**Introducción**

Los carbohidratos son fundamentales para las funciones metabólicas de las plantas, ya que proporcionan tanto los componentes básicos para la biomasa como la energía necesaria para las reacciones químicas y la síntesis de compuestos orgánicos. Entre ellos, se distinguen dos grandes grupos: los carbohidratos estructurales, que forman parte de la biomasa sólida (como la celulosa y hemicelulosa), y los carbohidratos no estructurales (NSC), que actúan como reservas movilizables esenciales para el metabolismo vegetal. Dentro de este último grupo, el almidón ocupa un lugar central por ser osmóticamente inactivo, lo que permite a las plantas almacenarlo en grandes cantidades (Hartmann y Trumbore 2016). Durante periodos de baja fotosíntesis, como la noche o condiciones de estrés hídrico, el almidón puede degradarse en azúcares solubles, que a su vez son utilizados para sostener procesos metabólicos clave, incluyendo el crecimiento(Gibon et al. 2004; Muller et al. 2011).

Este papel del almidón es especialmente importante durante la formación de nuevas células del xilema (xilogénesis). Diversos estudios han evidenciado que, durante los picos de crecimiento radial, la concentración de almidón disminuye, mientras que la de azúcares solubles aumenta. Esto se interpreta como una movilización activa del almidón para sostener procesos como la expansión celular y la lignificación(Qian et al. 2025; Simard et al. 2013), mediada por mecanismos de osmorregulación.

Históricamente, la cuantificación de NSC se ha realizado mediante métodos destructivos, como los propuestos por (Giovannelli et al. 2011), que requieren triturar los tejidos vegetales para extraer los azúcares y, posteriormente, el almidón. Aunque eficaces para estimar concentraciones globales, estos métodos no permiten analizar la distribución espacial fina del almidón dentro del tejido. Incluso estudios recientes que utilizan micro-cores extraídos con dispositivos como el Trephor ofrecen una resolución limitada, ya que la cuantificación de NSC se realiza a escala del núcleo completo(Lloret et al. 2018; Pérez-de-Lis et al. 2016).

En este contexto, la presente investigación utiliza una metodología no destructiva basada en imágenes, adaptada por Herrera-Ramírez et al. (2021) y empleada en otros análisis histológicos, que permite visualizar y cuantificar la distribución de almidón mediante tinción con lugol sobre cortes del núcleo. Esta técnica no solo mejora la visualización del almidón a lo largo del radio, sino que también permite observar directamente el estado de la xilogénesis, incluyendo la localización del cambium y la identificación de la zona de crecimiento activo.

El estudio se centra en tres especies arbóreas del bosque estacionalmente seco de Tanguro, Brasil, *Dacryodes microcarpa, Sacoglottis guianensis* y *Ocotea acutangula* que presentan estrategias contrastantes de almacenamiento de carbohidratos. Se comparó la concentración y distribución de almidón, así como el crecimiento radial, entre dos momentos climáticamente contrastantes: época húmeda y época seca. Esto permite evaluar cómo responde cada especie al ambiente en términos de uso de reservas y producción de madera. Adicionalmente, se incorporarán datos de crecimiento de alta resolución obtenidos mediante dendrómetros, lo cual permitirá establecer relaciones directas entre el contenido de almidón y el crecimiento radial reciente.

En etapas posteriores del proyecto, se prevé integrar datos de isotopos estables (δ¹³C y δ¹⁸O) y concentraciones de azúcares solubles a nivel de todo el núcleo, con el fin de obtener una visión más integral del funcionamiento ecofisiológico de estas especies y de los mecanismos subyacentes al crecimiento del xilema.

**Pregunta de investigación:**

¿Cómo se relacionan la concentración y la distribución espacial del almidón en los primeros milímetros del xilema con el crecimiento radial de tres especies con estrategias de almacenamiento contrastantes, en un bosque estacionalmente seco durante las épocas seca y húmeda?

**Hipótesis:**

La concentración y distribución espacial del almidón en los primeros milímetros del xilema varían de forma inversa con el crecimiento radial. Esta relación depende de la estrategia de almacenamiento de carbohidratos de cada especie y de las condiciones estacionales.

**Objetivo general:**

Evaluar cómo se relacionan la concentración y distribución espacial del almidón en los primeros milímetros del xilema con el crecimiento radial reciente en tres especies de un bosque estacionalmente seco, con estrategias de almacenamiento contrastantes, durante la estación seca y la estación húmeda.

**Objetivos específicos:**

* Caracterizar la distribución espacial del almidón en los primeros milímetros del xilema en tres especies de árboles con estrategias de almacenamiento contrastantes, mediante análisis de imágenes teñidas con Lugol.
* Cuantificar el crecimiento radial a partir de la identificación anatómica de la zona de crecimiento activo y con apoyo de registros de dendrómetros.
* Comparar la concentración y distribución del almidón entre estaciones contrastantes (seca vs. húmeda) para evaluar cambios estacionales en el uso de carbohidratos no estructurales.
* Analizar la relación entre el patrón espacial del almidón y el crecimiento radial, considerando las diferentes estrategias de almacenamiento de carbohidratos.

**Referencias:**

Gibon, Yves, Oliver E. Bläsing, Natalia Palacios‐Rojas, Dejana Pankovic, Janneke H. M. Hendriks, Joachim Fisahn, Melanie Höhne, Manuela Günther, y Mark Stitt. 2004. «Adjustment of Diurnal Starch Turnover to Short Days: Depletion of Sugar during the Night Leads to a Temporary Inhibition of Carbohydrate Utilization, Accumulation of Sugars and Post‐translational Activation of ADP‐glucose Pyrophosphorylase in the Following Light Period». *The Plant Journal* 39(6):847-62. doi:10.1111/j.1365-313x.2004.02173.x.

Giovannelli, Alessio, Giovanni Emiliani, Maria Laura Traversi, Annie Deslauriers, y Sergio Rossi. 2011. «Sampling Cambial Region and Mature Xylem for Non Structural Carbohydrates and Starch Analyses». *Dendrochronologia* 29(3):177-82. doi:10.1016/j.dendro.2011.01.001.

Hartmann, Henrik, y Susan Trumbore. 2016. «Understanding the Roles of Nonstructural Carbohydrates in Forest Trees – from What We Can Measure to What We Want to Know». *New Phytologist* 211(2):386-403. doi:10.1111/nph.13955.

Lloret, Francisco, Gerard Sapes, Teresa Rosas, Lucía Galiano, Sandra Saura-Mas, Anna Sala, y Jordi Martínez-Vilalta. 2018. «Non-Structural Carbohydrate Dynamics Associated with Drought-Induced Die-off in Woody Species of a Shrubland Community». *Annals of Botany* 121(7):1383-96. doi:10.1093/aob/mcy039.

Muller, Bertrand, Florent Pantin, Michel Génard, Olivier Turc, Sandra Freixes, Maria Piques, y Yves Gibon. 2011. «Water Deficits Uncouple Growth from Photosynthesis, Increase C Content, and Modify the Relationships between C and Growth in Sink Organs». *Journal of Experimental Botany* 62(6):1715-29. doi:10.1093/jxb/erq438.

Pérez-de-Lis, Gonzalo, Ignacio García-González, Vicente Rozas, y José Miguel Olano. 2016. «Feedbacks between Earlywood Anatomy and Non-Structural Carbohydrates Affectspring Phenology and Wood Production in Ring-Porous Oaks». *Biogeosciences* 13(19):5499-5510. doi:10.5194/bg-13-5499-2016.

Qian, Nipeng, Linxu Wang, Gangdun Li, Chunchao Dong, Qijing Liu, y Guang Zhou. 2025. «Seasonal Patterns between Wood Formation and Non-Structural Carbohydrate in Two Conifers with Distinct Life-History Traits». *Environmental and Experimental Botany* 233:106141. doi:10.1016/j.envexpbot.2025.106141.

Simard, S., A. Giovannelli, K. Treydte, M. L. Traversi, G. M. King, D. Frank, y P. Fonti. 2013. «Intra-Annual Dynamics of Non-Structural Carbohydrates in the Cambium of Mature Conifer Trees Reflects Radial Growth Demands». *Tree Physiology* 33(9):913-23. doi:10.1093/treephys/tpt075.