

Aplicación de la tecnología láser en agricultura.

Application of laser technology in agriculture.

Federico Antonio Gutiérrez Miceli* (1).
Tecnológico Nacional de México/I.T. Tuxtla Gutiérrez.
federico.gm@tuxtla.tecnm.mx.

Andrés León Zenteno (2), Tecnológico Nacional de México/I.T. Tuxtla Gutiérrez, m23271372@tuxtla.tecnm.mx.

Ana Martin Santos Espinoza (3), Tecnológico Nacional de México/I.T. Tuxtla Gutiérrez,
d13270770@tuxtla.tecnm.mx.

José Gregorio Joya-Dávila (4), Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC), jose.joya@uabc.edu.mx.

Jorge Luis Camas-Anzueto (5), Tecnológico Nacional de México/I.T. Tuxtla Gutiérrez, jcamas@tuxtla.tecnm.mx.

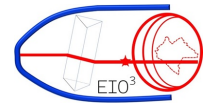
*corresponding author.

Artículo recibido en septiembre 06, 2024; aceptado en septiembre 23, 2024.

Resumen.

En este trabajo se presenta una revisión bibliográfica de como hoy en día la tecnología láser ha evolucionado como aplicación en la agricultura. Cabe mencionar que el problema social sobre la actúa población en el mundo que contempla un aproximado en el 2022 de 7,951 miles de millones es la alimentación. Por lo que es necesario exhortar a los líderes gubernamentales de cada país que inviertan en el desarrollo de nuevas tecnologías para el sector agroalimentario. La agricultura hoy en día es de vital importancia para el ser humano, ya que es necesario producir alimentos para cubrir con la exigencia en la seguridad alimentaria necesaria para el crecimiento demográfico sin control en el mundo. Para que un producto agrícola se desarrolle de forma óptima es necesario que se tenga un control en el cuidado de los suelos. Esto debido a que en el suelo se produce cerca del 95% de la producción de alimentos de todo el mundo. Sin embargo, en la agricultura es necesario asegurar la germinación de la semilla y que en el proceso del crecimiento del cultivo se tenga un control eficiente de la maleza para que la producción agrícola se incremente significativamente. En este que hacer, nos enfocamos en la tecnología láser que hoy en día esta cobrando como aplicación en la agricultura de precisión. De esta manera, el uso de láseres en la agricultura ha abierto nuevas posibilidades en la estimulación de semillas y en la mejora del control de malezas, proporcionando alternativas sostenibles frente a los métodos convencionales. Por lo que en este artículo se revisa los avances en el uso del láser para estas aplicaciones, destacando los ensayos realizados en cultivos como el maíz y el cacahuate en el estado de Chiapas. Se han obtenido resultados prometedores en cuanto a la eliminación eficiente de malezas y el aumento del rendimiento y la resistencia de los cultivos ante condiciones adversas como la sequía.

Palabras claves: Control de malezas, estimulación de semillas, láser.



Abstract.

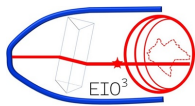
This paper presents a bibliographic review of how laser technology has evolved today as an application in agriculture. It is worth mentioning that the social problem facing the world's population, which will be approximately 7.951 billion in 2022, is food. Therefore, it is necessary to urge government leaders in each country to invest in developing new technologies for the agri-food sector. Agriculture is vital to humans today since it is required to produce food to meet the demand for food security necessary for uncontrolled population growth in the world. For an agricultural product to develop optimally, it is essential to have control over soil care because about 95% of the world's food production is produced in the soil. However, in agriculture, it is necessary to ensure seed germination and that there is efficient weed control in the process of crop growth so that agricultural production increases significantly. In this article, we focus on laser technology, which is currently gaining ground as an application in precision agriculture. Thus, using lasers in agriculture has opened up new possibilities in seed stimulation and improving weed control, providing sustainable alternatives to conventional methods. Therefore, this article reviews the advances in the use of lasers for these applications, highlighting the tests carried out on crops such as corn and peanuts in the state of Chiapas. Promising results have been obtained in terms of efficient weed elimination and increased yield and crop resistance to adverse conditions such as drought.

Keywords: Laser, seed stimulation, weed control.

1. Descripción de la conferencia.

Los láseres son dispositivos ópticos ampliamente utilizados en diversas áreas como la industria manufacturera, la medicina, el entretenimiento, los sensores y la biomedicina. Además, se ha encontrado aplicaciones emergentes en la agronomía. En el ámbito agrícola, la interacción de los fotones coherentes con las células vegetales ha sido objeto de numerosos estudios, lo que ha permitido desarrollar dispositivos innovadores para mejorar la productividad agrícola. Estableciendo como punto de partida el uso de láseres en la agricultura tal como en la estimulación de semillas para una germinación más rápida y la inhibición del crecimiento de malezas como una alternativa a los herbicidas químicos se procede a describir superficialmente esta tecnología. El avance en la tecnología de los láseres de diodo ha traído una notable mejora en las características ópticas de la luz que genera el láser. En los láseres de diodo ha evolucionado de tal manera que se pueden encontrar láseres cuya longitud de onda está desde el azul hasta el rojo e infrarrojo. Láseres de diodos con longitudes de onda de 680, 980 y 532 nm y potencias de 110, 250 y 75 mW, respectivamente, fueron empleados por Leila et al. (2013) para irradiar semillas de trigo (*Triticum aestivum L.*) homogeneizadas y esterilizadas, establecidas en condiciones salinas previamente a la irradiación, encontrando que los efectos de las distintas longitudes de onda de los láseres empleados tuvieron diferencias estadísticas significativas en germinación y rendimiento. Por otro lado, empleando un láser diodo de 980 nm con densidades de potencia de 15, 30 y 60 mW/cm² como tratamiento presiembra en semillas de trigo, Hernández (2010) encontraron que la bioestimulación láser incrementó e inhibió la longitud del coleóptilo y el sistema radicular; a los 15 mW/cm² causó una disminución de la longitud del coleóptilo a partir de los 30 s. A 60mW/cm² de exposición también produjo una disminución a los 15 s y en 30 y 60 s tendió a aumentar, para después volver a disminuir en 120 y 240 s. Semillas de leguminosa como el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de distintos ciclos productivos tratadas presiembra con láser de 408 nm y potencia de 150 mW expuestas a 18 regímenes de irradiación alternando 10 min de irradiación y 30 min sin irradiación durante 24 h, produjeron bioestimulación positiva y negativa, donde las semillas con mayor longitud de penetración óptica obtuvieron bioestimulación positiva en el porcentaje de germinación, incrementando su valor con respecto al control del 47% (Sánchez et al. 2015). Con diodos láser, fueron tratados y cultivados esquejes de sauce (*Salix viminalis*), variedad resistente a enfermedades y tolerante a insectos, radiados con diodo láser rojo (670 nm), bajo tres regímenes de irradiación de 30 s, Jakubiak & Gdowska (2013) encontraron que se acelera el crecimiento y se tiene un incremento de biomasa.

Es importante resaltar que el éxito en el establecimiento de un cultivo está vinculado a la optimización de las condiciones que favorecen la germinación de las semillas. Diversos estudios han demostrado que la estimulación láser proporciona energía adicional a las semillas, acelerando tanto su germinación como su emergencia (Podleśny and Podlesna, 2012). Además, señalan un incremento a la resistencia ante condiciones adversas, principalmente a distintos



tipos de estrés como radiación UV, sequía, frío, salinidad, presencia de metales pesados de plantas provenientes de semillas o de plantas expuestas a radiación láser. Por lo tanto, Esta técnica ofrece una ventaja competitiva al cultivo al reducir el tiempo de las etapas vegetativas y permitir que las plántulas superen más rápidamente a las malezas.

En cuanto al control de malezas, el uso de láseres ha mostrado resultados prometedores. Los láseres de diodo, por ejemplo, son especialmente útiles debido a su tamaño compacto y peso ligero en comparación con otros tipos, como los láseres de dióxido de carbono o de fibra óptica (Mwitta et al., 2022). Además, se ha explorado la posibilidad de emplear brazos robóticos equipados con láseres, capaces de dirigir con precisión el rayo a diferentes partes de la planta, lo que permite cubrir mayores áreas sin alterar el diámetro del rayo (Osadcuks et al., 2020). Esta tecnología podría ofrecer un método sostenible y eficiente para el manejo de malezas, disminuyendo la necesidad de herbicidas químicos que generan impactos negativos en el medio ambiente. Dos de las técnicas actualmente exploradas para eliminar la maleza en la producción agrícola es el flameo y la óptica. El flameo es una llama producida con gas propano para generar calor en la maleza rompiendo las células vegetales para que esta muera (Conozca El Flameo: Una Alternativa Para Reducir El Uso de Herbicidas En Zonas Agrícolas y Urbanas, 2020). El efecto del flameo en las plantas es: temperatura, tiempo de exposición, y tipo de energía. La técnica óptica para eliminar maleza utiliza luz láser de alta potencia. En este caso, utilizan 8 láseres de 150 W para que la luz pueda eliminar la maleza (Ruíz, 2023). Otro proyecto que se ha desarrollado en Europa es el de la compañía Welaser. De igual forma utiliza láser de CO₂ de alta potencia e inteligencia artificial para diferenciar la maleza del cultivo (Láser Para Eliminar Malas Hierbas de Los Cultivos, 2021). Cabe mencionar que la radiación láser en las plantas es capaz de eliminar la maleza en la agricultura. Esto debido a que los meristemos de las plantas no son capaces de aguantar radiación durante un determinado tiempo provocando así su inhibición en el crecimiento. Estos meristemos son tejidos de crecimiento responsables del incremento continuo del cuerpo de la planta y se encuentran localizados en los extremos o ápices de los órganos (tallos, raíces y hojas). La conservación de los meristemos y su capacidad para producir nuevos órganos distinguen a las plantas de los animales (Luna, 2010; Megías et al., 2017; Kitagawa & Jackson, 2019; Paddock, 2012).

2. Método elicitación de semillas.

2.1. Métodos.

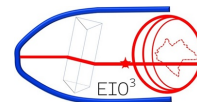
La estimulación de semillas se lleva a cabo antes de la siembra, comenzando con la selección de semillas, eliminando aquellas que presenten imperfecciones y homogeneizando su tamaño. Posteriormente, se realizan pruebas para determinar la potencia y el tiempo de exposición adecuados al haz láser. En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del TecNM, Campus Tuxtla Gutiérrez, se realizó un experimento en el que se evaluaron tres métodos de elicitación física: luz UV-C, campo magnético y láser, utilizando semillas de cacahuete como modelo de estudio. Para el presente trabajo, se exponen los hallazgos relacionados con el uso del láser.

Se utilizó un haz láser con una longitud de onda de 636 nm y una potencia de 120 mW, aplicado a una distancia de 15 cm durante 15 minutos. 24 horas después, dos grupos de semillas, uno tratado con láser y otro grupo de control sin tratamiento (con cuatro repeticiones de 100 semillas cada uno), fueron sembrados manualmente en un terreno agrícola en el municipio de Suchiapa, Chiapas. La distancia entre plantas fue de 30 cm, con surcos separados por 60 cm, colocando dos semillas por sitio. El suelo del terreno se caracterizó por ser arenoso y ligeramente ácido. Todas las labores agrícolas, incluida la siembra y cosecha, se realizaron manualmente, y la fertilización se hizo con 0.3 kg de vermicomposta por planta. La cosecha se llevó a cabo a los 105 días.

Las variables de respuesta incluyen cambios fenológicos y morfométricos en las vainas y semillas al momento de la cosecha, y se calcula el rendimiento de ambas variables. El análisis de los datos se realizó utilizando el software Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Technologies, Inc., 2024).

2.2. Desarrollo.

Los resultados obtenidos muestran que no hubo diferencias significativas en la fenología ni en el comportamiento morfométrico de las plantas provenientes de semillas irradiadas con láser en comparación con el control. Sin embargo,



se observará un aumento en el crecimiento vegetativo, evidenciado por un mayor índice de velocidad de emergencia en las plantas tratadas con láser, lo que indica una ventaja competitiva en las primeras etapas de desarrollo (Podleśny et al., 2012). Como se muestra en la Fig. 1, las plantas tratadas con láser presentaron una emergencia más rápida y un crecimiento más homogéneo, lo que puede reducir las diferencias entre individuos dentro del cultivo, mejorando la eficiencia del manejo agronómico.



Figura 1. Crecimiento de plantas de cacahuete siete días después de la siembra. A= Control, B= Irradiada con láser

En cuanto al rendimiento, las semillas cosechadas muestran un aumento en su biomasa. Grupos de 100 semillas indicaron que el tratamiento láser incrementó el peso en 6 g en comparación con el control, alcanzando una biomasa de 93 g, lo que representa un aumento significativo. Además, el rendimiento de vainas y semillas fue notablemente superior en las plantas del tratamiento láser, con un incremento del 32 % en vainas y del 24 % en semillas, en comparación con el grupo de control. Este aumento en la productividad puede estar relacionado con la capacidad del láser para mejorar la actividad fotosintética y el metabolismo de las plantas, tal como han reportado estudios previos sobre el impacto positivo del láser en la fisiología vegetal (Nadimi et al., 2021).

3. Inhibición del crecimiento de malezas.

3.1. Métodos.

La inhibición del crecimiento de arvenses se realizó con una máquina cortadora y grabadora de láser. La fuente láser de esta máquina es un tubo de dióxido de carbono (CO_2) que emite un haz de 10,600 nm. Además, la máquina cuenta con una fuente de poder variable que entrega una potencia óptica máxima nominal de 40 W, y puede proporcionar fracciones porcentuales de esa potencia. Por su parte, los arvenses empleados se encontraban en una etapa fenológica de 2 hojas verdaderas, y contaban con un diámetro menor a 1 mm. La irradiación se aplicó en los tallos de las plantas, como se muestra en la Fig. 2, y se realizó con distintas configuraciones de potencia de salida y tiempo de exposición, del 11 al 15% y de 0.5 a 1.5 s, respectivamente. Después de cada iteración, se observó los cambios que presentaron los tallos y se hicieron anotaciones.



Figura 2. Arreglo experimental de la inhibición de arvenses con radiación láser.

3.2. Desarrollo.

La irradiación en los tallos proporcionó resultados interesantes. Se encontró que la potencia óptica mínima necesaria para causar un daño letal al tejido de la planta es de 8 W, indicado en la **Fig. 3b**. Sin embargo, en todas las otras configuraciones de potencia y tiempo de exposición, se pudo observar un daño en los tejidos, desde cambio en la pigmentación hasta reducción del diámetro del tallo, como se muestra en la **Fig. 3a**. El daño más grande se observó como carbonización, resultante de la evaporación de toda el agua contenida en las células. Los daños menores pueden, de igual forma, ser letales. En una planta sembrada en el suelo, una reducción en el diámetro de su tallo puede debilitar su resistencia estructural, causando que el tope de la planta se doble. Esto causaría estragos en el xilema y floema de la planta, pudiendo provocar que no se recupere y termine pereciendo.

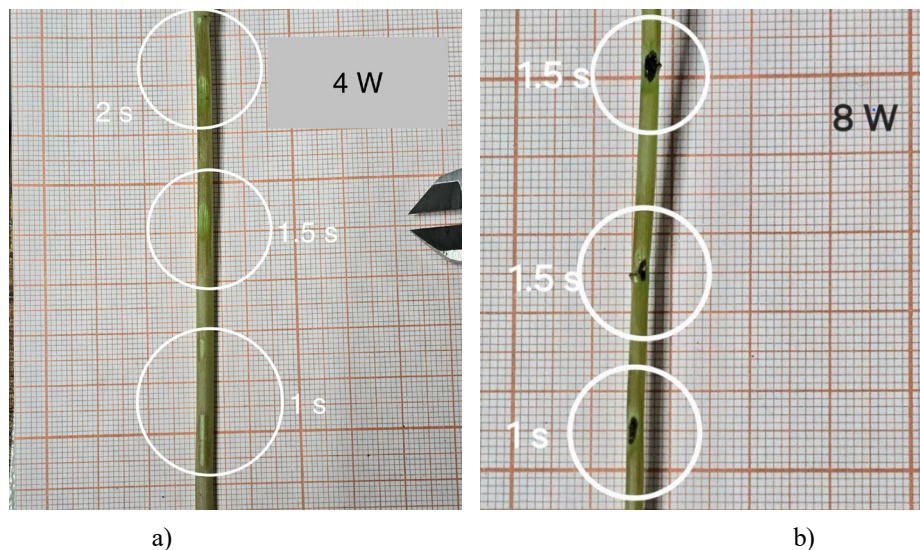
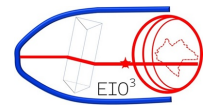


Figura 3. Daños ocasionados por la radiación láser sobre tallos de arvenses.



Conclusiones.

El uso de láseres en la agricultura ofrece una alternativa innovadora y sostenible para el control de malezas y la estimulación de semillas. Los resultados de los ensayos en Chiapas sugieren que esta tecnología puede mejorar significativamente el rendimiento de cultivos como el maíz y el cacahuete, reduciendo la dependencia de productos químicos y aumentando la resiliencia frente al cambio climático. A medida que la investigación en esta área continúe, el láser podría convertirse en una herramienta clave para la agricultura del futuro. Por otra parte, la radiación láser de alta potencia ($1\text{ W} >$) tiene la capacidad de generar lesiones a los tejidos vegetales de los tallos de las plantas. Debido a la interacción que tienen las moléculas del agua con la luz infrarroja del láser, existe un calentamiento en las células y tejidos, provocando los daños y lesiones mostrados anteriormente. En un futuro, se continuará con la investigación ampliando las especies de arvenses y las fuentes de luz láser.

Créditos.

Esta investigación fue financiada por el Tecnológico Nacional de México, a través del proyecto: 19876, titulado: Estimulación de semillas para promover cambios en el crecimiento, rendimiento y calidad nutricional en cacahuete y maíz cultivados en campo.

Referencias bibliográficas.

Conozca el flameo: una alternativa para reducir el uso de herbicidas en zonas agrícolas y urbanas. (2012).

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/3/16/conozca-el-flameo-una-alternativa-para-reducir-el-uso-de-herbicidas-en-zonas-agricolas-y-urbanas.html>

Ferdosizadeh, L., Sadat-Noori. S., Zare, N., Saghafi, S. (2013). Assessment of Diode Laser Pretreatments on Germination and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Salinity Stress, *World Journal of Agricultural Research*. 2013, 1(1), 5-9. DOI: 10.12691/wjar-1-1-2

Hernandez, A.C., Dominguez, P.A., Cruz, O.A., Ivanov, R., Carballo, C.A., Zepeda B.R. (2010). Laser in agriculture, *International Agrophysics*, 24, 407-422. <http://www.international-agrophysics.org/pdf-106402-37251?filename=Laser%20in%20agriculture.pdf>

Jakubiak, M., Gdowska, K. (2013). INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY APPLICATIONS OF LASER LIGHT STIMULATION. *Енергетика і автоматика*. 3. 14-21.

https://www.researchgate.net/publication/280574717_INNOVATIVE_ENVIRONMENTAL_TECHNOLOGY_APPLICATIONS_OF_LASER_LIGHT_STIMULATION.

Kitagawa, M., & Jackson, D. (2019). Control of Meristem Size. *Annual Review of Plant Biology*, 70(Volume 70, 2019), 269–291. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ARPLANT-042817-040549/CITE/REFWORKS>

Láser para eliminar malas hierbas de los cultivos (2022).

<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/L%C3%A1ser-para-eliminar-malas-hierbas-de-los-cultivos.aspx>

Luna, M. L., Giudice, G. E., Ramos Giacosa, J. P., Márquez, G. J. (2010). Plantas que burlan la muerte. *Museo*, 3(24), 68-74.

Megías Pacheco, M., Pombal Diego, M. A., Molist García, P. (2017). Atlas de Histología Vegetal y Animal.

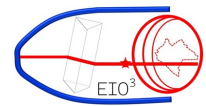
Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo.

- Mwitta, C., Rains, G. C., & Prostko, E. (2022).** Evaluation of Diode Laser Treatments to Manage Weeds in Row Crops. *Agronomy*, 12(11).
- Nadimi, M., Sun, D. W., & Paliwal, J. (2021).** Recent applications of novel laser techniques for enhancing agricultural production. *Laser Physics*, 31(5), 053001.
- Osadčuks, V., Kostromins, A., Pecka, A., Koteļņecs, V., & Jaško, J. (2020).** Experimental efficiency evaluation of 445 nm semiconductor laser for robotized weed control applications. *Agronomy Research*, 18(Special Issue 2), 1380–1387.
- Paddock, A. (2012).** Controlling weeds with lasers. *Photonics media*.
https://www.photonics.com/Articles/Controlling_weeds_with_lasers/a50644#:~:text=The%20meristem%27s%20position%20is%20gauged,optimal%20effect%20on%20the%20target
- Podleśny, J., Stochmal, A., Podleśna, A. & Misiak, L. E. (2012).** Effect of laser light treatment on some biochemical and physiological processes in seeds and seedlings of white lupine and faba bean. *Plant Growth Regulation*, 67, 227-233.
- Podleśny, J., Podleśna, A. (2012).** The effect of high temperature during flowering on growth, development and yielding of blue lupine - barley mixture. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 10. 500-504.
https://www.researchgate.net/publication/281425684_The_effect_of_high_temperature_during_flowering_on_growth_development_and_yielding_of_blue_lupine_-_barley_mixture
- Ruiz, J. (2023).** Carbon Robotics combate las malezas con rayos láser. *Maquinac Global*.
<https://maquinac.com/2023/01/carbon-robotics-combate-las-malezas-con-rayos-laser/#:~:text=Carbon%20Robotics%20es%20una%20empresa,llamado%20Autonomous%20LaserWeeder%20Demo%20Unit>
- Sánchez-Hernández, G., Hernández-Aguilar, C., Domínguez Pacheco, F.A., Cruz-Orea, A., Perez-Reyes, M.C.J., Martínez, E.M. (2015).** The Optical Absorption Coefficient of Bean Seeds Investigated Using Photoacoustic Spectroscopy. *International Journal of Thermophysics*. 36: 835-843.
- Statgraphics Technologies, Inc. (2024).** Statgraphics Centurion XVI. Versión 16.1. Disponible en: <https://www.statgraphics.com>

Biografía de los investigadores.



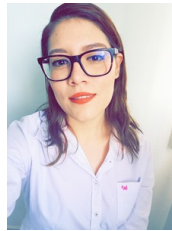
Dr. Federico Antonio Gutiérrez Miceli, Ingeniero Bioquímico en Productos Naturales. Tiene la Maestría en Ciencias en Biotecnología y el Doctorado en Ciencias con especialidad en Biotecnología. Ha impartido diversas asignaturas en licenciatura y posgrado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (emérito), del Sistema Estatal de Investigadores (SEI, Chiapas) y profesor con Perfil deseable PRODEP. Actualmente, imparte clases en la licenciatura de Ingeniería Bioquímica, en la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica y en el Doctorado en Ciencias en Alimentos y Biotecnología. En los últimos cinco años ha dirigido 6 proyectos de investigación financiados por diversos organismos como CONACYT, Tecnológico Nacional de México (TecNM) y el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Ha graduado 12 doctores en ciencias, 30 maestros en ciencias y 52



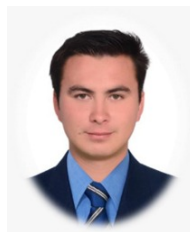
ingenieros bioquímicos. En los últimos 3 años ha publicado 32 artículos en revistas indexadas, 5 artículos en revistas con arbitraje y 4 artículos de divulgación, 6 capítulos de libros, editor de un libro, co-autor de una patente registrada en México.



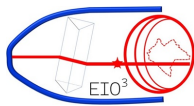
Ing. Andrés León Zenteno, Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, unidad Culhuacán, del Instituto Politécnico Nacional, en el año de 2021. Realizó movilidad internacional en Wrocław University of Science and Technology en la ciudad de Breslavia, Polonia durante el semestre enero – junio 2020. Actualmente cursa la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México, campus Tuxtla Gutiérrez, con el proyecto titulado Desarrollo de un Sistema Optomecatrónico para el Control de Malezas en Producción Agrícola.



M.C. Ana Martín Santos Espinoza, Ingeniero Bioquímico egresada del Instituto Nacional de México Campus Tuxtla Gutiérrez, en el año de 2018, posteriormente estudió la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica dentro del mismo instituto desarrollando el proyecto “Evaluación del efecto de fitonanopartículas en cultivos de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.): Un enfoque integral”. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología en el Tecnológico Nacional de México, campus Tuxtla Gutiérrez, con el proyecto titulado “Bioestimulación de semillas de cacahuete con campo magnético, láser y luz UV-C. Es miembro del Sistema Estatal de Investigadores (SEI, Chiapas) en la categoría de Joven Investigador.



Dr. José Gregorio Joya Dávila. Docente e investigador del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Mi labor de investigación se centra en el mejoramiento genético participativo de genotipos de café y cultivos básicos, utilizando herramientas biotecnológicas para la propagación clonal de aquellos que presentan resistencia a plagas o enfermedades y tolerancia al estrés por déficit hídrico. Además, llevo a cabo estudios sobre el uso de priming y elicitación física (láser, UV) de semillas y plántulas con el fin de estimular su tolerancia a la sequía y el rendimiento en campo. Asimismo, evaluamos el uso de nanopartículas para el control de enfermedades.



Dr. Jorge Luis Camas Anzueto, es Ingeniero en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG), Chiapas. Obtuvo su grado de maestría y doctorado en Óptica por el Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y Electrónica (INAOE). Actualmente ostenta el reconocimiento en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) Nivel II por parte del CONAHCYT. Miembro honorífico del Sistema Estatal de Investigadores por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chiapas (ICTICH). Fue galardonado con el Reconocimiento al Mérito Estatal a la Investigación en 2016 en la categoría III. Líder de la línea de investigación Sistemas Optomecatrónicos de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica (MCIM) y Líder de la línea de Investigación Fotónica y Electrónica del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (DCI) del ITTG, Participó en la creación de la MCIM y del DCI del ITTG, además de la Licenciatura en Física y Matemática de la Facultad de Física y Matemática de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Ha publicado más de 55 artículos de riguroso arbitraje en revistas indizadas en la Journal Citations Reports (JCR), 12 artículos en revistas de otros índices. Cuenta con más de 50 memorias de congresos nacionales e internacionales y ha dirigido proyectos de investigación CONAHCYT, TecNM, y FOMIX.