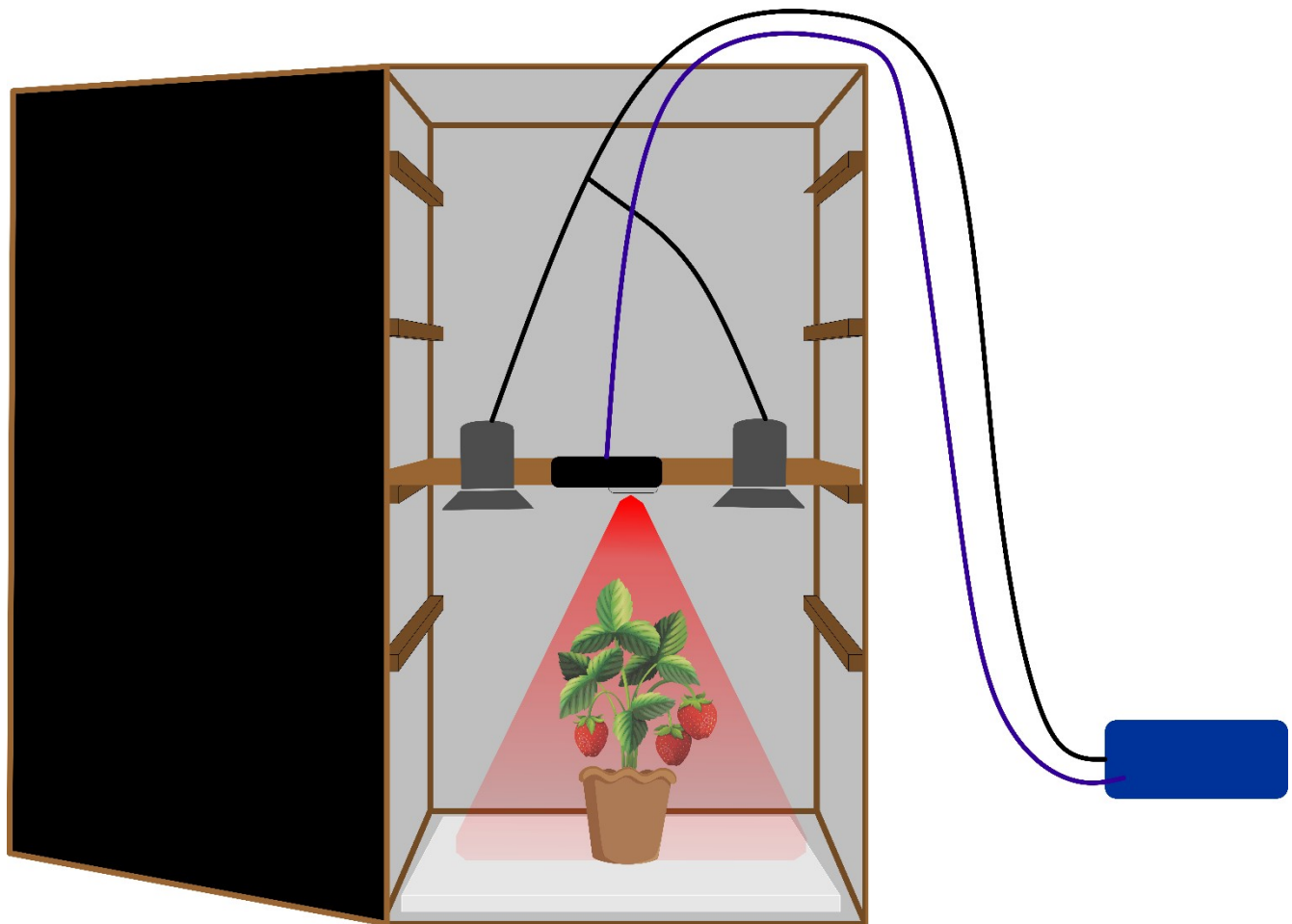


Propuesta: Desarrollo de nuevos métodos de estimación de la biomasa usando termografía pulsada  
Responsable: Dr. Madaín Pérez Patricio  
Sede: Tuxtla Gutiérrez  
Contacto: madain.pp@tuxtla.tecnm.mx

## Descripción

La estimación de la biomasa es una herramienta importante en la toma de decisiones en varias áreas de trabajo. Se obtienen resultados aceptables cuando se realiza de forma local pero es una tarea que consume mucho tiempo y recursos. Se propone el uso de la termografía pulsada (TP) para esta tarea, dando como resultado nuevos métodos de estimación de la biomasa obteniendo información con una mayor exactitud que aquellos descritos en la literatura y que serán métodos no destructivos. Se espera que los métodos desarrollados impliquen ecuaciones matemáticas simples que puedan ser resueltas usando métodos sencillos y que además sean implementados en arquitecturas de cómputo embebidas con potencia de cálculo reducidas. Esto dará origen a la implementación de estas tecnologías en dispositivos portátiles que faciliten su uso en regiones de difícil acceso. El uso de los métodos desarrollados podrá ser utilizado en diferentes cultivos de la región, tales como el limón, el café, papaya, plátano, etc.

No se ha encontrado en la literatura algún método que utilice la TP en la estimación de la biomasa. Los métodos a desarrollar relacionarán la respuesta al impulso de calor y la distancia del objeto de estudio. Particularmente se abordarán dos aplicaciones posibles. En primer lugar, se diseñarán sistemas de TP en ambientes no controlados, en donde es necesario determinar la potencia requerida de la fuente de calor para contrarrestar el efecto cambiante del medio ambiente. Se estudiarán también sistemas de cómputo embebido de pequeñas dimensiones para trabajar en exteriores pero con la suficiente potencia de cálculo para producir resultados en unidades de tiempo cortas. Se evaluarán estos sistemas en dos aplicaciones particularmente retadoras. Una de ellas está relacionada con la estimación de la biomasa disponible en sistemas de pastoreo intensivo. El método a desarrollar permitirá determinar de manera precisa el tiempo que deben permanecer los animales en la zona de pastoreo garantizando el aprovechamiento de la pastura y la protección de la misma. Se propone encontrar la relación entre la altura de la planta y la respuesta al calor de cada una de sus hojas. Dada la resolución esperada, el método de estimación será mas preciso que aquellos que solo consideran imágenes a color, además se espera obtener una representación tridimensional de la planta basado en su respuesta al impulso de calor con una carga computacional menor que aquellos métodos que usan cámaras estereoscópicas. La segunda aplicación estará relacionada con la identificación y conteo de frutos en una plantación. La identificación temprana de los frutos es importante en la planificación de tareas y la adquisición de insumos en una parcela productora. Una identificación incorrecta ocasiona pérdidas importantes a los productores agrícolas. En plantaciones grandes el conteo se dificulta y se vuelve tedioso ocasionando errores de conteo. Tradicionalmente se usan imágenes multiespectrales o imágenes a color de tipo RGB y algoritmos de cómputo de tipo deep learning que requieren una potencia de cálculo considerable (Liu et al., 2018). En este proyecto se propone explotar el hecho de que la masa del fruto será determinante en la respuesta que tenga al impulso de calor.



## Bibliografía

- Boyda, E.D., Butler, J.L., Xu, L., 2015. Estimating herbaceous biomass of grassland vegetation using the reference unit method. *Prairie Nat.* 47 73-83 47, 73–83.
- Eitel, J.U.H., Magney, T.S., Vierling, L.A., Brown, T.T., Huggins, D.R., 2014. LiDAR based biomass and crop nitrogen estimates for rapid, non-destructive assessment of wheat nitrogen status. *Field Crops Res.* 159, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.01.008>
- Fragoso-Mandujano, A., Perez-Patricio, M., Camas-Anzueto, J.L., Simá-Moo, E., Vazquez-Delgado, H.D., Morales-Navarro, N.A., 2022. Toward an approach for moisture estimation during hot air drying of neem leaves (*Azadirachta indica*) using pulsed phase thermography. *Dry. Technol.* 0, 1–12. <https://doi.org/10.1080/07373937.2022.2101473>
- Li, Y., Li, M., Li, C., Liu, Z., 2020. Forest aboveground biomass estimation using Landsat 8 and Sentinel-1A data with machine learning algorithms. *Sci. Rep.* 10, 9952. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67024-3>
- Liu, X., Chen, S.W., Aditya, S., Sivakumar, N., Dcunha, S., Qu, C., Taylor, C.J., Das, J., Kumar, V., 2018. Robust Fruit Counting: Combining Deep Learning, Tracking, and Structure from Motion. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.00307>
- Merwe, D. van der, Baldwin, C.E., Boyer, W., Merwe, D. van der, Baldwin, C.E., Boyer, W., 2020. An efficient method for estimating dormant season grass biomass in tallgrass prairie from ultra-high spatial resolution aerial imaging produced with small unmanned aircraft systems. *Int. J. Wildland Fire* 29, 696–701. <https://doi.org/10.1071/WF19026>

- Meshesha, D.T., Ahmed, M.M., Abdi, D.Y., Haregeweyn, N., 2020. Prediction of grass biomass from satellite imagery in Somali regional state, eastern Ethiopia. *Heliyon* 6, e05272. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05272>
- Pang, H., Zhang, A., Kang, X., He, N., Dong, G., 2020. Estimation of the Grassland Aboveground Biomass of the Inner Mongolia Plateau Using the Simulated Spectra of Sentinel-2 Images. *Remote Sens.* 12, 4155. <https://doi.org/10.3390/rs12244155>
- Sibanda, M., Mutanga, O., Rouget, M., Kumar, L., 2017. Estimating Biomass of Native Grass Grown under Complex Management Treatments Using WorldView-3 Spectral Derivatives. *Remote Sens.* 9, 55. <https://doi.org/10.3390/rs9010055>
- Sinde-González, I., Gil-Docampo, M., Arza-García, M., Grefa-Sánchez, J., Yáñez-Simba, D., Pérez-Guerrero, P., Abril-Porras, V., 2021. Biomass estimation of pasture plots with multitemporal UAV-based photogrammetric surveys. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation* 101, 102355. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102355>
- Boyda et al., 2015. Estimating herbaceous biomass of grassland vegetation using the reference unit method. *Prairie Nat.* 47 73-83 47, 73–83.
- Eitel et al., 2014. LiDAR based biomass and crop nitrogen estimates for rapid, non-destructive assessment of wheat nitrogen status. *Field Crops Res.* 159, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.01.008>
- Fragoso-Mandujano, A., Perez-Patricio, M., Camas-Anzueto, J.L., Simá-Moo, E., Vazquez-Delgado, H.D., Morales-Navarro, N.A., 2022. Toward an approach for moisture estimation during hot air drying of neem leaves (*Azadirachta indica*) using pulsed phase thermography. *Dry. Technol.* 0, 1–12. <https://doi.org/10.1080/07373937.2022.2101473>
- Li, Y., Li, M., Li, C., Liu, Z., 2020. Forest aboveground biomass estimation using Landsat 8 and Sentinel-1A data with machine learning algorithms. *Sci. Rep.* 10, 9952. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67024-3>
- Liu, X., Chen, S.W., Aditya, S., Sivakumar, N., Dcunha, S., Qu, C., Taylor, C.J., Das, J., Kumar, V., 2018. Robust Fruit Counting: Combining Deep Learning, Tracking, and Structure from Motion. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.00307>
- Merwe, D. van der, Baldwin, C.E., Boyer, W., Merwe, D. van der, Baldwin, C.E., Boyer, W., 2020. An efficient method for estimating dormant season grass biomass in tallgrass prairie from ultra-high spatial resolution aerial imaging produced with small unmanned aircraft systems. *Int. J. Wildland Fire* 29, 696–701. <https://doi.org/10.1071/WF19026>
- Meshesha, D.T., Ahmed, M.M., Abdi, D.Y., Haregeweyn, N., 2020. Prediction of grass biomass from satellite imagery in Somali regional state, eastern Ethiopia. *Heliyon* 6, e05272. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05272>
- Pang, H., Zhang, A., Kang, X., He, N., Dong, G., 2020. Estimation of the Grassland Aboveground Biomass of the Inner Mongolia Plateau Using the Simulated Spectra of Sentinel-2 Images. *Remote Sens.* 12, 4155. <https://doi.org/10.3390/rs12244155>
- Sibanda, M., Mutanga, O., Rouget, M., Kumar, L., 2017. Estimating Biomass of Native Grass Grown under Complex Management Treatments Using WorldView-3 Spectral Derivatives. *Remote Sens.* 9, 55. <https://doi.org/10.3390/rs9010055>
- Sinde-González, I., Gil-Docampo, M., Arza-García, M., Grefa-Sánchez, J., Yáñez-Simba, D., Pérez-Guerrero, P., Abril-Porras, V., 2021. Biomass estimation of pasture plots with multitemporal UAV-based photogrammetric surveys. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation* 101, 102355. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102355>