INFORME DE AVANCE DE PRYECTO DE INVESTIGACIÓN

**REDUCCIÓN DEL USO DE AGUA EN CULTIVOS EN TIERRA Y BAJO INVERNADEROS**

De acuerdo con el cronograma se procedió inicialmente con la definición de los requerimientos del problema, en lo cual se llegó a que se debía encontrar una metodología de determinación de estrés hídrico que fuera aplicable sobre las hojas de la planta, que pudiese ser aplicada, preferiblemente, sin necesidad de contacto directo con ésta y que fuese repetible.

De acuerdo con el lineamiento anterior, se procedió a la revisión bibliográfica de la cual se obtuvieron, se presentaron y evaluaron las siguientes técnicas viables para determinar estrés hídrico.

* Espectroscopía y color.
* Flujo de savia.
* Frecuencia vibracional.
* Térmica

La primera técnica fue descartada por la variabilidad de respuesta que se podría obtener para cada especie de planta y por los requerimientos técnicos tan normalizados que exige esta metodología. Igualmente, la de medición de flujo de savia se descartó por las exigencias de sensibilidad requerida en los medidores de temperatura y los problemas de ruido eléctrico que conlleva ese tipo de sensor.

Las metodologías de frecuencia vibracional y térmica se tomaron como posibles alternativas de solución, así como una técnica de medición de espesor de la hoja como indicador del estrés hídrico, pues en el grupo de investigación se tenía experiencia al respecto.

Con las posibles técnicas de medición decididas, se procedió a su diseño conceptual, a partir del cual se determinó que se realizarían montajes simples y rápidos para determinar la viabilidad de cada alternativa. Este proceso llevó rápidamente a descartar el método vibracional como una opción viable, pues la dificultad de acceso a actuadores piezoeléctricos adecuados limitó su posible uso.

Con la opción de hacer mediciones térmicas a un cultivo para determinar su estrés hídrico, se encontraron varias posibilidades de ejecución, pues se pueden realizar tanto por contacto con medidores de temperatura, como midiendo la radiación emitida por la planta. La primera opción se descartó por el mismo argumento desechó la técnica de flujo de savia y con la segunda fue necesario considerar el rango de radiación infrarroja a usar y la disponibilidad de sensores que operaran en esa región del espectro. De acuerdo con lo anterior se tomó la decisión de realizar mediciones en el infrarrojo lejano entre 8 y 14 µm (FIR), acerca de lo cual no se encontraron publicaciones en la revisión bibliográfica realizada.

Tomada la decisión de que las técnicas de medición de estrés hídrico a valorar serían la de medición de espesor de la hoja y la de medición de la radiación infrarroja FIR; se procedió a diseñar montajes de equipos para la medición que se realizaron sobre plantas de porte pequeño, disponibles en el laboratorio.

La de medición de espesor de la hoja se hizo en función del cambio de la densidad del flujo de campo magnético producido por imán colocado sobre una cara de la hoja, el cual fue medido por un sensor de efecto Hall radiométrico, colocado justo debajo del imán y sobre el otro lado de la hoja. Esta técnica resultó ser lo suficientemente sensible para detectar cambios en el espesor de la hoja, en función de la cantidad de agua disponible el suelo donde está sembrada la planta. Datos de espesor tomados en una planta, se muestran en archivo anexo.

Para la técnica de medición de radiación infrarroja emitida por la planta, se procedió a realizar pruebas con una cámara que mide entre 8 y 14µm. Los resultados preliminares mostraron suficiente sensibilidad para determinar pequeños cambios de la radiación emitida por la planta, lo cual permitió diseñar una innovadora y creativa estrategia para establecer una relación entre la radiación emitida por la planta y su contenido de agua. La estrategia propuesta consistió en correlacionar la extinción de un pulso de calor aplicado en una hoja de la planta, en función del contenido de agua, fundamentados en la alta capacidad calorífica del agua. Las pruebas realizadas mostraron que esta hipótesis era correcta. Videos con el comportamiento térmico de una hoja en el tiempo así cómo el análisis temporal de los pixeles se deja disponible en el link <https://drive.google.com/drive/folders/1IBTEqTfpQL-XMRn6fZdm7Z9PBq_9Ybim>, ya que por su tamaño no es posible agregarlos en esta plataforma.

La investigación ha continuado con el establecimiento de la metodología de crecimiento de una especie vegetal que presente un buen comportamiento en los experimentos descritos que permitan establecer mediciones repetibles que permitan caracterizar y normalizar estas técnicas, pero hasta ahora se han tenido bastantes inconvenientes en este aspecto, que se buscan solucionar prontamente.