

Informe Final del Proyecto Divisional

Interfaces Planta-Computadora

Enero 2022

Resumen

En este proyecto nos enfocamos en dos líneas de investigación. En la primera línea se realizó un estudio de las señales eléctricas de diferentes plantas bajo el estrés de diversos estímulos como la luz, la presión, el tacto. Para realizar esta investigación se realizaron diferentes dispositivos para el sensado de las señales eléctricas de las plantas. En esta misma línea de investigación se realizaron diferentes estudios para obtener energía eléctrica de un sistema planta-suelo-bacterias para la cual también se construyeron dispositivos electrónicos para medir la energía eléctrica obtenida bajo diferentes condiciones. Buscando tener fundamentos sólidos que expliquen los mecanismos de estímulo-respuesta de las plantas que permitan diseñar interfaces planta-computadora confiables, como segunda línea de investigación del proyecto se buscó descifrar los procesos moleculares que gobiernan los mecanismos de estímulo-respuesta de las plantas. Estas dos líneas de investigación están estrechamente ligadas.

Como entregables de este proyecto se reportan [siete Proyectos Terminales dirigidos](#), de estos Proyectos Terminales tres son de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Computación y cuatro de la carrera de Biología Molecular. Además se dirigieron [cuatro estudiantes de Servicio Social](#), de estos un alumno y dos alumnas son de la carrera de Ingeniería en Computación y una alumna es de la carrera de Ingeniería Biológica. Además se realizó un [Seminario sobre temas del proyecto](#) en donde participaron tres charlas, una charla fue impartida por una profesora de la Unidad Cuajimalpa, otra charla fue impartida por una profesora de la universidad de Groningen Holanda y otra charla fue impartida por un profesor del Perú. Con el fin de difundir los resultados del proyecto, se impartió un Taller para la construcción de un árbol de navidad sustentable, el cual enciende sus luces con la propia energía extraída del sistema planta-suelo-bacterias. A dicho [Taller asistieron cerca de 40 personas](#). También con el objetivo de difundir los resultados del proyecto se publicó un [vídeo en youtube](#) para la construcción del árbol de navidad mencionado, dicho vídeo tiene [más de tres mil vistas](#). También quisiéramos mencionar que los alumnos que participaron en el proyecto presentaron sus trabajos en eventos organizados en la Unidad Cuajimalpa y [cuatro de ellos fueron premiados](#) por sus presentaciones. Adicionalmente un alumno obtuvo el [Diploma a la Investigación del 2020](#) por su trabajo de Proyecto Terminal.

Debido a la pandemia no se pudieron realizar mediciones sistemáticas de un número suficiente de plantas como para reportar los resultados del proyecto en una revista JCR, no obstante las diferentes mediciones realizadas sugieren que una vez que se realicen dichas mediciones se podrá escribir un artículo para ser publicado en una revista indexada. Además como trabajo futuro se plantea realizar más pruebas para obtener suficiente energía del sistema plantas-suelo-bacterias para que pueda ser usada en aparatos de bajo consumo de uso diario, como celulares o lámparas de escritorio. Adicionalmente, ocupando la respuesta eléctrica de las plantas bajo diferentes estímulos, en un trabajo futuro se espera desarrollar dispositivos basados en plantas que sustituyan a los sensores convencionales para detectar cambios de temperatura, concentración de contaminantes, cambios de humedad, iluminación, etc.

1. Responsables y colaboradores del proyecto

Responsables:

- Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro, Profesor Asociado D, Tiempo Completo.
- Dra. Alicia Montserrat Alvarado González, Profesor Asociado, Tiempo Completo.

*Ambos del Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas.

Colaboradores:

- Dr. Antonio López Jaimes, Profesor Asociado, Tiempo Completo, Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas.
- Dra. Elizabeth Ortiz Gutiérrez, Profesor Titular, Departamento de Ciencias Naturales. Adscripción actual: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

2. Resumen de resultados

Actividades	Responsables	Estatus
1. Desarrollo de un sistema para adquirir y analizar la señal eléctrica de las plantas para utilizar a las plantas como sensores.	Dr. Juan Romero (DMAS) y Dra. Montserrat Alvarado (DMAS)	En proceso
Resultados		
<p>1.- Tesina del Licenciado en Ingeniería en Computación Edwin Bryan Salas, intitulada Interfaces Planta Computadora. Esta tesina se realizó bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.</p> <p>El Licenciado en Ingeniería en Computación Edwin Bryan Salas recibió el Diploma a la investigación 2020 de la Licenciatura en Ingeniería en Computación por la tesina realizada.</p> <p>2.- Dirección del Servicio Social del Licenciado en Ingeniería en Computación Edwin Bryan Salas. Este Servicio Social se realizó bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.</p> <p>Artículo para revista indexada en proceso.</p>		
2. Extracción de energía eléctrica de las plantas.	Dr. Juan Romero (DMAS), Dra. Montserrat Alvarado (DMAS) y Dra. Elizabeth Ortiz (DCN).	En proceso
Resultados		
<p>Formación de recursos humanos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Tesina de la alumna de Ingeniería en Computación Mayte Morales Velázquez. La tesina se intitula <i>Obtención de energía de una planta I</i>. La cual se realizó bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.2. Tesina de la alumna de Ingeniería en Computación Karla González Reyes. La tesina se intitula <i>Obtención de energía de una planta y sus aplicaciones</i>. La cual se realizó bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.3. Dirección del Servicio Social de la alumna de Ingeniería en Computación Mayte Morales. Este Servicio Social se realiza bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.4. Dirección del Servicio Social de la alumna de Ingeniería en Computación Karla González Reyes. Este Servicio Social se realiza bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.5. Dirección del Servicio Social de la alumna de Ingeniería Biológica Lidia Paola López Campos. Este Servicio Social se realiza bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Romero Sanpedro y la Dra. Montserrat Alvarado. Estatus: Concluido.		

Presentación de los proyectos terminales de las alumnas Karla González y Mayte Morales en el Simposio de las licenciaturas de la DCNI , quienes ganaron el Segundo lugar en la categoría de presentaciones orales .		
<p>Realización del Taller de árbol de navidad sustentable, el cual se realizó en los días 3 y 10 de diciembre del 2021. En este taller participaron cerca de 40 personas, que incluyen alumnos, profesores y personas externas a la UAM. En este taller participaron como instructoras las alumnas de la carrera Ingeniería en Computación Mayte Morales Velázquez y Karla González Reyes.</p> <p>Realización de un vídeo sobre las instrucciones para desarrollar un árbol de navidad sustentable. Dicho vídeo está publicado en youtube y tiene más de tres mil vistas, la liga es https://www.youtube.com/watch?v=2grS88jzkAE</p>		
4. Desarrollo de herramientas bioinformáticas para identificar perfiles de expresión génica característicos de la respuesta a señales eléctricas en organismos vegetales y animales.	Dr. Antonio López (DMAS), Dra. Elizabeth Ortiz (DCN) y Dr. León Martínez (DCN)	En proceso
5. Inferir redes de regulación genética con los perfiles de expresión, para entender el mecanismo molecular que permite coordinar un pulso eléctrico con una respuesta sistémica.	Dr. Antonio López (DMAS), Dra. Elizabeth Ortiz (DCN) y Dr. León Martínez (DCN)	En proceso
Resultados		
<p>Las actividades 4 y 5 continúan en proceso, sin embargo, logramos un avance considerable. Los resultados de los siguientes proyectos terminales se enfocaron en el estudio de los aspectos genéticos, fisiológicos y bioquímicos relevantes para la obtención de energía de las plantas. Aplicando una estrategia metodológica similar, continuamos desarrollando las herramientas bioinformáticas e infiriendo las redes de regulación genética para profundizar en la comprensión de los mecanismos moleculares que coordinan los impulsos eléctricos con las respuestas de las plantas.</p> <p>Formación de recursos humanos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alumna de la Licenciatura en Biología Molecular, UAM-Cuajimalpa. Proyecto Terminal I y II. <i>Análisis del perfil transcripcional e identificación de ortólogos entre Glycine max y Medicago truncatula relacionados a la biosíntesis de isoflavonoides</i>. Natalia Mayen García. Trabajo asesorado por la Dra. Elizabeth Ortiz Gutiérrez. Estatus: Concluido. 2. Alumna de la Licenciatura en Biología Molecular, UAM-Cuajimalpa. Proyecto Terminal I y II. <i>Uso de métodos bioinformáticos en la identificación de un perfil proteómico relacionado a la excreción de glutamato y glutamina en plantas</i>. Frida Rosales Leycegui. Trabajo asesorado por la Dra. Elizabeth Ortiz Gutiérrez. Estatus: Concluido. 3. Alumna de la Licenciatura en Biología Molecular, UAM-Cuajimalpa. Proyecto Terminal I y II. <i>Características genómicas y su relación con la posible excreción de terpeno indol-alcaloides en el exudado de raíz de angiospermas</i>. Luisa Gutiérrez Esteve. Trabajo asesorado por la Dra. Elizabeth Ortiz Gutiérrez. Estatus: Concluido. 4. Alumno de la Licenciatura en Biología Molecular, UAM-Cuajimalpa. Proyecto Terminal III. <i>Análisis de coexpresión y expresión diferencial en raíces de A. thaliana expuestas a bacterias comensales</i>. Patricio López Sánchez. Trabajo asesorado por la Dra. Elizabeth Ortiz Gutiérrez y el Dr. Antonio López. Estatus: Concluido. <p>Presentación del PT III de Patricio López en el Simposio de las Licenciaturas de la DCNI, 2021. El trabajo ganó el tercer lugar en la categoría de presentaciones por vídeo.</p>		
6. Con ayuda de la red de regulación genética, determinar el tipo de señal eléctrica requerida para que la planta emita una respuesta específica.	Dr. Antonio López (DMAS), Dra. Elizabeth Ortiz (DCN) y Dr. León Martínez (DCN)	No iniciado
Una vez que terminemos las actividades 4 y 5, comenzaremos esta.		