic in ploidy, number, and structure during angiosperm leaf development. The Plant Journal. 1-17. https://doi.org/10.1111/tpj.14658

14. Ruhlman, T., D. Verma, N. Samson, y H. Daniell. 2010. The role of heterologous chloroplast sequence elements in transgene integration and expression. Plant Physiol. 152 (4): 2088-104. https://doi.org/10.1104/pp.109.152017

15. Boynton, J.E., N.W. Gillham, E.H. Harris, J.P. Hosler, A.M. Johnson, A.R. Jones, B.L. Randolph-Anderson, D. Robertson, T.M. Klein, y K.B. Shark. 1988. Chloroplast transformation in Chlamydomonas with high velocity microprojectiles. J Science. 240 (4858): 1534-1538. https://doi.org/10.1126/science.2897716
16. Kwon, K.C., R. Nityanandam, J.S. New, y H. Daniell. 2012. Oral delivery of bioencapsulated exendin4 expressed in chloroplasts lowers blood glucose level in mice and stimulates insulin secretion in betaTC 6 cells. Plant Biotechnology Journal. 11 (1): 77-86. https://doi.org/10.1111/pbi.12008

17. Shenoy, V., K.-C. Kwon, A. Rathinasabapathy, S. Lin, G. Jin, C. Song, P. Shil, A. Nair, Y. Qi, y Q. Li. 2014. Oral delivery of Angiotensin-converting enzyme 2 and Angiotensin-(1-7) bioencapsulated in plant cells attenuates pulmonary hypertension. Hypertension. 64 (6): 1248-1259. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03871

18. Shil, P.K., K.-C. Kwon, P. Zhu, A. Verma, H. Daniell, y Q. Li. 2014. Oral delivery of ACE2/Ang-(1–7) bioencapsulated in plant cells protects against experimental uveitis and autoimmune uveoretinitis. Molecular Therapy. 22 (12): 2069-2082. https://doi.org/10.1038/mt.2014.179

19. Kohli, N., D.R. Westerveld, A.C. Ayache, A. Verma, P. Shil, T. Prasad, P. Zhu, S.L. Chan, Q. Li, y H. Daniell. 2014. Oral delivery of bioencapsulated proteins across blood–brain and blood–retinal barriers. Molecular Therapy.

22 (3): 535-546. https://doi.org/10.1038/mt.2013.273

20. Sherman, A., J. Su, S. Lin, X. Wang, R.W. Herzog, y H. Daniell. 2014. Suppression of inhibitor formation against FVIII in a murine model of hemophilia A by oral delivery of antigens bioencapsulated in plant cells. Blood, The Journal of the American Society of Hematology. 124 (10): 1659-1668. https://doi.org/10.1182/blood-2013-10-528737

21. Su, J., A. Sherman, P.A. Doerfler, B.J. Byrne, R.W. Herzog, y H. Daniell. 2015. Oral delivery of Acid Alpha Glucosidase epitopes expressed in plant chloroplasts suppresses antibody formation in treatment of Pompe mice. Plant Biotechnology Journal. 13 (8): 1023-1032. https://doi.org/10.1111/pbi.12413

22. Su, J., L. Zhu, A. Sherman, X. Wang, S. Lin, A. Kamesh, J.H. Norikane, S.J. Streatfield, R.W. Herzog, y H. Daniell. 2015. Low cost industrial production of coagulation factor IX bioencapsulated in lettuce cells for oral tolerance induction in hemophilia B. Biomaterials. 70 84-93. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.08.004

23. Lakshmi, P.S., D. Verma, X. Yang, B. Lloyd, y H. Daniell. 2013. Low cost tuberculosis vaccine antigens in capsules: expression in chloroplasts, bio-encapsulation, stability and functional evaluation in vitro. PLoS One. 8 (1): e54708. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054708

24. Rosales-Mendoza, S., E. Monreal-Escalante, O. González-Ortega, M. Hernández, G. Fragoso, T. Garate, y E. Sciutto. 2018. Transplastomic plants yield a multicomponent vaccine against cysticercosis. Journal of biotechnology. 266 124-132. https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2017.12.012

25. Morgenfeld, M.M., C.F. Vater, E.F. Alfano, N.A. Boccardo, y F.F. Bravo-Almonacid. 2020. Translocation from the chloroplast stroma into the thylakoid lumen allows expression of recombinant epidermal growth factor in transplastomic tobacco plants. Transgenic Research. 29 295-305. https://doi.org/10.1007/s11248-020-00199-7

26. BIOPHARMA. 2020. Biopharmaceutical Products in the U.S. and European Markets. En línea, acceso 5/12, http://www.biopharma.com/approvals.html
27. DeGray, G., K. Rajasekaran, F. Smith, J. Sanford, y H. Daniell. 2001. Expression of an antimicrobial peptide via the chloroplast genome to control phytopathogenic bacteria and fungi. Plant Physiology. 127 (3): 852-862. https://doi.org/10.1104/pp.010233

28. Wang, Y.-P., Z.-Y. Wei, Y.-Y. Zhang, C.-J. Lin, X.-F. Zhong, Y.-L. Wang, J.-Y. Ma, J. Ma, y S.-C. Xing. 2015. Chloroplast-expressed MSI-99 in tobacco improves disease resistance and displays inhibitory effect against rice blast fungus. International journal of molecular sciences. 16 (3): 4628-4641. https://doi.org/10.3390/ijms16034628

29. Jin, S., X. Zhang, y H. Daniell. 2011. Pinellia ternata agglutinin expression in chloroplasts confers broad spectrum resistance against aphid, whitefly, lepidopteran insects, bacterial and viral pathogens. Plant biotechnology journal. 10 (3): 313-327. https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2011.00663.x

30. Ruhlman, T.A., K. Rajasekaran, y J.W. Cary. 2014. Expression of chloroperoxidase from Pseudomonas pyrrocinia in tobacco plastids for fungal resistance. Plant science. 228 98-106. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.02.008

31. Poage, M., B. Le Martret, M.A.K. Jansen, G.D. Nugent, y P.J. Dix. 2011. Modification of reactive oxygen species scavenging capacity of chloroplasts through plastid transformation. Plant Molecular Biology. 76 (3): 371-384. https://doi.org/10.1007/s11103-011-9784-y

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 glutathioneStransferase, exhibit altered antioxidant metabolism and improved abiotic stress tolerance. Plant Biotechnology Journal. 9 (6): 661-673. https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2011.00611.x

33. Stavridou, E., M. Michailidis, S. Gedeon, A. Ioakeim, S. Kostas, E. Chronopoulou, N.E. Labrou, R. Edwards, A. Day, y I. Nianiou-Obeidat. 2019. Tolerance of transplastomic tobacco plants overexpressing a theta class glutathione transferase to abiotic and oxidative stresses. Frontiers in Plant Science. 9 1861. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01861

34. Khan, M.S., B. Kanwal, y S. Nazir. 2015. Metabolic engineering of the chloroplast genome reveals that the yeast ArDH gene confers enhanced tolerance to salinity and drought in plants. Frontiers in Plant Science. 6 725. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00725
35. Grant, O.M., D.P. Brennan, C.D. Mellisho Salas, y P.J. Dix. 2014. Impact of enhanced capacity to scavenge reactive oxygen species on cold tolerance of tobacco. International Journal of Plant Sciences. 175 (5): 544-554. https://www.jstor.org/stable/10.1086/675976

36. Kumar, S., A. Dhingra, y H. Daniell. 2004. Plastid-expressed betaine aldehyde dehydrogenase gene in carrot cultured cells, roots, and leaves confers enhanced salt tolerance. Plant Physiology. 136 (1): 2843-2854. https://doi.org/10.1104/pp.104.045187

37. Bansal, K., A. Singh, y S. Wani. 2012. Plastid transformation for abiotic stress tolerance in plants, in Plant Salt Tolerance. Springer. 351-358. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-986-0_23

38. Lu, Y., H. Rijzaani, D. Karcher, S. Ruf, y R. Bock. 2013. Efficient metabolic pathway engineering in transgenic tobacco and tomato plastids with synthetic multigene operons. Proceedings of the National Academy of Sciences. 110 (8): E623-E632. https://doi.org/10.1073/pnas.1216898110

39. Ceccoli, R.D., N.E. Blanco, M.E. Segretin, M. Melzer, G.T. Hanke, R. Scheibe, M.-R. Hajirezaei, F.F. Bravo-Almonacid, y N. Carrillo. 2012. Flavodoxin displays dose-dependent effects on photosynthesis and stress tolerance when expressed in transgenic tobacco plants. Planta. 236 (5): 1447-1458. https://doi.org/10.1007/s00425-012-1695-x

BIOFORTIFICACIÓN CON ZINC CONTRA LA DESNUTRICIÓN INFANTIL

Addy Anchondo-Aguilar, Damián Aaron Porras-Flores, Damaris Ojeda-Barrios
Palabras claves: ***Desnutrición infantil, micronutriente, nutrición vegetal***

La biofortificación agronómica con zinc permite mejorar la nutrición humana. El manuscrito presenta una revisión general de literatura analizando tres aspectos específicos: carencia de Zn2+ en infantes, deficiencia de Zn2+ en algunos cultivos de interés agronómico y la biofortificación como alternativa para optimizar cultivos y combatir la desnutrición humana. La deficiencia de Zn2+ es responsable de daños funcionales en infantes y plantas. La biofortificación de algunos cultivos con Zn2+ puede contribuir a reducir esta problemática. El objetivo del presente manuscrito pretende contribuir con el análisis de tres aspectos específicos: carencia de Zn2+ en infantes, deficiencia de Zn2+ en algunos cultivos de interés agronómico y la biofortificación como alternativa para optimizar cultivos y combatir la desnutrición humana.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (2015) muestra datos esperanzadores sobre la reducción del hambre en el mundo. Investigaciones recientes afirman que la primera etapa de la infancia es fundamental, en cuanto al desarrollo y crecimiento de todo ser humano, (Payne et al. 2017).

En la actualidad se estima que más de 2 mil millones de personas padecen de desnutrición y una de las opciones para garantizar la calidad nutritiva (vitaminas y minerales) de los alimentos es mediante biofortificación agronómica de los cultivos por técnicas de fertilización foliar y edáfica, (Cakmak y Kutman 2017). En varios estudios se ha demostrado la eficacia de la biofortificación para mejorar el estado nutricional de la persona, debido a que optimiza características agronómicas e incrementa la concentración de micronutrientes como el Zn2+ en los cultivos convencionales (Andersson et al. 2017; CHAI 2018). La absorción de este micronutriente en plantas es fundamental para el sano desarrollo en infantes, pues estos se estarían consumiendo en forma natural a través de la biofortificación.

El Zn2+ es un micronutriente que posee incide en el crecimiento de los infantes (Nestel et al. 2006; Restrepo et al. 2016, Andersson et al. 2017). Este micronutriente interviene en la mineralización de huesos y formación de órganos reproductores, además protege las arterias de aquellas personas que padecen colesterol y porcentaje de triglicéridos alto en la sangre (Hilton Ballesteros et al. 2011;

Hilton 2017); el investigador también menciona una recomendación es el consumo de alimentos con alto contenido de Zn2+.

La deficiencia del micronutriente Zn2+ en infantes y embarazadas constituye una causa de morbilidad y mortalidad importante, dado que induce un menor peso al nacer y programa enfermedades cardiovasculares, renales, metabólicas y endocrónicas en la vida adulta (FAO et al. 2017). El (Zn), es uno de los micronutrientes más estudiados hasta el momento en cuanto a los mecanismos y efectos a largo plazo involucrados en el desarrollo de dichas enfermedades crónicas (Leal et al. 2017). Por lo tanto, se puede decir que la deficiencia de este micronutriente puede causar problemas irreversibles en el organismo si no se consume durante el embarazo y las primeras etapas de vida del infante. En la actualidad, la desnutrición mineral es considerada uno de los desafíos mundiales más serios para la humanidad, el (Zn2+) es vital importancia para el funcionamiento de todos los procesos metabólicos del organismo (Sorroza et al. 2019). Se sugiere que los cultivos biofortificados deben ser biodisponibles he incrementar la concentración de micronutrientes con un bajo costo para los países en desarrollo según algunos autores.

La biofortificación agronómica se puede definir como el proceso de incrementar la concentración de elementos esenciales en la parte comestible de los productos cosechados mediante la aplicación del mineral de interés (Morales-Morales et al. 2016). Una estrategia complementaria tendiente a incrementar los niveles de ingesta de Zn2+ es la producción y consumo de cultivos básicos biofortificados (Ramírez-Jaspeado 2020).

A pesar de que no todos los alimentos biofortificados ofrecen biodisponibilidad de micronutrientes, la biofortificación se encuentra entre las mejores alternativas para incrementar la biodisponibilidad de nutrientes en alimentos al ser consumidos (Restrepo et al. 2020), así la técnica de la biofortificación es recomendable para incrementar la concentración de Zn2+ en los cultivos.

Las investigaciones permiten descubrir información relevante, nuevos conocimientos que están generando procesos de aprendizaje; permite fundamentar la teoría y llevarla a la práctica, como resultado de nuestra investigación, es posible concluir que existe una relación entre la desnutrición infantil y la carencia del Zn 2+ en su organismo, debido a varios factores principales; puede causar un crecimiento anormal físico y mental, puede afectar el mal funcionamiento inmunológico asociado con infecciones gastrointestinales, afectaciones cutáneas entre otras. Así mismo, la desnutrición infantil es asociada con problemas sociales ya que se desarrolla en su gran mayoría en zonas marginales, debido a los bajos ingresos y escases de recursos que limitan la compra de alimentos indispensables para cubrir sus necesidades básicas y ricos en este micronutriente para evitar la desnutrición infantil. Por otra parte, la deficiencia de Zn+2 en las plantas según las investigaciones señaladas en este documento, puede provocar la alteración en el crecimiento, detiene la división celular, plantas que presentan enanismo, las hojas presentan un color verde claro con amarillamiento, por lo tanto, bajo rendimiento en los cultivos. Es debido a estas investigaciones se puede vincular la necesidad de biofortificar algunos cultivos ya que permite el desarrollo de cultivos ricos en nutrientes, utilizando las mejores técnicas de fitomejoramiento convencional y la biotecnología, puede contrarrestar la deficiencia de micronutrientes como el Zn2+ obteniendo alimentos vegetales enriquecidos de gran importancia amenorando la desnutrición infantil en zonas marginales.

REFERENCIAS

Andersson MS, Saltzman A, Virk PS. and Pfeiffer WH. 2017. Progress update: crop development of biofortified staple food crops under HarvestPlus. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development 17:11905-11935.

Cakmak I, Kutman U. 2017. Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. European Journal of Soil Science 69(1): 172-180. https://doi.org/10.1111/ejss.12437

[CHAI] The Catholic Health Association of India. [internet]. 2018. Exploring the potential of diversified traditional food systems to contribute to a healthy diet. [cited 2021 Junuary 10]. Disponible en: https://ruralindiaonline.org/library/resource/exploring-the-potential

[FAO & WFP]. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura & programa mundial de alimentos [Internet]. 2015. The estate of food insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Food and Agriculture Organization Publications, Rome. [cited 2021 March 23]. Disponible en: www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en

Leal, M.; Rodriguez E.; Suarez M.J. 2017. Deficiencia de Micronutrientes en Argentina. Folleto Técnico. Departamento de Investigación en Nutrición. Buenos Aires, Argentina.

Morales-Morales AE, De la Cruz-Lázaro E, Osorio-Osorio R, Sánchez-Chávez E, Montemayor-Trejo Márquez-Quiroz C. 2016. Contenido mineral y rendimiento de germinado de frijol caupí biofortificados. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 17: 3415-3425.

Nestel P, Bouis H, Meenakshi J, Pfeiffer W. 2006. Biofortification of staple food crops. The Journal of Nutrition. 136 (4): 1064-1067. https://doi.org/10.1093/jn/136.4.1064

Payne GV, Isaacs LD. 2017. Development. A Lifespan Approach. Routledge. 9na ed. Abingdon, Reino Unido.

Ramírez- Jaspeado R, Palacios Rojas N, Funes J, Pérez S, Donnet M. 2018. Identificación de áreas potenciales en México para la intervención con maìs biofortificados con zinc. Rev. Fitotec. Mex. 41 (3). 327-337. https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.327-337

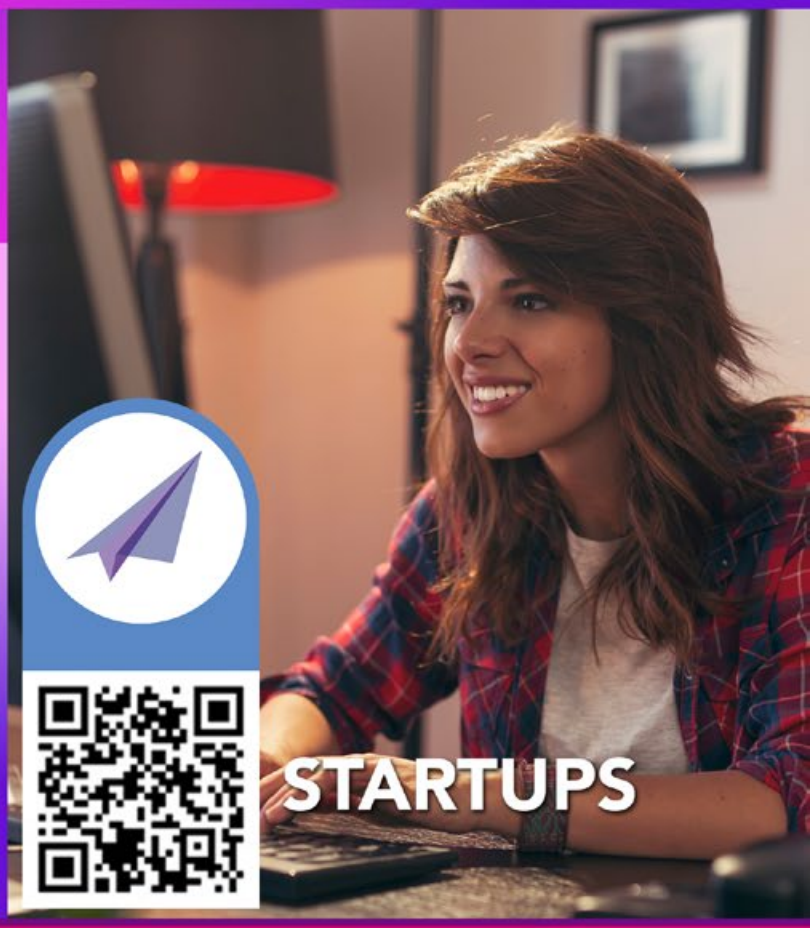
Rastrepo LF, Gongora MT, López BE. 2020. Biofortificación de tomates (Solanum lycopersicum L.) Con cianocobalamina y micronutrientes aminoquelados (Zn, Fe). Revista Española Nutrición Humana y Dietética. 24 (3). 247-255. https://doi.org/10.14306/renhyd.24.3.1011Restrepo C, Coronell M, Arrollo J, Martínez G, Sánchez L, Sarmiento-Rubio L. 2016. La deficiencia del zinc: un problema global que afecta la salud y el desarrollo cognitivo. Archivo Latinoamericano de Nutrición. 66 (3): 165-175Sorroza NA, Jinez BE, Jinez LD, Luna ZB. 2019. La importancia del Zinc en nuestra dieta diaria. RECIAMUC. 2(2).476-483.

En **FIDEAPECH** tenemos el crédito que necesitas para fortalecer tu empresa o emprender tu proyecto.

Acércate y conoce las distintas modalidades de nuestro programa.

Fondo del Estado de Chihuahua

Escanea el código QR o entra a
www.fideapech.com
y conoce más.



CHIHUAHUA
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos sí podemos

SECRETARÍA
DE INNOVACIÓN
Y DESARROLLO ECONÓMICO

FIDEAPECH
FIDEICOMISO ESTATAL PARA EL FOMENTO
DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Llámanos al teléfono:
(614) 443-10-76 Ext. 101,104 y 110.
www.fideapech.com

¡Ah Chihuahua!

MÉXICO

Necesitarás toda una vida para descubrir la belleza infinita del Estado de Chihuahua...

Observa este vasto territorio, una paleta de colores que cambian a tu paso... ocre barranca, verde bosque, dorado desierto, verde manzana, azul cielo, amarillo sol y, el deslumbrante plateado de las lunas de octubre.

Cierra los ojos un momento y siente como vibran nuestros corazones que laten al ritmo del Rámpora Rarámuri o al compás de la polka. Corazones que también se agitan en la emoción del rodeo, corazones de gente buena, valiente, noble y leal. Aviva tu oído y escucha el rugir del Chepe atravesando la sierra a su encuentro con el pasado.

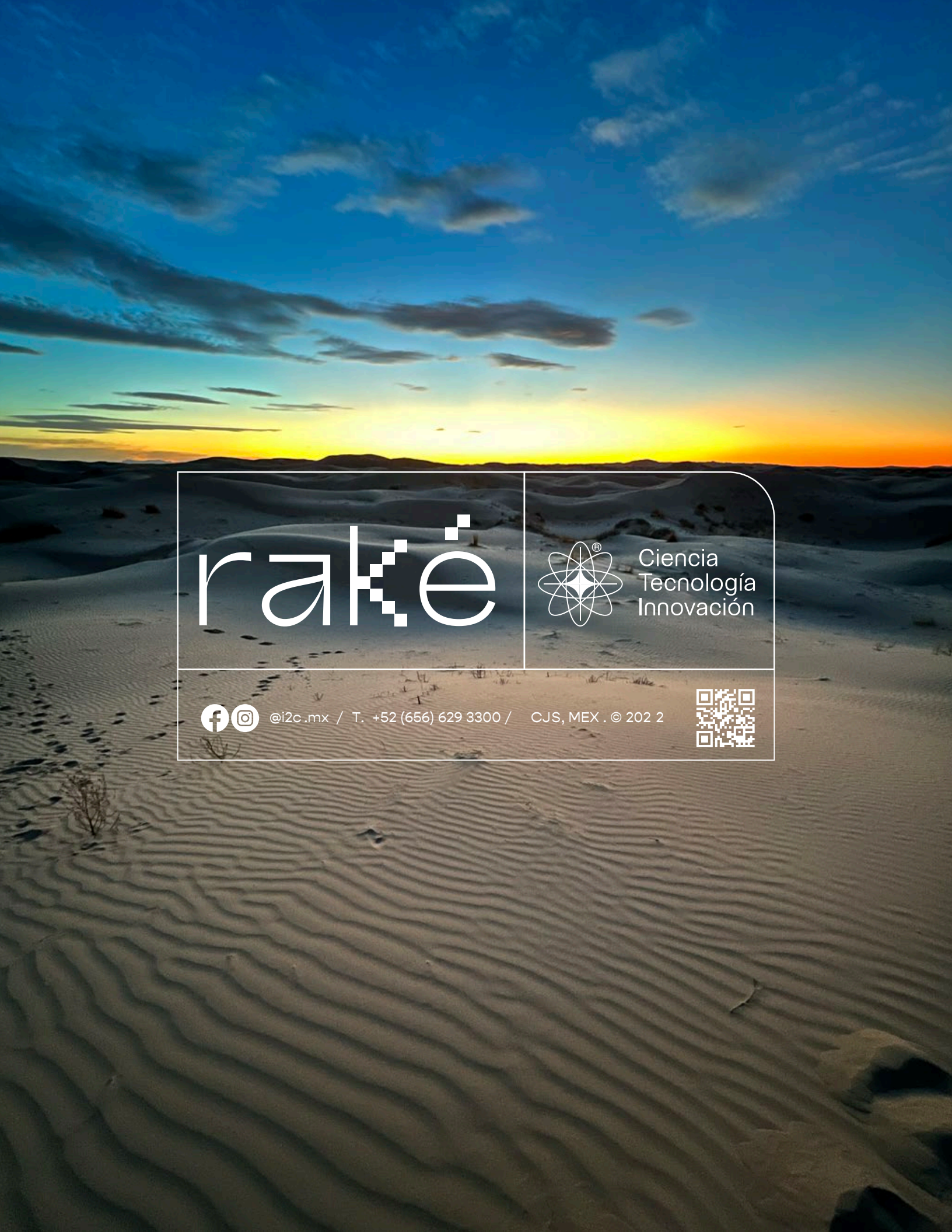
Somos el hogar de tres culturas, Criollos, Rarámuris y Menonitas. Somos desierto, barranca, bosque nevado y pastizal. Somos modernas ciudades y pueblos encantadores, somos valle y somos cascada, somos la Sierra Madre.
En esta tierra fértil y generosa en la que el paisaje cambia a cada kilómetro; somos quienes abren brecha con el esfuerzo diario. Somos lugar ideal para los negocios, somos potencia tecnológica, exportadora y manufacturera, somos también gente del campo agrícola y ganadero.

Chihuahua sabe al sofisticado punto de sal de nuestra exquisita carne seca, a la frescura en boca de nuestras crujientes manzanas, al sutil sabor del asadero y del queso menonita. Somos la esencia norteña que ofrece alegría en el sotol y en nuestros extraordinarios vinos.

Aquí te estamos esperando, ven a vivir nuestro Chihuahua Infinito...

#ChihuahuaINFINITO

www.visitachihuahua.com


rakė
Ciencia
Tecnología
Innovación
@i2c.mx / T. +52 (656) 629 3300 / CJS, MEX . © 202 2