

Potencialidad de los sistemas LiDAR en la estimación de variables dasonómicas más relevantes para la aplicación en los Bosques de Misiones

Proyecto: 16/F1174-PI

Director: Lorán, Damian¹.

Integrantes: Martínez, Juan Ignacio¹; Hildt, Eduardo^{1 2}; Leszczuk, Andrés^{1 2}; Orona, Martín¹.

¹LabHSD - Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, Eldorado N3382GDD, Misiones, Argentina

²UNaM - CONICET, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, Eldorado N3382GDD,

Introducción

Las nubes de puntos LiDAR son los productos más comunes derivados de los sistemas discretos de huella corta (small-footprint, SF), que normalmente se montan en aviones para su recolección, y estos son el resultado del impacto sobre los objetos de los retornos de manera discreta de la luz en su máximo nivel de señal. Por otro lado, existen sistemas continuos de huella larga (large-footprint, LF), los cuales son el resultado del gradiente de intensidades recibidas a lo largo del impacto sobre una superficie (Silva et al., 2018). La altura del dosel (canopy height), junto con los datos de estructura vertical derivados de la onda completa LiDAR de huella larga, predicen de manera importante la variación de la diversidad de las especies arbóreas (Marselis et al., 2019), debido a esto, permite estudiar con gran capacidad la estructura a escala global (Simard et al., 2011), así como también la distribución vertical del índice de área de foliar (Leaf Area Index, LAI) (Tang et al., 2012).

Descripción de Variables Dasonómicas

En cuanto a las variables LiDAR que pueden obtenerse de sistemas continuos de huella larga, tienen potencial para obtener información de los tanto de los bosques cultivados como nativos, está el índice de área de planta (Plant Area Index, PAI), que describe la cantidad de superficie de hoja por unidad de superficie de terreno derivado de la estimación por métodos indirectos del LAI, es primordial para el estudio del intercambio entre la biósfera y la atmósfera, así como los cambios verticales de la biomasa (Portillo-Quintero et al., 2014). También lo son la Densidad de Volumen de Área de Planta (Plant Area Volume Density, PAVD) que es el perfil vertical del área de planta por unidad de volumen (Calders et al., 2014). Ambos son indicadores en la variación en la estructura vertical de los bosques, permitiendo estudiar los disturbios en esta y en que estrato específico ocurren (Culvenor et al., 2014). A continuación, se describen las potencialidades en la estimación de las variables dasonómicas de mayor interés para la aplicación de sistemas LiDAR en Misiones:

Variable Forestal	Potencial de LiDAR	Desventajas o aclaraciones para aplicación en Bosques de Misiones
Biomasa Aérea total	Esta variable dasonómica posee gran relación con la variable LiDAR del percentil 50 (P50), lo cual ha sido demostrado en numerosos estudios. (Ortiz-Reyes et al., 2015)	La implementación del sistema LiDAR en zonas con mayor complejidad y diversidad que en las presentes en la Selva Paranaense, dan prueba de la ventaja en la estimación de la biomasa total aérea. Esta estimación mejora si se cuenta con modelos de biomasa adaptados a cada caso con los cuales ajustar.
Volumen de madera y Área Basal	Estas variables se relacionan muy bien frente a la distribución de altura del dosel, así como los percentiles de retornos y otras variables LiDAR. (Ortiz-Reyes et al., 2015)	Al igual que el caso de la Biomasa Total Aérea, estas dos variables poseen numerosos estudios que permiten afirmar la ventaja de la implementación de estos sistemas para dicha estimación superando normalmente el R2 de 0.75
Densidad y Diámetro medio Cuadrático	La densidad y el diámetro medio cuadrático, son unas de las únicas variables forestales que el inventario a campo supera en precisión a las predichas por sistemas LiDAR (Tordesillas, 2014). Esto se debe a que los árboles de pequeño tamaño no pueden ser identificados correctamente a bajas densidades de puntos por m ² . No obstante, al ser árboles de pequeño diámetro es que el efecto en volumen, biomasa y área basal no afectan considerablemente y permanecen con buenos ajustes.	Esto presupone una desventaja para la implementación en sistemas de baja densidad de puntos para obtener datos en bosque nativo de densidad de árboles, no así para plantaciones forestales donde los resultados muestran mejores ajustes y la identificación es de considerable para su aplicación. (Næsset, 2004)

<p>Altura dominante</p>	<p>Para la estimación de altura dominante, teniendo en cuenta a los últimos retornos por encima de los 3,5 m, se encontraron buenos resultados, incluso en la determinación del aumento en cuanto a sucesivas mediciones constituyendo buena información para determinar el crecimiento en dicho periodo (Tordecillas, 2014).</p>	<p>LiDAR constituye una importante herramienta para la determinación de altura dominante y así como el crecimiento en un periodo determinado, tanto para bosques cultivados como para nativos. Además, tiene especial interés en la información espacial que puede obtenerse como producto. La diversidad espacial está directamente relacionado a la complejidad en altura del modelo de altura del dosel (Marselis et al., 2019).</p>
<p>Distribución diamétrica</p>	<p>La distribución diamétrica presenta dificultades para poder ser estimada mediante LiDAR en situaciones donde la complejidad estructural horizontal, como así también la diversidad de especies presentes. No obstante, se obtuvieron buenos resultados en situaciones de estructuras de menor complejidad y diversidad, como se dan en zonas boreales (Gobakken & Næsset, 2012).</p>	<p>Debido a la complejidad estructural, así como a la diversidad de especies, se espera una pobre estimación de esta variable. En cambio, se espera una buena estimación en la distribución diamétrica en bosques homogéneos.</p>
<p>Estructura y Sucesión</p>	<p>En la clasificación de Sucesión del bosque, se reporta una precisión cercana al 97% cuando se desean comparar dos etapas sucesionales (Zimble et al. 2003) , así como una precisión del 94 % en la clasificación de 10 clases de bosques de diferente estructura (Hill and Thomson 2005). Las menores precisiones se encuentran entre estructuras caracterizadas por sotobosque de especies particulares en estadio de plántula, donde se llega a la confusión de estas estructuras como tales con la diversidad presente en ellas. (Falkowski et al., 2009).</p>	<p>La aplicación es completamente valida en LiDAR de sistema discreto, siempre y cuando el objeto de estudio sean diferentes unidades boscosas con características definidas vertical y horizontalmente y no solo por su composición. No obstante, la diferencia en complejidad estructural donde las diferencias en composición son importantes, con sistemas LiDAR donde se estudie la continuidad de la señal, tiene potencial para la ubicación y clasificación.</p>

BIBLIOGRAFÍA

- Falkowski, M. J., Evans, J. S., Martinuzzi, S., Gessler, P. E., Hudak, A. T., & Martinuzzi, S. (2009). Characterizing forest succession with lidar data: An evaluation for the Inland Northwest, USA. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.003>
- Gobakken, T., Næsset, E., 2012. Estimation of diameter and basal area distributions in coniferous forest by means of airborne laser scanner data. *Scand. J. For. Res.* 19, 529–542.
- Hill, R. A., & Thomson, A. G. (2005). Mapping woodland species composition and structure using airborne spectral and lidar data. *International Journal of Remote Sensing*, 26,3763–3779.
- Marselis, S. M., Tang, H., Armston, J., Abernethy, K., Alonso, A., Barbier, N., Bissiengou, P., Jeffery, K., Kenfack, D., Labrie, N., Lee, S. K., Lewis, S. L., Memiaghe, H., Poulsen, J. R., White, L., & Dubayah, R. (2019). Exploring the relation between remotely sensed vertical canopy structure and tree species diversity in Gabon. *Environmental Research Letters*, 14(9). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2dcd>
- Næsset, E., 2004. Effects of different flying altitudes on biophysical stand properties estimated from canopy height and density measured with a small-footprint airborne scanning laser. *Remote Sens. Environ.* 91, 243–255
- Ortiz-Reyes, A. D., Valdez-Lazalde, J. R., De los Santos-Posadas, H. M., Ángeles-Pérez, G., Paz-Pellat, F., & Martínez-Trinidad, T. (2015). Inventario y cartografía de variables del bosque con datos derivados de LiDAR: Comparación de métodos. *Madera Bosques*, 21(3), 111–128. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.213461>
- Tordesillas, A. (2014). Estimación y evolución temporal de variables forestales con tecnología LiDAR en el Valle de la Fuenfría (Cercedilla, Madrid). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2007.03.022>
- Zimble, D. A., Evans, D. L., Carlson, G. C., Parker, R. C., Grado, S. C., & Gerard, P. D. (2003). Characterizing vertical forest structure using small footprint airborne lidar. *Remote Sensing of Environment*, 87,171–182.