



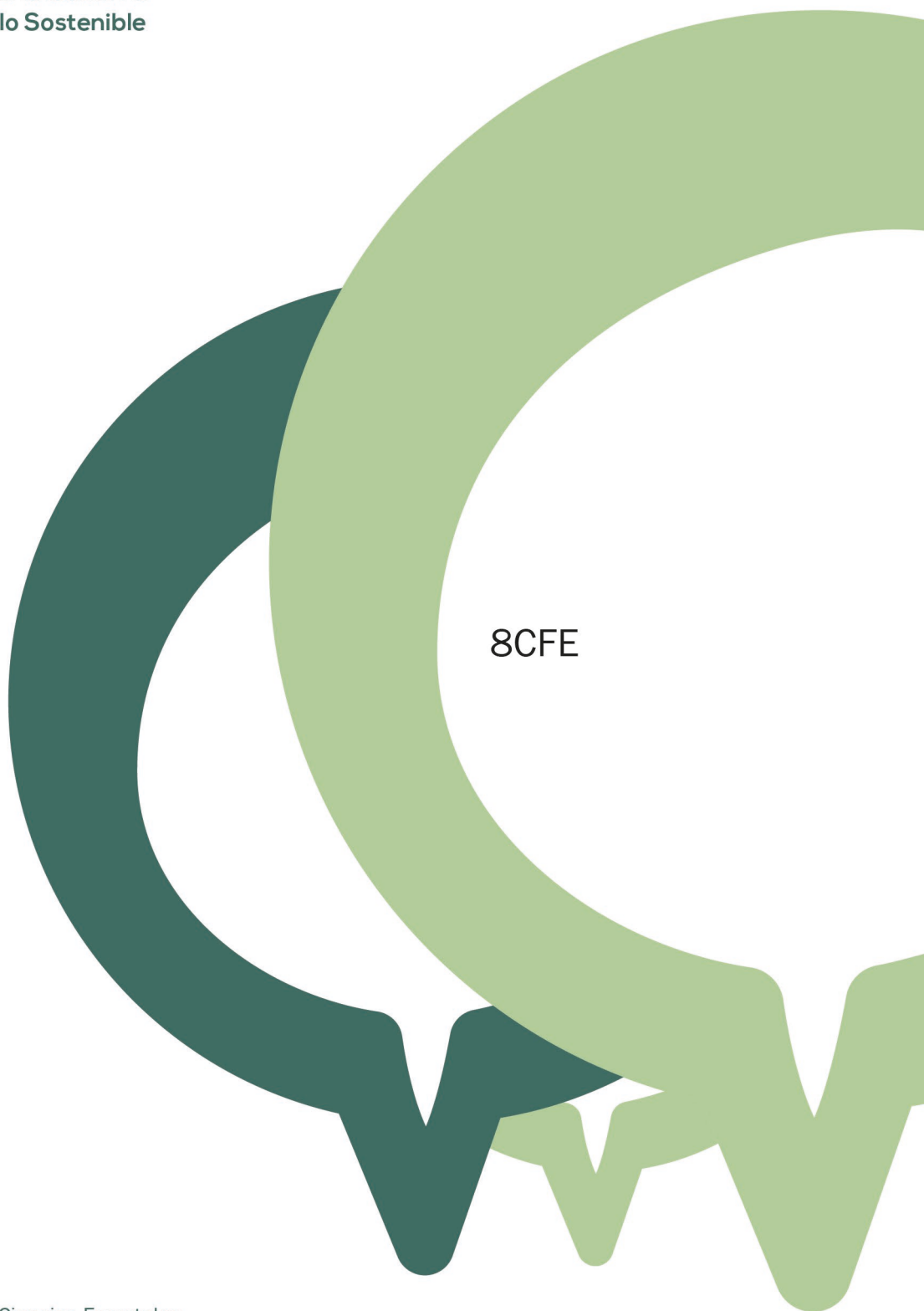
2022  
Lleida

27·1  
junio · juny  
julio · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



## Contribución y desafíos del sector forestal al desarrollo de la industria del Pellet en Chile

PINILLA SUÁREZ, J. C.; LUENGO VERGARA, K. y NAVARRETE TORRES, M.

<sup>1</sup> Instituto Forestal. Concepción, Chile.

### Resumen

La Biomasa forestal es Energía Renovable, Estable y Gestionable, donde su calidad es fundamental para la industria del Pellet, permitiendo reducir emisiones de CO<sub>2</sub> (mitigación) y con ello también, garantizar el rendimiento y eficiencia. En Chile el sector del Pellet presenta un permanente crecimiento en producción y demanda de este biocombustible, sector que utiliza un recurso disponible, derivado de la industria del aserrío y remanufactura de Pino radiata. El crecimiento del Pellet en Chile deriva de problemas ambientales atribuibles al mal uso de la leña, a programas de descontaminación, a la comodidad de su uso y por cambios culturales de los usuarios que desean participar de procesos de descontaminación de las ciudades. Una gran interrogante de la industria del Pellet es la seguridad de contar con Biomasa en cantidad y calidad adecuada, y así poder responder a la demanda, donde una variación en el abastecimiento de biomasa afecta directamente a la industria.

Se presentan antecedentes del sector forestal chileno y la contribución de los subproductos del aserrío a la producción de Pellet, la descripción de la industria del Pellet, principales desafíos, perspectivas, y de la investigación en desarrollo para suplir los mayores requerimientos de Biomasa para producir Pellet en Chile.

### Palabras clave

Pellet, biomasa, abastecimiento, calidad, Chile, aserrío, energía.

### 1. Introducción

La Biomasa es reconocida como una Energía Renovable, que permite reducir emisiones de CO<sub>2</sub> (mitigación) y con su uso adecuado, garantizar el rendimiento y eficiencias de las instalaciones. Además, es una energía renovable ESTABLE y la única GESTIONABLE pues puede ser planificada, manejada y generada.

Con la biomasa forestal es posible producir Pellet, el cual se utiliza como energético, Biocombustible fabricado a partir de aserrín o virutas generado por la industria del aserrío, la cual debe cumplir con características de calidad, entre los que se destacan requisitos de humedad, limpieza, origen, sin presencia de aditivos y sin corteza, principalmente. La fabricación de este Biocombustible, es también, una oportunidad para dar un uso a un subproducto derivado de la industria del Aserrío y remanufactura, industria que utiliza principalmente al Pino radiata.

La industria del Pellet, que tiene como objetivo el ofrecer al mercado un nuevo producto energético, menos contaminante y eficiente, contribuye eficientemente a solucionar los problemas de contaminación ambiental de varias ciudades del país, atribuibles principalmente al mal uso de la leña y la presencia de material particulado. Este aporte contribuye, además, a diversificar la matriz energética del país.

El Pellet es una industria reciente, donde ha existido en estos últimos años un surgimiento de empresas productoras, que se ubican entre la región de Valparaíso hasta la región de Aysén, las cuales han evidenciado el aumento de la demanda de este biocombustible.

## 2. Objetivos

Presentar antecedentes del sector forestal chileno y la contribución de los subproductos del aserrío a la producción de Pellet, su descripción, principales desafíos, perspectivas, y de la investigación en desarrollo para suplir los mayores requerimientos de Biomasa para producir Pellet.

## 3. Metodología

Se recopilan y analizan los principales antecedentes del sector forestal de Chile y de su relación con la industria del Pellet.


## 4. Resultados

El sector forestal chileno se caracteriza por la presencia de cerca de 14,7 millones de hectáreas de bosque nativo y cerca de 2,3 millones de hectáreas de plantaciones con diferentes especies forestales (INFOR, 2021). Los antecedentes de ambas formaciones se presentan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Superficie de bosque nativo según tipo forestal  
Fuente: INFOR, 2021; Soto et al. 2021.

Tipo Forestal	Superficie (ha)	
Alerce	216.130	
Ciprés de las Guaitecas	430.598	
Araucaria araucana	252.217	
Ciprés de la Cordillera	73.006	
Lenga	3.693.131	
Coihue de Magallanes	1.958.106	
Roble-Hualo	230.870	
Roble-Raulí-Coihue	1.654.880	
Coihue-Raulí-Tepa	845.921	
Esclerófilo	1.643.340	
Siempreverde	3.724.201	
Palma Chilena	15.085	
<b>Total</b>	<b>14.737.486</b>	

Tabla 2. Superficie de plantaciones forestales según especie  
Fuente: INFOR, 2021; Soto et al. 2021.

Especie	Superficie (ha)	
<i>Pinus radiata</i>	1.299.451	
<i>Eucalyptus nitens</i>	273.867	
<i>Eucalyptus globulus</i>	580.726	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	16.198	
<i>Pinus ponderosa</i>	21.783	
<i>Atriplex spp</i>	54.659	
Otras	74.572	
<b>Total</b>	<b>2.321.257</b>	

En Chile el sector forestal se puede caracterizar a través de algunos indicadores, entre los que destacan:

- US\$22.000 millones actividad comercial
  - 19.000 empresas
  - 930.000 personas relacionadas
  - 102.000 propietarios de predios forestales
  - 23.000 pequeños y medianos propietarios forestales
  - 81.000 propietarios de Bosque Nativo
  - 957 pequeñas y medianas empresas
  - Industrializa casi el 100% de la madera obtenida desde plantaciones
  - 59% se comercializa en el país; 41% exportación
  - 957 aserraderos y plantas de remanufactura
  - Mercado externo: 124 países
- **La Biomasa Forestal Como Fuente de Energía**

Leña	Pellet	Plantas generadoras de energía (eléctrica y térmica)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustible con alta presencia y valor cultural</li> <li>• En vías de mejorar su calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía limpia</li> <li>• Incremento en su consumo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubren demandas propias</li> <li>• Venta al sistema interconectado</li> </ul>

### La Biomasa forestal en la Matriz Primaria de Chile

En Chile, al igual que en otros países, se reconoce que no es seguro depender de combustibles fósiles para la producción de energía, a lo que se agregan suministros limitados y sujetos a fuerzas políticas y económicas. Los costos relacionados con la salud, el medio ambiente y el clima, derivados del uso de combustibles fósiles, también son elevados (NRDC - BNEF y VALGESTA ENERGÍA, 2011).

Ello se ha reflejado en el aumento en Chile de plantas generadoras de energía en base a biomasa forestal, muchas de ellas en reemplazo de combustibles fósiles, ya sea para apoyar el desarrollo de sus propios procesos productivos como para abastecer a otros sectores. Ello ha provocado un aumento de la demanda por biomasa forestal, utilizando inicialmente subproductos de aserraderos y de la actividad silvícola, entre otros, no existiendo en la actualidad una forma de generación exclusiva para dicho fin.

Plantaciones para energía en cortas rotaciones, pueden ser destinadas a la producción de leña para uso doméstico y comercial, considerando la alta demanda que existe en Chile y/o pueden ser integradas a otros procesos, como es la producción de Pellets, calderas de generación y otras. Ejemplo de ello son los casos de Alemania, Finlandia, Irlanda, Nueva Zelanda o España, líderes en la utilización de biomasa forestal para la generación de energía (BIOFRAC, 2006, citado por Baettig et al., 2010).

La matriz energética de Chile está compuesta principalmente por combustibles fósiles que se deben importar y sobre los cuales existe incertidumbre y variabilidad respecto de su precio y disponibilidad, siendo afectados por las fluctuaciones del precio internacional del petróleo y los

problemas de abastecimiento del gas natural. Respecto del consumo de la biomasa como calefacción domiciliaria, esta se utiliza fundamentalmente a través de estufas de combustión lenta y otros equipos representando el 25% de la matriz primaria (Figura 1).

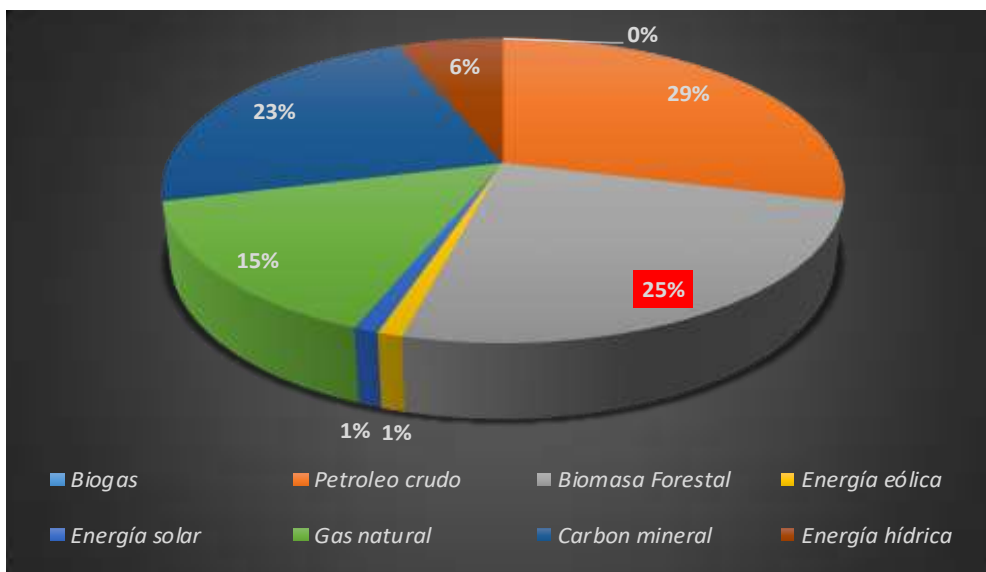


Figura 1. Componente matriz energética primaria en Chile

En Chile la participación de la biomasa en la matriz energética primaria alcanza al 25%, siendo superada solo por los combustibles derivados del petróleo (Figura 2), y representa el 92% de las energías renovables.

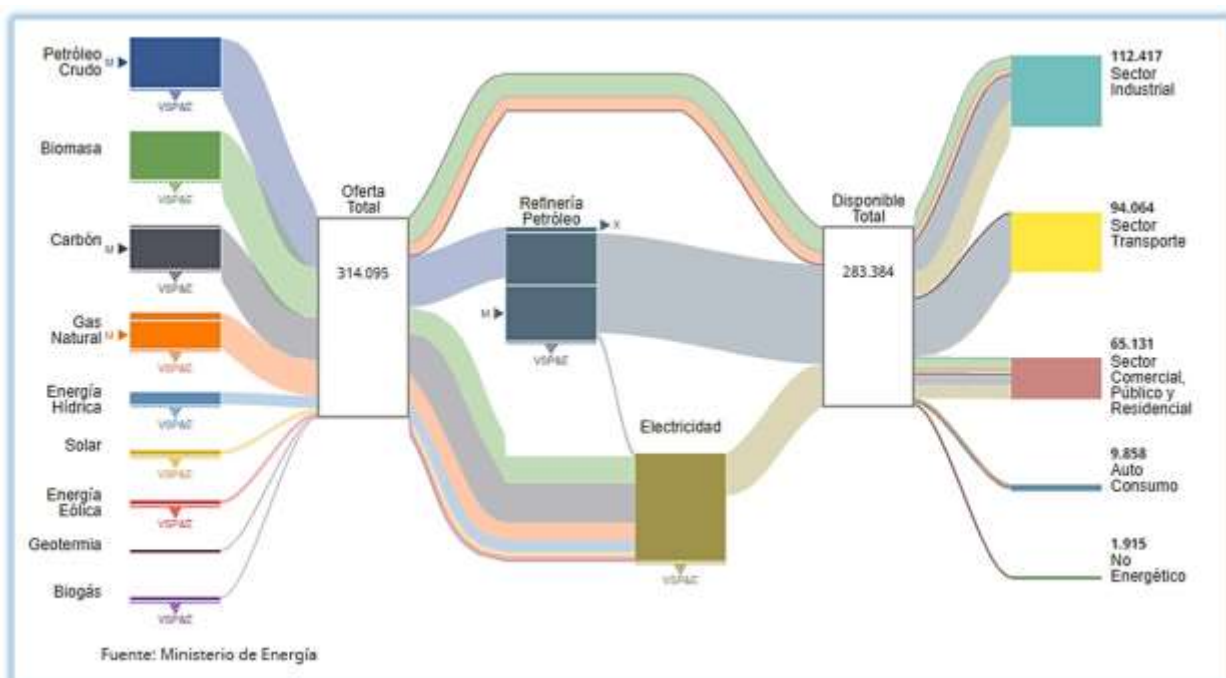


Figura 2. BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA Fuente: COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (2021).

La Industria del pellet y el sector forestal en Chile

La principal fuente de abastecimiento que se utiliza en el país de materia prima para obtener Pellet la constituyen los subproductos de la industria de conversión de la madera, los que durante el año 2020 alcanzaron los 5.224.182 m<sup>3</sup> (Soto *et al.*, 2021). De este total se estima de un potencial de 3,3 millones de metros cúbicos por año, conformadas principalmente de aserrín, corteza, despuntes y viruta (Pinilla *et al.*, 2020; Soto *et al.*, 2021).

Actualmente estos subproductos son utilizados por las industrias de generación, la de tableros, la crianza de animales y la industria del Pellet, entre otros, lo cual demuestra la alta competencia que existe por la utilización de esta biomasa.

La industria del Pellet ha tenido un gran crecimiento estos últimos años, donde este energético en muchos casos ha representado una opción de reemplazo en el uso de la leña o combustibles fósiles, por ser un producto energético de alta eficiencia térmica y menores emisiones contaminantes a medio ambiente.

Desde sus inicios el número de empresas de Pellet ha sido variable, existiendo a marzo del año 2021, 23 empresas productoras en funcionamiento, distribuidas entre las regiones de Valparaíso y Aysén. La distribución de las plantas productoras de Pellet se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Número de empresas productoras existentes en Chile según región  
Fuente: PINILLA y LUENGO, 2021.

Región	N° Empresas	Porcentaje
Metropolitana	2	9%
Valparaíso	1	4%
Maule	4	17%
Biobío	8	35%
Araucanía	5	22%
Los Lagos	1	4%
Aysén	1	4%
Magallanes	1	4%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

Pese a que las plantas productoras de Pellet están presentes en varias regiones del país, es importante destacar que en la macrozona conformada por las regiones de Maule, Biobío y La Araucanía, se concentra la mayor cantidad de ellas, con un total de 17 plantas, lo que representa el 74% del total de plantas productoras del país. Esta alta concentración de número de empresas productoras de Pellet en estas regiones, está estrechamente relacionada con que en este territorio se concentra la actividad forestal y la presencia de industrias de aserraderos y plantas de remanufactura, que proporcionan la materia prima que hoy se utiliza para la fabricación de Pellet.

El crecimiento del sector productivo del Pellet, ha sido constante en los últimos años en el país, con tasas superiores al 20% anual, derivado principalmente de los esfuerzos de distintas entidades por disminuir los escenarios de contaminación ambiental en ciudades con alta polución. Entre las medidas adoptadas, se destaca el programa de cambio de estufas a leña por otros tipos de calefactores, en donde en general, las estadísticas destacan una preferencia mayoritaria por equipos que utilizan Pellet, el cual es considerado un energético más limpio y eficiente.

Este incremento de la demanda del Pellet, está estrechamente ligada en sus inicios a la implementación de Programas de Descontaminación Ambiental, así como también a los cambios

culturales en el consumidor final, que privilegian la utilización de combustibles más limpios y de fácil y cómoda manipulación.

## Producción de Pellet

### Biomasa utilizada

La información analizada indica que cerca del 98% de la biomasa que se utiliza para la producción de Pellet proviene de *Pino radiata*, correspondiente principalmente a viruta y aserrín seco y húmedo, limpio y sin corteza. Existen también algunos productores que utilizan materia prima de *Pino Oregon* y *Lenga*.

### Característica del Pellet producido

La totalidad del Pellet que se produce y comercializada corresponde a Pellet con características técnicas para artefactos domiciliario, es decir de 6 mm de diámetro y de 10 a 40 mm de largo, fabricado con materia prima de bajo contenido de humedad y de buena calidad.

A pesar, que, en los últimos años, ha existido un incremento de calderas industriales a Pellet, estas utilizan el mismo producto en cuanto a tamaño y calidad, existiendo en Chile una producción incipiente de Pellet industrial posible de ser utilizado en dichas calderas.

### Volúmenes producidos

La producción estimada de pellet en los años 2019 y 2020 y la proyección del año 2021 se presenta en la Tabla 5 y figura (Pinilla y Luengo, 2021).

Tabla 5. Producción de pellet según región y año (ton/año)  
Fuente: PINILLA y LUENGO, 2021

Región	Producción 2019	Producción 2020	Proyección de Producción 2021
Metropolitana	500	300	500
Valparaíso	290	780	1.700
Maule	7.500	12.800	42.800
Biobío	93.433	140.809	229.122
Araucanía	21.861	22.500	27.600
Los Lagos	3.700	4.600	3.800
Aysén	0	153	10.000
Magallanes	1.893	1.444	2.400
<b>Total</b>	<b>129.177</b>	<b>183.386</b>	<b>317.922</b>
<b>% aumento</b>		<b>42%</b>	<b>73%</b>



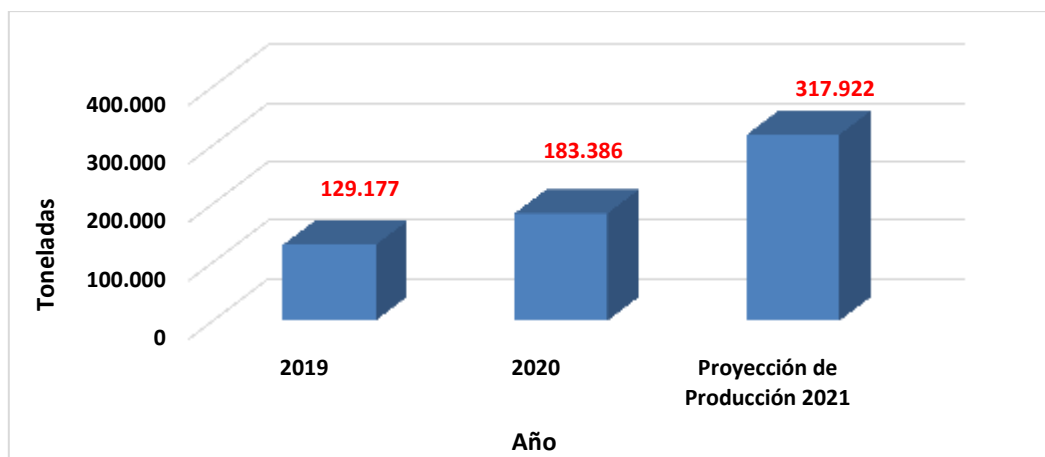


Figura 3. Producción de pellet según año (ton)  
Fuente: PINILLA y LUENGO, 2021.

Es posible señalar que el constante crecimiento que ha tenido la producción de Pellet en los últimos años, donde el año 2020 alcanzó a las 183.286 ton/año, con un aumento cercano al 42% con respecto al año anterior.

Según las proyecciones de las empresas para el año 2021 la producción de Pellet continuará en aumento, donde se espera alcance a las 317.922 toneladas/año, con un crecimiento de un 73% con respecto al año anterior.

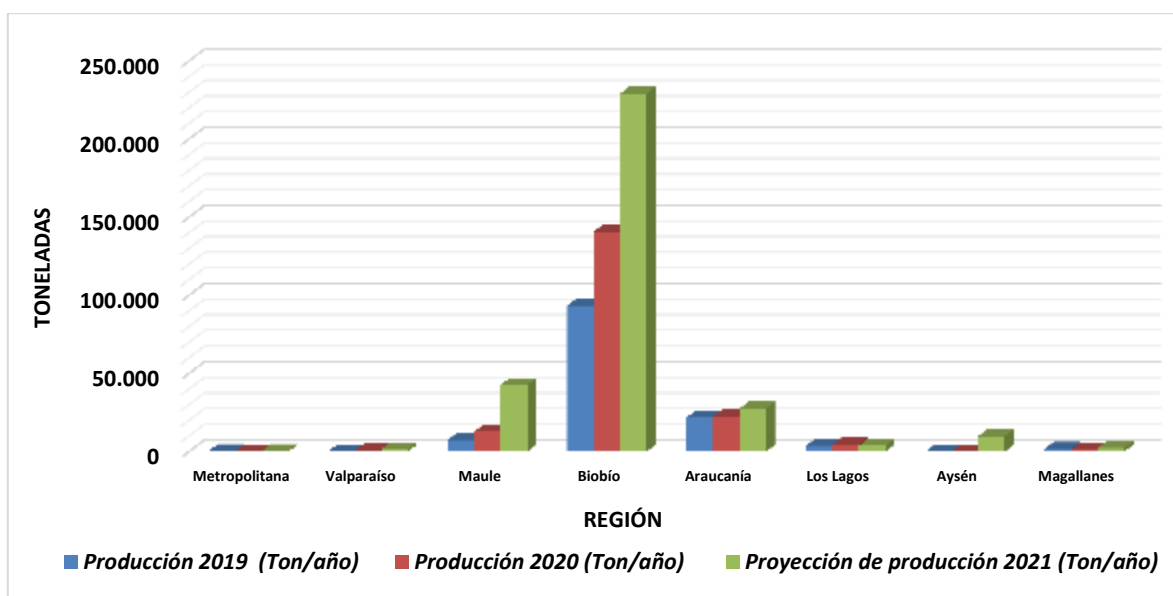


Figura 4. Producción empresas productoras de pellet, según región y año  
Fuente: PINILLA y LUENGO, 2021

El crecimiento de las tasas de producción de las empresas productoras de Pellet, se aprecia constante en casi la totalidad de las regiones del país, destacando que el año 2020 las empresas productoras en las regiones del Maule, Biobío y Araucanía alcanzaron una tasa de producción del 96% del total nacional, lo que equivale a 176.109 toneladas.

La Región del Biobío durante el año 2020 produjo cerca del 77% del total del Pellet producido a nivel nacional, concentrando la mayor cantidad de empresas productoras y varias de ellas con las mayores tasas productivas, manteniendo esta región su liderazgo en el mercado del



Pellet seguido por la Región de Araucanía con un 12% y por la Región del Maule con un 7% (Pinilla y Luengo, 2021).

### Abastecimiento de Materia Prima

La seguridad de poder contar con la materia prima requerida, es la base para poder asegurar o aumentar las tasas de producción de Pellet, cuya demanda está presentando un crecimiento constante en los últimos años. Esta etapa del proceso, es una de las más sensibles del proceso de producción de Pellet, dado que en la actualidad existe una completa dependencia con el desarrollo productivo de la industria del aserrío, único abastecedor de la industria productora de este energético, en donde cualquier disminución en su disponibilidad, afecta la producción de este biocombustible.

Una de las principales brechas de la industria del Pellet, en relación al abastecimiento de materia prima, se refiere a que existe la incertidumbre de períodos o áreas de escasez, derivada de diferentes factores, como son las fluctuaciones de las tasas de producción de la industria del aserrío, presencia de mercados competidores para la biomasa, y otros, lo que podría afectar la seguridad de abastecimiento de materia prima para la industria peletera. Esto es un factor clave que posibilita o impide la concreción de nuevos emprendimientos en este sector.

Es necesario por tanto trabajar para generar información formal y validada, sobre la disponibilidad de materia prima, la cual pueda estar disponible para disminuir brechas y superar las actuales barreras para el desarrollo de este biocombustible, cuya demanda está en constante aumento.

El consumo de trozas de la industria del aserrío durante el año 2020 generó una producción de madera aserrada cercana a los 7,8 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales el 40% (3,2 millones de m<sup>3</sup>), se produjeron en la Región del Biobío (Soto *et al.*, 2021). En esta producción, del volumen total de subproductos, una parte de ellos se destina al autoconsumo en los propios aserraderos, sea para generación eléctrica o producción de vapor, y un porcentaje importante de ellos son comercializados para ser utilizados por diversas industrias, entre las que destaca la industria del Pellet.

Se puede así concluir que la región del Biobío genera la mayor cantidad de subproductos de la industria del aserrío, donde un porcentaje importante de ellos está siendo utilizados como materia prima por la industria del Pellet, tanto en esta región como en las vecinas, debido a los desplazamientos de biomasa hacia otras regiones.

En la producción de Pellet se utilizan subproductos del aserrío, principalmente aserrín y viruta, los que quedan disponibles luego de la transformación primaria de trozas en madera aserrada o de la transformación secundaria en productos elaborados o remanufacturados. El total de subproductos generados por la industria del aserrío y remanufactura a nivel nacional durante el año 2020, alcanzó a cerca de 5,2 millones de m<sup>3</sup>. Esta industria obtuvo la materia prima desde la industria del aserrío o de la remanufactura, donde el aserrín primario generado alcanzó los 2.872.991 m<sup>3</sup>, y representó el año 2020 el 55% del total de subproductos generados. Este material contiene un alto contenido de humedad, por lo que para ser utilizado por la industria del Pellet se debe considerar procesos de secado (Soto *et al.*, 2021).

Además, esta industria Pelletera utiliza también los subproductos de la industria de la remanufactura, viruta y aserrín secundario, que el año 2020 alcanzó los 438.411 m<sup>3</sup>, lo que representó un 8,4% del total de subproductos generados (Soto *et al.*, 2021). Este tipo de materia prima presenta un bajo contenido de humedad, lo que la hace de mucho interés para la industria del Pellet al no necesitar un proceso de secado previo a la fabricación del producto.

Por lo tanto, se puede concluir de acuerdo a lo anterior que los subproductos con potencia de uso por parte de industria del Pellet (aserrín primario, viruta y aserrín secundario), alcanzaron los 3.311.401 m<sup>3</sup> durante el año 2020 (Soto et al., 2021).

Tabla 6. Volumen de subproductos madereros según tipo y destino 2020 a nivel nacional (m<sup>3</sup>)  
Fuente: INFOR 2021, Boletín Estadístico N° 181. Subproductos madereros de la Industria del Aserrío

Subproducto	Total	Comercializa	Autoconsumo	Regala	Acumula
Corteza	1230.449	910.935	304.072	2.761	12.681
Lampazos	538.059	482.165	30.279	9.574	16.040
<b>Aserrín primario</b>	<b>2.872.991</b>	<b>1890.653</b>	<b>921.312</b>	29.054	31.972
<b>Aserrín secundario</b>	<b>166.338</b>	<b>103.528</b>	<b>59.329</b>	1.744	1.737
<b>Viruta</b>	<b>272.072</b>	<b>133.511</b>	<b>135.460</b>	2.060	1.042
<b>Despuntos</b>	<b>144.272</b>	64.813	75.474	3.651	334
<b>Total</b>	<b>5.224.182</b>	<b>3.585.605</b>	<b>1.525.927</b>	<b>48.845</b>	<b>63.806</b>

Es importante destacar que, del total de empresas productoras de Pellet identificadas, 14 de ellas, están asociadas a un aserradero por lo que cuentan con un porcentaje de abastecimiento asegurado, los que han tenido que complementar su demanda por materia prima a través de abastecimiento de aserraderos de terceros.

Como se mencionó, la generación de subproductos del aserrío se relaciona directamente con la producción de madera aserrada, donde la evolución de la producción de madera aserrada y de subproductos, así como el número de aserraderos en funcionamiento según año, se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Evolución de la producción de madera aserrada y de subproductos y número de aserraderos en funcionamiento (M de m<sup>3</sup>)

Fuente: INFOR 2020, Boletín Estadístico N° 175. Subproductos madereros de la Industria del Aserrío

Año	Madera aserrada	Subproductos	N° Aserraderos
2010	6.353,9	3.962,4	1.073
2011	6.784,7	4.011,2	1.018
2012	7.160,2	4.292,3	973
2013	7.720,7	4.710,5	940
2014	7.998,8	4.842,4	912
2015	8.372,2	5.286,4	1.090
2016	8.455,1	5.325,6	1.101
2017	8.150,9	5.047,0	1.056
2018	8.307,2	5.665,2	984
2019	8.030,4	5.242,2	957
2020	7.873,8	5.224,2	938

Es importante destacar que el número de aserraderos en funcionamiento también ha mostrado una tendencia a la baja los últimos años del periodo analizado, lo cual está directamente relacionado con la disminución en la tasa de producción de madera de aserrada y subproductos madereros.

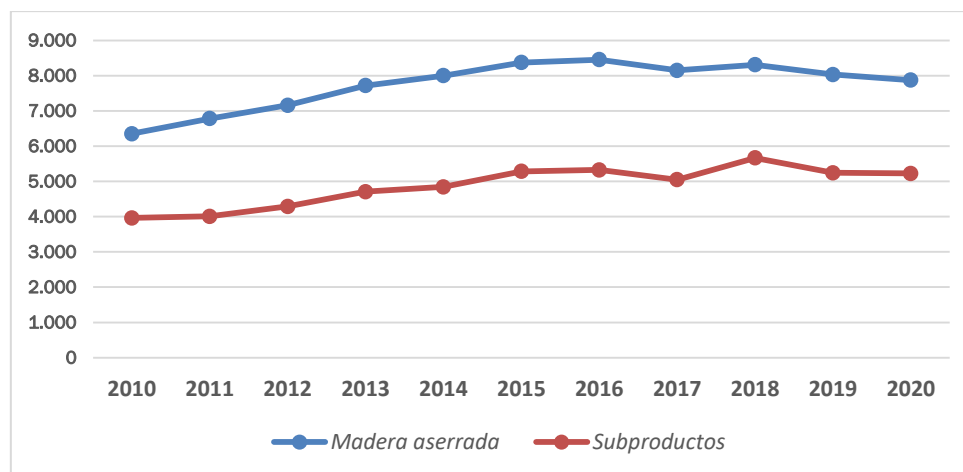


Figura 5. Evolución de la producción de madera aserrada y de subproductos (M m³)

Fuente: INFOR 2020, Boletín Estadístico N° 175. Subproductos madereros de la Industria del Aserrío.

Esta variación en la tasa de producción representa una preocupación considerando que la tasa de producción de pellet se ha incrementado estos últimos años y se espera continúe aumentando los años siguientes, lo que se traduce en un aumento de la demanda por subproductos del aserrío, que en la actualidad representa la única fuente de abastecimiento de la industria productora de pellet.

Para realizar una primera estimación de disponibilidad de materia prima para abastecer la industria del pellet, se consideraron los volúmenes de los tres tipos de subproductos que se comercializan (Aserrín primario, aserrín secundario y viruta) los cuales actualmente están siendo utilizados como única fuente de materia prima. A su vez, en cuanto a las tasas de producción anual de pellet se presentan los volúmenes anuales catastradas por INFOR de manera directa con las empresas productoras, que debido a la época de consulta entre los años 2018 a 2020 se presentan tasas efectivas de producción anual y para el año 2021 se presenta una proyección de producción anual.

Tabla 8. Producción o disponibilidad de subproductos del aserrío, comercializable, utilizables por la industria del Pellet y producción Pellet

Fuente: INFOR, Boletín Estadístico N° 175. Subproductos madereros de la Industria del Aserrío 2020.

	2018	2019	2020
Disponibilidad de Materia Prima potencial para Pellet (m³)	2.231.960	1.970.899	2.127.692
Producción Pellet (ton)	90.000	129.177	183.386

Esta demanda de materia prima por parte de la industria del pellet, ha aumentado y se espera que para los próximos años continúe en alza, por lo tanto, es necesario el asegurar el abastecimiento que permita responder a la demanda creciente que enfrente la industria del pellet.

Considerando además que un porcentaje importante de los volúmenes de subproductos actualmente están siendo capturados a través del autoconsumo de la industria del aserrío, los cuales no estarían disponibles para ser comercializados por la industria del pellet. Lo anterior, hace predecir que en el caso que la industria del aserrío mantenga sus tasas de producción, genera la incertidumbre que la industria del pellet contar con los requerimientos de materia prima que demande.

Este escenario de desabastecimiento, genera la necesidad de comenzar a analizar nuevas opciones de abastecimiento con contemplen el uso de nuevas especies forestales, cambios

tecnológicos del modelo de abastecimiento que implique extraer la materia prima desde el bosque, o que implicaría faenas de trozado, descortezado, triturado y secado de la biomasa, para que este quede disponible para la producción de pellet. Estas opciones tecnológicas implican desarrollar estudios de costos, que permitan determinar la factibilidad técnica y económica para ser considerada como una opción de abastecimiento posible de utilizar en un futuro.

Considerando que la industria pelletera en la actualidad utiliza mayoritariamente biomasa de pino radiata y además que en el país no se establecen plantaciones para la generación de biomasa para energía, hace pensar que otros caminos para diversificar y aumentar la disponibilidad para la industria del pellet debe considerar el analizar y estudiar la utilización de nuevas especies forestales y a su vez iniciar el establecimiento de nuevas plantaciones forestales con fines energéticos que permitan en cortas rotaciones generar la biomasa que la industria del pellet requiere,

Por esta razón y dado que las proyecciones indican que el consumo de pellet continuará en aumento, es necesario realizar un monitoreo permanente de la producción, y especialmente, de la disponibilidad de abastecimiento de materia prima para este biocombustible, de manera de conocer de forma específica los volúmenes con potencial de ser comercializado a la industria de pellet y dimensionar el nivel que tienen las otras industrias que actualmente compiten por dicha biomasa.

#### **4.1 Especies para pellet**

Lo señalado previamente está motivando analizar opciones de abastecimiento de biomasa de adecuada calidad para la industria del pellet, generándose una investigación para la producción de pellet y su caracterización a partir de biomasa de distintas especies forestales que crecen en Chile, ampliando la oferta de biomasa forestal de acuerdo a lo requerido por la industria, en apoyo a las actuales empresas que necesitan ampliar y asegurar suministros, así como también, a nuevos emprendimientos relacionados con calefacción o generación térmica.

Ello permitirá que propietarios forestales, la industria y el sector energético de la Región del Biobío cuenten con nuevas opciones de negocios, desarrollo y encadenamientos productivos para contribuir a la diversificación de la matriz energética regional a través de la utilización de biomasa forestal proveniente de bosques en suelos forestales, muchos de ellos marginales o subutilizados, apoyando la competitividad y productividad de la pyme regional.

Se desarrollaron estudios de caracterización del pellet producido a partir de diversas especies forestales para evaluar su potencial, en donde las especies consideradas corresponden a:

Tabla 9. Especies forestales utilizadas en el estudio de Pellet

Especie, condición
<i>Acacia mearnsii</i> , Plantado, Florida (13 años)
<i>Acacia dealbata</i> , asilvestrado, Chillan Viejo (6 años)
<i>Acacia dealbata</i> , plantación, Florida (13 años)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> , Cauquenes (13 años)
<i>Acacia mearnsii</i> , Los Sauces (6 años), distanciamiento 3x1
<i>Acacia mearnsii</i> , Los Sauces (6 años), distanciamiento 3x2
<i>Acacia dealbata</i> , Los Sauces (6 años), distanciamiento 3x2m
<i>Acacia melanoxylon</i> , Cañete, asilvestrado
<i>Acacia melanoxylon</i> , Plantado, Contulmo (6 años)
<i>Acacia dealbata</i> , Plantado, Cañete
<i>Eucalyptus regnans</i> , Plantado, Cañete
Mezcla de biomasa de Pino Radiata y Raulí



Figura 7. Ensayos de Pelletizado realizados

Los resultados del estudio se compararon con lo establecido por la Norma chilena ISO 17225-2 del pellet, que indica las características que se deben cumplir para los parámetros físicos a analizar, resultados que se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de parámetros físicos de Pellet producido presentados según especies forestales en la Región del Biobío

Fuente: PINILLA et al., 2020.

Especie	Humedad (%)	Norma ISO 17225-2	Contenido de Cenizas (p/p)	Norma ISO 17225-2	Finos (%)	Norma ISO 17225-2	Durabilidad Mecánica (p/p)	Norma ISO 17225-2	Poder Calorífico Inferior (MJ/Kg)	Norma ISO 17225-2
<i>Acacia dealbata</i> , asilvestrado, 6 años	7,9	10,0	3,1	2,0	1,3	1,0	96,5	98,0	17,3	16,5
<i>Acacia dealbata</i> , 6 años, 3x2m	7	10,0	0,5	2,0	1,4	1,0	95,8	98,0	18	16,5

Acacia dealbata, plantación 13 años	7,3	10,0	2,2	2,0	3,1	1,0	92,8	98,0	17,6	16,5
Acacia dealbata, Plantado, 16 años	9,2	10,0	0,4	2,0	2,1	1,0	95,7	98,0	17,9	16,5
Acacia mearnsii, años, 3x1m	2,3	10,0	0,7	2,0	2,7	1,0	97,9	98,0	17,8	16,5
Acacia mearnsii, años, 3x2m	3,7	10,0	0,8	2,0	0,6	1,0	91,9	98,0	17,8	16,5
Acacia mearnsii, Plantado, 13 años	8,7	10,0	5,8	2,0	1,4	1,0	96,3	98,0	17	16,5
Acacia melanoxylon, asilvestrado	4,2	10,0	0,8	2,0	2,2	1,0	92,5	98,0	17,7	16,5
Acacia melanoxylon, Plantado, 6 años	4,9	10,0	0,4	2,0	1,5	1,0	94,3	98,0	17,7	16,5
Eucalyptus camaldulensis 13 años	8,1	10,0	3,6	2,0	3,8	1,0	92,8	98,0	18	16,5
Eucalyptus regnans, años	4,8	10,0	0,42	2,0	2,2	1,0	94,3	98,0	18,1	16,5
Mezcla de biomasa de Pino Radiata y Raulí	7,6	10,0	0,08	2,0	2,3	1,0	92,8	98,0	18,2	16,5

Los resultados generales señalan en relación con la calidad de los Pellet obtenidos, que la biomasa de las diversas especies forestales utilizadas, cumplen con los parámetros de humedad y poder calorífico, específicamente con los límites inferior indicados para cada uno de ellos en la Norma ISO 17225-2 (Pinilla et al., 2020).

Todos los Pellets obtenidos cumplieron con los parámetros de humedad, poder calorífico inferior y cenizas para Categoría A1 indicados en la Norma ISO 17225-2, a excepción del Pellet elaborado a partir de *Acacia melanoxylon*, Cañete, asilvestrado cuyo contenido de cenizas sólo cumplió con lo exigido en la Categoría A2. En este último caso, el valor de este parámetro puede ser disminuido mediante la mezcla de la materia prima con la de otra especie, que tenga una menor concentración de cenizas.

Los Pellets producidos no cumplieron con lo establecido en la Norma, en relación con la durabilidad mecánica y el contenido de finos. Estas variables podrían ser mejorados en futuros procesos de producción a mayor escala u optimizados mediante la ejecución de un mayor número de ensayos pilotos, considerando siempre como variables críticas el tamaño de partículas, sobre todo en especies con mayor dureza, la humedad inicial de las muestras, la homogeneización de la biomasa luego de la humectación, así como también regular la razón de alimentación al equipo de peletización, de manera de controlar las condiciones que aumentan la temperatura por fricción en la

matriz. Por lo tanto, en el caso de los parámetros físicos del Pellet como durabilidad mecánica y contenido de finos, estos pueden ser optimizados en una producción a mayor escala, considerando, por ejemplo:

- ✓ Utilizar un menor tamaño de partículas
- ✓ Aumentar la humedad de trabajo
- ✓ Regular la razón de alimentación dependiendo del tipo de equipo utilizado, e.o.

## 5. Discusión

La tasa de forestación anual en Chile se ha mantenido constante los últimos diez años, donde para el año 2020 se observa una pérdida de crecimiento de cerca de un 37% con respecto al año anterior (Soto *et al.*, 2021).

De las cifras antes presentadas, es importante destacar que tanto las especies de Pino radiata como Eucalipto y otras, han tenido una evolución cíclica, donde el año 2020 ha presentado una disminución de la superficie de plantaciones establecidas en cada una de las especies y por ende en la superficie total, con respecto a los años anteriores (2018-2019).

Esta desviación en la superficie plantada está en directa relación con la actividad industrial, en donde en el corto plazo no se avizoran grandes inversiones productivas (Pinilla *et al.*, 2022).

En el tema de la industria del aserrío, la tasa de producción alcanzó el año 2020 los 7,8 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 7,6 mill m<sup>3</sup> corresponde a Pino radiata, lo que representa el 97,2%. La Región del Biobío lidera la producción de madera aserrada, con cerca de 3 millones de m<sup>3</sup>.

Las cifras descriptivas de la industria de la madera aserrada, permiten mostrar su desarrollo y que genera en su actividad, una cantidad importante de subproductos, que hoy en día es la principal fuente de abastecimiento para la industria del pellet. El total de subproductos del aserrío durante el año 2020 alcanzó a los 5.224.182 m<sup>3</sup>, donde la Región del Biobío aportó el 36% (1.892.832 m<sup>3</sup>) (Pinilla *et al.*, 2022).

Del total de los subproductos generados entre las regiones del Maule a La Araucanía, el 57% corresponde a aserrín primario, seguido de la corteza con un 25%. En el caso del aserrín, los mayores volúmenes producidos corresponden a aserrín verde. Un mínimo porcentaje en un estado seco es posible conseguirlo de la industria de la remanufactura. Estos subproductos en la actualidad están siendo demandados por los centros de generación, plantas de Pellet, industria del tablero, e incluso, planteles de crianza.

El uso de estos subproductos en energía, favorece los procesos que buscan diversificar la matriz energética, su descarbonización y fomentar la utilización de energías renovables, siendo una oportunidad para aprovechar el potencial forestal del país.

En este escenario la fabricación y consumo de Pellet es una opción que valoriza los subproductos de la actividad forestal, aportando a la generación de riqueza a nivel local y a la diversificación de la matriz energética del país, generando directamente una relación directa positiva con la industria forestal, donde ambos sectores son beneficiados.

Es así como se destaca que la Macro Región Maule a La Araucanía se concentra cerca del 75% de la producción de Pellet del país, área donde se concentra la actividad del aserrío en base a Pino radiata, observando una creciente producción de Pellet, la cual está disponiendo de una adecuada cantidad de biomasa en la Región del Maule y La Araucanía.

Es posible apreciar y señalar la estrecha dependencia entre la industria del Pellet y la del aserrío, que en algunas situaciones puede ser un factor de riesgo, por lo que se requiere de su seguimiento, cuantificación y monitoreo permanente, de modo de prevenir situaciones de desabastecimiento, dado que los escenarios de consumo del Pellet señalan que aumentará la demanda en forma constante en los próximos años, lo que requerirá de una mayor cantidad de biomasa de calidad adecuada para el funcionamiento de las plantas productoras.

Debido a la necesidad de asegurar un suministro de biomasa en calidad y cantidad para el funcionamiento de las plantas de Pellet, se requiere aumentar la disponibilidad de los subproductos generados por la industria del aserrío y remanufactura, principalmente viruta y aserrín de pino radiata a través de estrategias de generación y oferta de materia prima por medio de diversificar las opciones de suministro de biomasa que permita satisfacer la demanda creciente por este biocombustible.

El incremento en la producción de Pellet tiene un límite inicial según sea la cantidad de subproductos de calidad posibles de utilizar por esta industria, siempre y cuando la tasa de producción de subproductos no aumente a la velocidad que la demanda de pellet.

Por lo tanto, al momento de detectar problemas de abastecimiento desde el sector de la industria del aserrío, será necesario abordar opciones de nuevas fuentes de abastecimiento, donde se pueden señalar:

**a) Uso de otras especies forestales o biomasa.**

Ello requiere de contar con información técnica acerca de la factibilidad para la producción y calidad del Pellet producido con otros tipos de biomasa proveniente de nuevas especies forestales, y especialmente, si existe la superficie que permita un abastecimiento permanente y seguro en cantidad y calidad.

**b) Cambio en el modelo tecnológico.**

El actual proceso de producción de Pellet en Chile se inicia con la disponibilidad de aserrín o viruta en la planta de pellet. Esta biomasa proviene ya sea desde aserraderos asociados a las plantas de Pellet, o bien debe ser adquirida en el mercado desde aserraderos externos.

En otros países, las empresas de Pellet inician su proceso directamente en el bosque, donde se va a terreno a buscar trozas incorporando procesos de transporte, descortezado y astillado, previo a la producción de Pellet. Este modelo deberá ser analizado según estructuras de costos de cada empresa, el valor de la biomasa desde aserraderos y el valor del Pellet en el mercado.

Otra alternativa tecnológica es la incorporación de equipos de secado de materia prima, que le permitan utilizar la biomasa que actualmente tienen altos contenidos de humedad, que en muchas regiones presenta una mayor tasa de producción y que muchas empresas peleteras no la pueden utilizar por no contar con estos equipos de secado y dependen absolutamente de la materia prima que se genera por la industria de remanufactura que no requieren de un proceso de secado previo para la fabricación de pellet.

Una de las opciones identificadas es la utilización de biomasa proveniente de otras especies forestales, de las cuales se pueda generar la materia prima para la industria del Pellet. Para ello, se requiere de información para poder contar en forma segura con esta biomasa, la que se refiere principalmente a:



- Seguridad de contar con materia prima de calidad adecuada
- Información, para conocer y cuantificar la biomasa forestal disponible y su calidad para fabricar Pellet.
- Ubicación y disponibilidad.
- Investigación para incrementar y diversificar los volúmenes de materia prima, para abastecer la industria del Pellet.

El poder contar con esta información, condiciona de manera importante las opciones para la utilización en la producción de Pellet, lo que debe ser apoyado con estudios tecnológicos que entreguen información validada a nivel de escala comercial, de manera de identificar nuevas fuentes de abastecimiento de materia prima proveniente de nuevas especies forestales.

## 6. Conclusiones

Chile es un país forestal, con cerca de 14 millones de ha con bosques nativos y 2,4 millones de ha con bosques plantados, donde el desarrollo del sector forestal se basa en la utilización de Pino radiata y especies de *Eucalyptus*.

La superficie de bosques plantados abastece la industria de la celulosa y del aserrío. *Se reconoce el aporte del sector forestal a los procesos de Mitigación y en la Captura de Carbono.*

En Chile la necesidad de diversificar la matriz energética, su descarbonización, es una oportunidad para aprovechar el potencial forestal del país.

Se debe reconocer y valorar el rol de la biomasa forestal para su uso en energía, considerando externalidades positivas, como descontaminación, protección de suelos, prevención de incendios forestales, y la generación de empleos, entre otros.

Es posible construir escenarios de conjunción entre el Bosque, la Industria Forestal y la Mitigación, escenarios que requieren de generar y apoyar estrategias de vinculación entre los distintos actores y detectar las oportunidades y ámbitos de acción. Uno de esos escenarios corresponde a la industria del Pellet de Madera. La fabricación de Pellet es una opción que valoriza los subproductos de la actividad forestal, generando riqueza a nivel local.

Esta relación es directa ya que cualquier variación en los volúmenes de subproductos madereros incide en los escenarios de abastecimiento de la industria y producción del Pellet, donde en la actualidad se valora y reconoce la importancia del Pellet en procesos de transición energética.

Las estimaciones indican que la demanda por este energético seguirá en aumento, por lo que existe la incertidumbre si la industria del aserrío podrá abastecer la cantidad de materia prima que se requerirá en los próximos años (aserrín, viruta), dado que el incremento en la producción de Pellet tiene un límite según sea la cantidad de subproductos de calidad posibles de utilizar por esta industria.

Al momento de detectar problemas de abastecimiento desde el sector de la industria del aserrío, será necesario abordar opciones de nuevas fuentes de abastecimiento.

En ello se incluye analizar la incorporación de nuevas opciones de abastecimiento proveniente de otras especies forestales o bien innovaciones de los procesos productivos para generar la biomasa que la industria del pellet requiere.

Además, es necesario analizar los cambios de modelos productivos que permitan disminuir la dependencia con la industria del aserrío, a través del análisis de factibilidad técnico y económica de extraer la biomasa desde trozas en el bosque, así como también el comenzar a establecer plantaciones forestales con fines energéticos que permitan en un futuro satisfacer la demanda por biomasa de la industria productora de pellet.

Es necesario aumentar la utilización de biomasa forestal como fuente de energía, bajo una ordenación forestal sostenible, reduciendo asimetrías de información, siendo, además, una alternativa de negocio para propietarios. El desarrollo de la Bioenergía dependerá de las políticas a implementar y la evolución de los mercados de ERNC.

El uso de la biomasa forestal como energía no significa una pérdida de bosques, es un aprovechamiento sustentable en apoyo a procesos de descontaminación ambiental y reducción de gases de efecto invernadero.

## 7. Bibliografía

BAETTIG, R., 2018. Innovación en biocombustibles sólidos densificados de origen agrícola para consumidores domiciliarios urbanos e industriales. Informe final de proyecto. Descripción de biocombustibles sólidos densificados elaborados en el proyecto FIC Región del Maule. 2018. Universidad de Talca, Talca. <http://ficbiomasas.otalca.cl/>

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE), 2021. Balance Nacional de Energía 2020. Chile, Disponible en: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/balance-de-energia>

INSTITUTO FORESTAL, INFOR, 2021. El sector forestal Chileno 2021. 52p. Disponible en [https://wef.infor.cl/sector\\_forestal/sectorforestal.php](https://wef.infor.cl/sector_forestal/sectorforestal.php)

NRDC - BNEF y VALGESTA ENERGÍA, 2011. El futuro de la energía limpia en Chile. En: [http://www.nrdc.org/laondaverde/international/files/chilecostofenergy\\_sp.pdf](http://www.nrdc.org/laondaverde/international/files/chilecostofenergy_sp.pdf).

PINILLA, J.C.; LUENGO, K. Y NAVARRETE, M., 2020. Reporte “Fortalecimiento y desarrollo de opciones forestales para el uso de la biomasa de bosques en la generación de energía a nivel país”. Informe de proyecto Ministerio de Agricultura de Chile. Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Concepción, Chile. 25p.

PINILLA, J.C.; LUENGO, K.; NAVARRETE, M. y NAVARRETE, F. 2020. Estudio del Pellet en base a especies forestales que crecen en la Región del Bio Bio. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 241. P. 60.

PINILLA, J.C. y LUENGO, K., 2021. Antecedentes Descriptivos de la Producción y Mercado del Pellet en Chile. Documento de Divulgación N° 55. 33 p. Instituto Forestal, Concepción, Chile.

PINILLA, J.C.; LUENGO, K.; NAVARRETE, M. y NAVARRETE, F. 2022. Antecedentes de abastecimiento de biomasa con fines energéticos. Proyecto Mejoramiento del Entorno y Reducción de Brechas Tecnológicas para la Producción y Desarrollo del Mercado del Pellet

en Chile CORFO /FIC-2017 18BPE-93859. Informe de Proyecto. 53p. Instituto Forestal. Concepción, Chile.

SOTO, D.; GYSLING, J.; KAHLER, C.; POBLETE, P.; ÁLVAREZ, V.; PARDO, E.; BAÑADOS, J.C.; BAEZA, D. 2021. ANUARIO FORESTAL 2021. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 180. P. 257.