



Foto: Cecilia Rachid

BIOMASA TOTAL Y MADERA POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES Y PRODUCTOS DE BIORREFINERÍA EN EL NORTE DE URUGUAY

Ing. Agr. PhD Cecilia Rachid-Casnati

Ing. Agr. Dr. Fernando Resquín

Ing. Agr. Dr. Roberto Scoz

Programa de Investigación en Producción Forestal

El presente artículo pone el foco en la estimación de biomasa realizada durante el proyecto BABET REAL5, del que INIA participó. Esta iniciativa apuntó a generar conocimiento para el aprovechamiento de la cadena de madera sólida (aserrío y tableros), orientado a la producción de biocombustibles y/o productos de biorrefinería, con el fin de impulsar el agregado de valor a nivel local.

A partir de la promoción de la diversificación de las fuentes de energía e incentivos a fuentes de energías renovable por parte del gobierno uruguayo iniciado en 2005, el Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal inició una línea de investigación en producción de biomasa forestal para energía, biocombustibles y productos de biorrefinería. Dichos trabajos han sido financiados en su totalidad por fondos concursables nacionales e internacionales, como se ha especificado en la Revista INIA N°48 del año 2017 y en asociación con diversas instituciones nacionales e internacionales.

Acceda **AQUÍ**



En 2016 se inició el proyecto BABET REAL5, con financiamiento del fondo Horizonte 2020 de la Unión Europea. INIA participó en este proyecto liderado por Instituto Politécnico de Toulouse (Francia), junto a otras 12 instituciones de siete países. Su objetivo fue desarrollar una solución alternativa para la producción de bioetanol y gas metano, basado en un incremento de la eficiencia que permita una escala industrial menor a las habituales.

Cuadro 1 - Coeficientes de biomasa por hectárea promedio para *Eucalyptus grandis* (PROBIO, 2015).

Tipo de cosecha	Diámetro mínimo (cm)	Biomasa (tMS/ha)						
		Madera	Corteza	Hojas	Ramas	Puntas	Residuos	Total
Raleo	6	97,7	7,8	3,6	6,1	0,6	18,1	115,8
	19	71,5	5,4	3,6	6,1	32,4	47,5	119
Tala rasa	6	139	10,3	6,7	16,6	1,1	34,6	173,7
	19	109,5	8,1	5,6	13,1	19,1	45,9	155,4

La meta fue la producción de 7.000 a 25.000 m³ de bioetanol a partir de 30.000 t al año de biomasa residuales colectadas en un radio no mayor a 50 km. Los detalles del proyecto completo y la tecnología empleada, se encuentran disponibles en www.babet-real5.eu. Para Uruguay se desarrolló un estudio de caso donde se plantearon las siguientes etapas:

- 1 - Estudio de la disponibilidad de biomasa y logística
- 2 - Análisis de producción a escala de laboratorio
- 3 - Dimensionamiento de una planta piloto y costos de insumos
- 4 - Estudio de mercados y precios de productos
- 5 - Análisis económico
- 6 - Análisis de huellas ambientales

El presente artículo busca mostrar la estimación de biomasa realizada en la primera etapa del proyecto BABEL-REAL5. La disponibilidad de materia prima fue el primer paso para la evaluación del emprendimiento, y en este caso la información también puede ser de utilidad para iniciativas que analicen la generación de otros productos a partir de la misma materia prima: madera de *Eucalyptus grandis* de pequeños diámetros.

METODOLOGÍA

Con énfasis en el uso de biomasa no aprovechada por la industria de madera sólida en el norte del país, se seleccionó *Eucalyptus grandis* por sus propiedades químicas más adecuadas para la producción de bioetanol, en comparación con *Pinus taeda*.

Para la cuantificación se utilizaron coeficientes de biomasa por hectárea para la especie disponibles a través de PROBIO (Cuadro 1). El uso de esta información estableció los siguientes supuestos:

- 1 - Los diámetros destinados a la industria de madera sólida son aquellos mayores a 19 cm.
- 2 - Las porciones restantes del fuste se consideraron como una fuente potencial de biomasa y se contabilizaron.

3 - Solo se contabiliza madera del raleo comercial y de la tala rasa.

4 - Las edades de cosecha asumidas son: 11 y 21 años para raleo comercial y tala rasa.

5 - Se cosechan en promedio 250 árb/ha en el raleo y 175 árb/ha en la tala rasa.

Basado en estos supuestos, la disponibilidad potencial de biomasa se estimó mediante los pasos que se enumeran a continuación.

1 - Identificación de los rodales de *E. grandis* con destino sólido

En esta fase se digitalizó información de carpetas de proyectos forestales y declaraciones juradas de los bosques clasificados como bosques de rendimiento de madera de calidad (BRMC), en la Dirección General Forestal (DGF, MGAP), desde 1975. De dichas carpetas se utilizó la siguiente información: número de registro, número de padrón, área efectiva y número de árboles por hectárea.

2 - Georreferenciación y mapeo de los padrones

Cada registro se georreferenció utilizando el número de padrón y la base de padrones georreferenciados del portal de Dirección Nacional de Catastro. Dicha información fue contrastada con los mapas de los Inventarios Nacionales Forestales de 2010, 2011 y 2014 (DGF-MGAP).

La biomasa cosechable del segundo raleo y tala rasa se estimó en base a coeficientes para diferentes fracciones aportados por el proyecto PROBIO e información de proyectos forestales (MGAP) para Rivera y Tacuarembó, suponiendo manejos fijos.

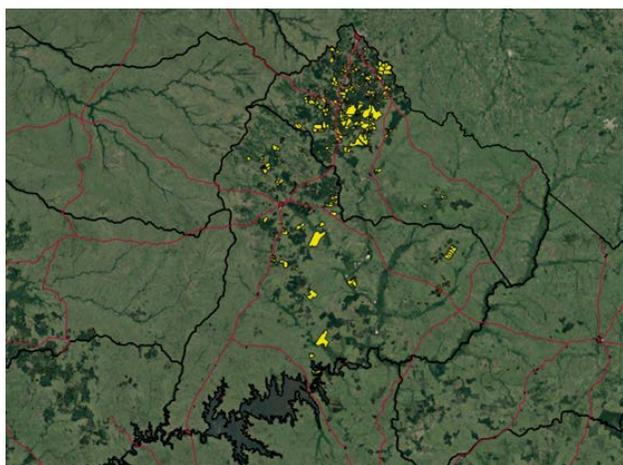


Figura 1 - Padrones con plantaciones identificadas como bosques de rendimiento para madera sólida en Rivera y Tacuarembó, en amarillo.

Los padrones que contienen plantaciones de *E. grandis* para madera sólida (BRMC) al 2018 se muestran en la Figura 1.

3 - Estimación de biomasa potencialmente cosechable durante el segundo raleo y la tala rasa para diferentes escenarios de aprovechamiento del fuste

Sobre la base de los coeficientes disponibles se consideraron diferentes escenarios de uso del fuste: a) diámetros entre 19 y 6 cm; b) diámetros menores a 6 cm más ramas, hojas y corteza; c) diámetros menores a 19 cm más la mitad de la biomasa correspondiente a ramas, hojas y corteza, y d) biomasa total aérea excluyendo el fuste mayor a 19 cm. Los coeficientes aplicados se presentan en el Cuadro 2.

4 - Producción de biomasa en una cuenca de 50 km

A las edades de cosecha establecidas, para cada registro se multiplicó el área plantada por la cantidad estimada de materia seca por hectárea considerando las fracciones de árboles y el uso de porciones de tallo enumeradas anteriormente.

La cantidad máxima de biomasa forestal se calculó para un área de captación de 50 km de radio ubicada en el

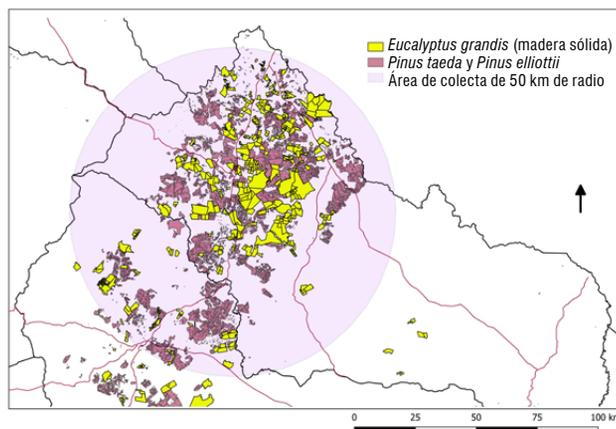


Figura 2 - Área de recolección de biomasa de 50 km de diámetro (lila), padrones con plantaciones de *E. grandis* (BRMC) y con plantaciones de pinos.

centro de la zona con mayor densidad de plantaciones (Figura 2).

DISPONIBILIDAD DE BIOMASA

Al momento del estudio en 2018, el área efectiva total plantada con *Eucalyptus grandis* con fines sólidos en Rivera y Tacuarembó fue de 39.772 ha (Figura 1).

Considerando que los bosques plantados son manejados para aserrijo en ciclos largos establecidos entre 16 y 22 años, las variaciones regionales de rendimiento anual estarán relacionadas con la edad de los rodales y el área planificada para ser cosechada (raleo y tala rasa) dentro del año, manejos no contemplados en el estudio, densidad de plantación, etc.

En 2018, el área efectiva ocupada por plantaciones de *Eucalyptus grandis* con fines sólidos en Rivera y Tacuarembó fue de 39.772 ha.

Cuadro 2 - Coeficientes aplicados en cada escenario en base valores de PROBIO (2015).

Escenarios de uso del fuste	Biomasa (tMS/ha)	
	Raleo	Tala rasa
Biomasa total aérea considerando diámetros <19 cm	47,5	45,9
Madera descortezada entre 6 y 19 cm de diámetro + 50% de ramas	35	21,2
Madera descortezada entre 6 y 19 cm de diámetro	31,7	17,8
Puntas (madera < 6 cm de diámetro)	0,67	1,27

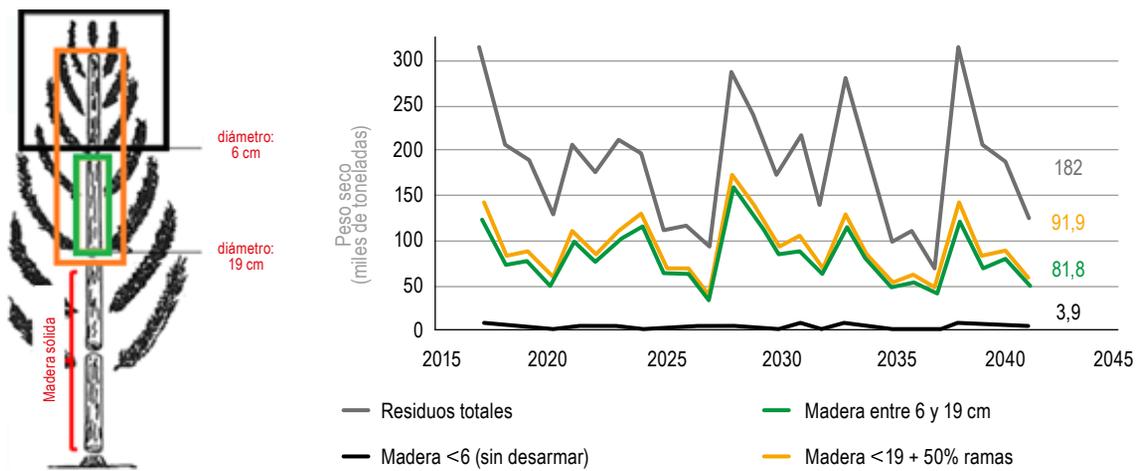


Figura 3 - Evolución de biomasa potencialmente cosechable estimada para cada escenario de aprovechamiento del fuste.

Sin embargo, las cosechas pueden retrasarse o adelantarse uno o dos años dependiendo de los precios de mercado, las necesidades de materias primas, etc. Las variaciones en la producción regional de residuos se representan en la Figura 3. Para las tres categorías definidas por los criterios de extracción de residuos definidos anteriormente, las proyecciones para la cuenca de 50 km muestran una cantidad muy baja de la categoría que comprende puntas de menos de 6 cm de

diámetro. Este es el tipo de residuos que actualmente no compiten en ningún mercado, sin embargo, los montos son insuficientes para el objetivo establecido. Para las otras dos categorías la cantidad propuesta es muy similar y suficiente en cuanto al umbral de materia prima, pero existen oscilaciones entre 174.000 y 39.200 tMS/año, con un promedio anual de 81.800 a 91.900 tMS/año, considerando un periodo de 24 años. La Figura 4 muestra las áreas a cosechar en los picos

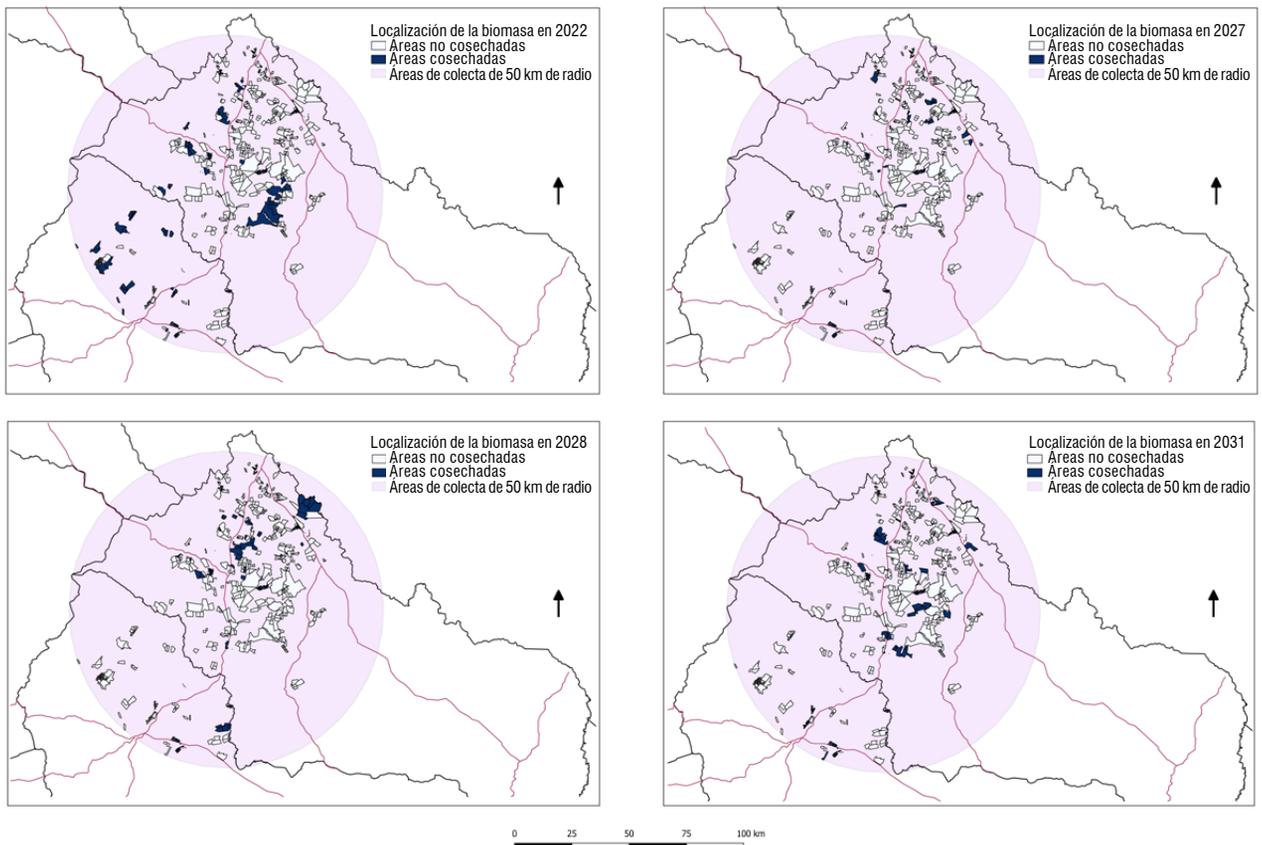


Figura 4 - Padrões con plantaciones de *E. grandis* para madera sólida a cosechar en 2022, 2027, 2028 y 2031.



Foto: Jorge Basso

Figura 5 - Diámetros medidos en una plantación de *Eucalyptus grandis* próxima a la cosecha.

altos y bajos, así como la producción promedio, que muestra la Figura 3. Los mapas muestran muy pocas áreas a cosechar durante 2027, donde se proyecta un pico bajo. Por otro lado, se observa un área mayor para el próximo año, 2028, para cuando se predice el pico más alto.

Si bien se estimó la disponibilidad de la biomasa aérea total, la exportación de las fracciones corteza, ramas y hojas no se recomienda, por contener aproximadamente un 70% de los nutrientes del árbol (PROBIO, 2015; Hernández *et al.*, 2009). Por esta razón, asumimos que la biomasa pasible de ser exportada constituye solo el fuste descortezado comprendido entre los diámetros 19 y 6 cm. Esto equivale a 82.000 tMS/año, lo cual es 2.7 veces más que el mínimo establecido de 30.000 tMS/año para una micro-biorrefinería de 2ª generación.

La biomasa comercializable compuesta por fustes sin corteza entre 19 y 6 cm de diámetro provenientes de raleos y la tallas rasas equivale a 82.000 tMS/año, lo cual excede el mínimo establecido para abastecer una micro-biorrefinería de 2ª generación.

Finalmente, si consideramos la tendencia al aumento de las plantaciones de *E. grandis* en sustitución de plantaciones de pinos en la región, como se ha observado en los últimos años, es esperable que la disponibilidad de biomasa aumente. Entrevistas realizadas a empresas de la zona, por parte del Programa de Investigación en Producción Forestal de INIA indican un aumento de 37% en los próximos años, pasando de 39.772 a 59.940 ha efectivas plantadas con esta especie. Dicho incremento implicaría pasar de 82.000 a 112.000 tMS/año de biomasa proveniente de madera descortezada entre 19 y 6 cm de diámetro.

Las estimaciones del flujo de biomasa presentado, buscan generar conocimiento para el aprovechamiento de la cadena de madera sólida (aserrío y tableros), orientado a la producción de biocombustibles y/o productos de biorrefinería, con el fin de impulsar el agregado de valor a nivel local. Esta información también puede ser de interés para otras industrias relacionadas al sector o fuera del mismo, que vean en la biomasa forestal una oportunidad de negocios, o incluso a entidades del gobierno que utilicen la información en sus planes o para discutir políticas sectoriales.

REFERENCIAS

Hernández, J., del Pino, A., Salvo, L., Arrarte, G., 2009. Nutrient export and harvest residue decomposition patterns of *Eucalyptus dunnii* Maiden plantation in temperate climate of Uruguay. For. Ecol. Manag. 258, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.050>

PROBIO Mejoramiento en la calidad de la información vinculada con la utilización de la biomasa forestal; MVOTMA, INIA: Tacuarembó, Uruguay, 2015; p. 34.

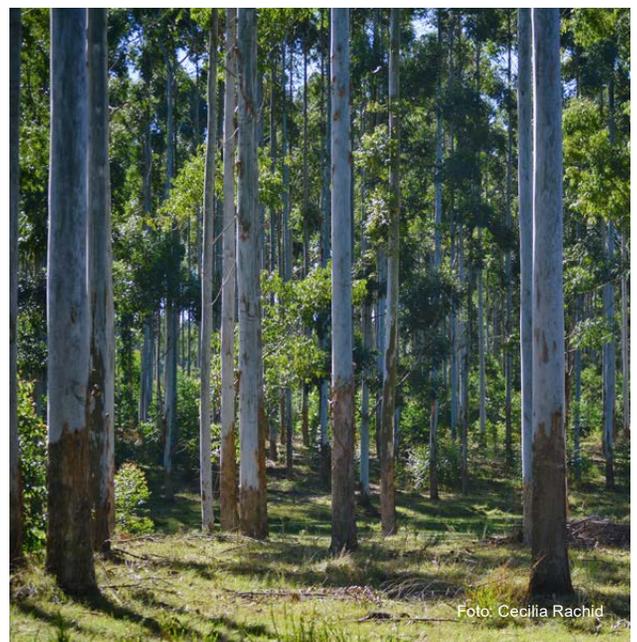


Foto: Cecilia Rachid

Figura 6 - *Eucalyptus grandis* manejado para madera sólida en la zona norte.