



Maestría Interdisciplinaria en Energía

TESIS DE MAESTRÍA

“El mercado del biodiesel en la Argentina Un análisis desde la seguridad energética”

Tesista: Lic. Juan Pablo Montalto

Directora: Dra. Ing. Silvia Daniela Romano

A mis hijos, Facundo y Leandro

“Toda persona tiene una misión específica en la vida. Toda persona debe llevar a cabo un designio concreto que exige su cumplimiento. De este modo la tarea de cada persona es única, así como la oportunidad específica de realizarla”.

Viktor E. Frankl. El Hombre en busca de sentido.

Índice

I. Resumen.....	9
II. Objetivos	11
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Conceptos básicos	13
1.2 Marco teórico	14
Capítulo 2: COYUNTURA ECONÓMICA.....	17
2.1 El contexto internacional.....	17
2.1.1 Las nuevas potencias económicas emergentes.....	17
2.1.2 Convenciones internacionales sobre el cambio climático.....	19
2.1.3 Compromisos de la República Argentina con el cambio climático.....	24
2.1.4 La seguridad energética en relación con el cambio climático. Oportunidad para la Argentina como productor de biocombustibles.....	26
2.2 El contexto nacional.....	27
2.2.1 Situación energética argentina.....	27
2.2.2 Evolución del parque automotor.....	30
2.2.3 Combustible para generación termoeléctrica.....	30
2.2.4 Gasoil y biodiesel.....	33
2.2.5 Hidrocarburos no convencionales	34
Capítulo 3: BIODIESEL EN ARGENTINA Y EL MUNDO	37
3.1 Conceptos básicos de biocombustibles.....	37
3.1.1 Definiciones	37
3.1.2 Clasificación según su estado de agregación.....	37
3.1.3 Clasificación según su generación	38
3.2 Legislación Nacional de biocombustibles	39
3.3 El Mercado de biocombustibles líquidos en Argentina	43
3.3.1 El complejo sojero	43
3.3.2 Diagrama de Sankey en los procesos de transformación de la soja.....	45
3.3.3 Evolución de la producción de biodiesel	48
3.3.4 Evolución de la producción de bioetanol	49
3.3.5 ¿Cuánto biodiesel puede producir el complejo agroindustrial de la soja?	50
3.4 El mercado de biocombustibles líquidos en el mundo.....	52
3.4.1 Evolución de la producción de biodiesel en el mundo.....	52

3.4.2	Perspectivas mundiales de los biocombustibles líquidos.....	54
Capítulo 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BIODIESEL		57
4.1	La producción de biodiesel	57
4.2	Ventajas y desventajas del biodiesel	60
4.3	Normas de calidad aplicables al biodiesel en Argentina	62
4.4	Emisiones de gases debido al uso del biodiesel	63
Capítulo 5: SEGURIDAD ENERGÉTICA Y BIOCOMBUSTIBLES.....		68
5.1	Conceptualización de la seguridad energética	68
5.2	Las tres perspectivas de la seguridad energética	69
5.2.1	La perspectiva de la geopolítica y de la soberanía	70
5.2.1.1	Impactos de la crisis petrolera de 1973 en la Argentina. Una mirada desde la geopolítica. Aportes de los biocombustibles líquidos	71
5.2.2	La perspectiva de la robustez. La existencia de límites globales y la vulnerabilidad de los sistemas energéticos.....	75
5.2.2.1	Escasez de recursos	75
5.2.2.2	La vulnerabilidad de los sistemas energéticos.....	76
5.2.2.3	Diferencias conceptuales entre Vulnerabilidad, Dependencia y Riesgo	77
5.2.3	La perspectiva de resiliencia. Seguridad energética y estructura de mercado.....	77
5.2.3.1	El caso del mercado de biodiesel en Argentina. Estructura industrial del complejo productivo oleaginoso.....	79
5.3	¿Cómo puede afectar la estructura de mercado a la seguridad energética?. Los riesgos de la estructura industrial del biodiesel en Argentina.....	83
Capítulo 6: CASO DE ESTUDIO.....		86
6.1	La primarización del complejo oleaginoso como respuesta al cierre de mercados externos de biodiesel. Un análisis desde la seguridad energética.....	86
6.2	La primarización de las exportaciones.....	91
Capítulo 7: CONCLUSIONES.....		95
Capítulo 8: ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL		97
Bibliografía		100

Índice de figuras

Figura 1 Proyecciones de Consumo Mundial de Energía Primaria	17
Figura 2 Emisiones antropógenas anuales de GEI.....	21
Figura 3 Emisiones de CO ₂ . Escenarios.....	22
Figura 4 Emisiones de CO ₂ y variaciones de temperatura	23
Figura 5 Emisiones de GEI, Argentina	25
Figura 6 Balanza comercial energética argentina	28
Figura 7 Evolución de la potencia instalada	31
Figura 8 Producción de petróleo convencional y no convencional en la Argentina	34
Figura 9 Producción de gas natural convencional y no convencional en la Argentina	35
Figura 10 Distribución espacial del área sembrada de soja	44
Figura 11 Procesos de transformación de la soja	47
Figura 12 Producción de biodiesel en Argentina	48
Figura 13 Producción de bioetanol en la República Argentina	49
Figura 14 Distribución provincial de la producción de bioetanol	50
Figura 15 Potencial productivo de biodiesel.....	51
Figura 16 Producción y comercio internacional de biocombustibles	53
Figura 17 Pérdida de recursos forestales en la Argentina	66
Figura 18 Suministro de energía primaria.....	71
Figura 19 Producción y consumo mundial de petróleo, 1970	72
Figura 20 Fuentes primarias de energía de Argentina, 1970	73
Figura 21 Fuentes primarias de energía de Argentina, 2018	74
Figura 22 Importación de energía secundaria	75
Figura 23 Principales empresas aceiteras	80
Figura 24 Capacidad de molienda	80
Figura 25 Distribución de la capacidad de refinado.....	81
Figura 26 Exportaciones de biodiesel.....	89
Figura 27 Producción de biodiesel en Argentina	90
Figura 28 Destino de las exportaciones argentinas	90
Figura 29 Cosechas anuales de soja	92
Figura 30 Exportaciones del complejo sojero	93
Figura 31 Proporciones relativas de las exportaciones del complejo sojero	93
Figura 32 Producción de biodiesel. Años 2019 y 2020.....	97
Figura 33 Producción de bioetanol. Años 2019 y 2020.....	98

Índice de tablas

Tabla 1 Consumo de energía primaria por regiones (miles de billones de Btu)	18
Tabla 2 PBI y Población Mundial	18
Tabla 3 Informes de evaluación del IPCC	20
Tabla 4 Balanza comercial energética argentina	29
Tabla 5 Evolución el parque automotor.....	30
Tabla 6 Consumo anual de combustibles.....	32
Tabla 7 Participación por tipo de combustible (Gas Natural Equivalente)	32
Tabla 8 Importación y producción de gasoil y biodiesel	33
Tabla 9 Producción nacional de petróleo y gas.....	36
Tabla 10 Marco regulatorio de bioetanol como combustible automotor para corte con nafta	40
Tabla 11 Marco regulatorio de biodiesel como combustible automotor para corte con gasoil	41
Tabla 12 Potencial productivo de biodiesel	51
Tabla 13 Principales productores mundiales de biodiesel.....	52
Tabla 14 Principales productores mundiales de bioetanol.....	52
Tabla 15 Especificaciones de calidad de biodiesel	63
Tabla 16 Porcentaje de reducción de emisiones de gases del biodiesel respecto al gasoil	64
Tabla 17 Grupos de empresas de biodiesel por tamaño	81
Tabla 18 Comparación de tamaño de plantas entre Argentina y EE.UU.	82
Tabla 19 Vulnerabilidades y Fortalezas del biodiesel argentino.....	95
Tabla 20 Precios internos de bioetanol y biodiesel.....	98

Acrónimos y siglas

AIE	La Agencia Internacional de Energía
CAMMESA	Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas
CNA	Censo nacional agropecuario
EAP	Explotación agropecuaria
GEI	Gases de efecto invernadero
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
OECD	(u OCDE) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNFCCC	(o CMNUCC) Convención Marco de Naciones Unidas para Combatir el Cambio Climático

Unidades de medición

Btu	British Thermal Units (unidad térmica británica)
GW / GWh	Gigavatio / Gigavatio hora
kboe/d,	Miles de barriles equivalentes de petróleo por día
KTEP	Miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo
MW / MWh	Megavatio / Megavatio hora
ppm CO ₂ e	Partes por millón de dióxido de carbono equivalente
tCO ₂ eq	Toneladas de dióxido de carbono equivalente

I. Resumen

En la presente tesis se evaluaron los factores nacionales e internacionales que han influido en las decisiones de producción, comercialización y consumo de los biocombustibles líquidos de uso automotor, con especial énfasis en el biodiesel.

Dentro del contexto internacional, se analizaron las proyecciones de crecimiento de la demanda de combustibles, los compromisos ambientales en relación con la Convención Internacional sobre el Cambio Climático (UNFCCC), y las oportunidades que todo ello representa para los biocombustibles líquidos argentinos.

En cuanto al contexto nacional, se han evaluado las políticas de largo plazo establecidas, el estado actual del mercado energético nacional, las proyecciones futuras de producción y consumo, y los compromisos ambientales asumidos por el Estado Nacional. Seguidamente se describieron las características del mercado de biocombustibles líquidos, y se mostró la evolución de los niveles de producción nacional e internacional.

Luego, se hizo referencia a las características técnicas del biodiesel, a los aspectos relativos al sistema productivo, ventajas y desventajas de su uso, normas de calidad aplicables y cálculo de emisiones de GEI's

La investigación continuó con una descripción del marco teórico relacionado a la seguridad energética. Se realizó una breve revisión de los principales aportes teóricos y se analizó en detalle el aporte realizado por Cherp, Aleh & Jewell, Jessica, llamado "The Three Perspectives on Energy Security: Intellectual History, Disciplinary Roots and the Potential for Integration". Este trabajo ha sido muy utilizado en diversas investigaciones en materia de seguridad energética, debido a que brinda una herramienta analítica muy efectiva. A partir de esta corriente analítica, se realizó una aplicación empírica sobre el mercado argentino de biodiesel con el objetivo de identificar los riesgos y fortalezas en materia de seguridad energética.

Como aplicación empírica, se buscó identificar qué factores puntuales provocaron la caída del nivel de producción nacional del biodiesel. La información recopilada fue evaluada desde el análisis de la seguridad energética, con el propósito de determinar si los factores que ocasionaron la pérdida de producción han podido ser resueltos o aún constituyen un riesgo.

A partir del caso de estudio se concluyó que existen fragilidades en el complejo exportador del biodiesel. Haciendo un análisis desde la seguridad energética, se encontró una vulnerabilidad alta dada por la concentración de los mercados de exportación. Ante un evento externo negativo, la industria no mostró capacidad de adaptarse, lo que derivó en una caída de la producción y en la primarización de las exportaciones.

Por último, se presentaron las conclusiones y se realizaron propuestas de políticas económicas de acuerdo con los resultados obtenidos en la presente tesis.

II. Objetivos

El objetivo general de la tesis es aportar mayor conocimiento del mercado argentino de biodiesel y de sus sistemas productivos, identificando las fortalezas y vulnerabilidades que posee la industrial actualmente.

Los objetivos específicos que se proponen para desarrollar el tema de investigación son los siguientes:

a) Identificar los factores que impulsan o condicionan la producción de biodiesel, tanto en el contexto internacional como en el ámbito nacional.

b) Identificar las oportunidades de expansión en el futuro, a nivel nacional e internacional.

c) Comprender la relación entre la calidad de biodiesel y los eslabones productivos.

d) Identificar fortalezas y debilidades de la industria del biodiesel, a partir de un análisis desde la seguridad energética.

e) Exponer un caso de estudio para contrastar empíricamente los resultados obtenidos en la investigación.

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Conceptos básicos

El biodiesel es un biocombustible líquido, que puede ser usado en motores Diesel, solo o mezclado con gasoil. Está formado por ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales y grasas animales (1). Este combustible alternativo al diesel fósil cobró relevancia en los últimos quince años. Su importancia no solo radica en su aporte al PBI por los altos niveles de producción, sino que además tiene estrecha relación con la política energética nacional, el complejo agroindustrial, el comercio internacional y el desarrollo industrial. Es uno de los principales productos energéticos de exportación en nuestro país, posicionando a la Argentina como una potencia productora de biodiesel a nivel mundial (2). El contexto internacional es propicio para su desarrollo ya que contribuye a la sustitución de combustibles fósiles (diesel de petróleo) y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido es adecuado considerar al biocombustible como un recurso estratégico. Su rol en la economía no es solo la venta de un bien para obtener divisas, sino que debe ser parte de la política energética nacional por su relevancia relativa en los mercados internacionales.

El recurso primario (aceite vegetal) es abundante en nuestro país. El biodiesel es el producto con mayor valor agregado del principal polo exportador del país (el complejo agroindustrial oleaginoso) y aún es pequeño el porcentaje del recurso primario destinado a esta actividad, por lo que aún tiene potencial de crecimiento (3).

Los biocombustibles son al mismo tiempo un bien energético y un bien agroindustrial. Además, tanto el sector energético como el agropecuario son estratégicos en la política nacional. Por ello los biocombustibles tienen un doble valor estratégico. Por un lado, como bienes energéticos, contribuyen a la diversificación de la matriz energética y reducen la dependencia del combustible fósil importado. Además, como bienes agropecuarios, aumentan el valor agregado de los productos de exportación y contribuyen al desarrollo agroindustrial.

Pero para que todo esto se materialice y se sostenga en el tiempo, es necesario resguardar a la actividad de los riesgos internos y externos al igual que cualquier otra industria energética.

Si los biocombustibles son un recurso estratégico, deben ser incluidos en las políticas nacionales de seguridad energética y se deben analizar en profundidad, los riesgos y las vulnerabilidades existentes en el sistema productivo, así como también, los

riesgos existentes en el comercio exterior, la dependencia de mercados de demanda extranjero, la seguridad de abastecimiento de insumos, etcétera. Es decir, cualquier cuestión que atañe a la producción o comercialización de un bien estratégico.

1.2 Marco teórico

Los primeros debates en torno a la seguridad energética han estado dentro del enfoque geopolítico. Posteriormente, surgieron nuevos problemas que ponían en vilo a la seguridad energética y no podían ser explicados desde la geopolítica. La nueva amenaza tenía que ver con el agotamiento de los recursos naturales y la solución no se encontraba en un análisis geopolítico sino en las ciencias naturales, la ingeniería y la economía. A su vez esta línea de análisis se centra en dos ideas principales: la primera es la existencia de límites globales, la segunda es la vulnerabilidad de los sistemas técnicos complejos (4).

Un tercer abordaje de la seguridad energética, que no siempre es correctamente analizado, tiene que ver con la estructura de mercado. Hay evidencias de que estructuras de mercado concentradas puede poner en riesgo el suministro de recursos o al menos interferir en los niveles de precios (5).

La seguridad energética puede comprenderse desde tres perspectivas (5): la perspectiva de soberanía y geopolítica; la perspectiva de robustez y perspectiva de resiliencia. Cada una de ellas tiene una base científica diferente, la primera se fundamenta en las ciencias políticas, la segunda en la ingeniería y en las ciencias naturales, y la tercera está enraizada en las ciencias económicas.

La cuestión principal desde la perspectiva de la geopolítica y de la soberanía es ¿quién controla los recursos energéticos y con qué medios?.

El estudio de la seguridad energética desde el punto de vista de la robustez se basa en las vulnerabilidades asociadas a los límites naturales de los recursos, y tiene en cuenta los riesgos relacionados a la complejidad tecnológica de los sistemas productivos.

El aumento del interés ambiental y la implementación de políticas a nivel mundial para controlar la contaminación evidencia los límites naturales de un sistema cerrado: la Tierra. En ese contexto surgió la idea de analizar el cambio climático y el calentamiento global como un asunto de seguridad energética por los riesgos que existen en torno a los sistemas de producción y transporte de energía.

Por ello, surge esta línea de análisis centrada en la vulnerabilidad de los sistemas energéticos técnicamente hablando. Si para la perspectiva geopolítica, la cuestión principal es ¿quién controla los recursos energéticos y con qué medios?; para la perspectiva de la robustez, el problema central es ¿qué tan vulnerables son los sistemas energéticos?. Con estos aportes, las ciencias naturales e ingenieriles complementan la

visión política de la seguridad energética, dado que la complejidad de los sistemas y los constantes cambios tecnológicos no están exentos de fallas.

Existen diferencias conceptuales entre “vulnerabilidad”, “dependencia” y “riesgo”. La **vulnerabilidad** energética de un país se puede definir como una situación en la que dicho país no es capaz de tomar decisiones de política energética de manera libre y soberana, o tomarlas, pero a un costo económico o político colectivamente insostenible. En cambio, el concepto de **dependencia** está relacionado con la incapacidad de una nación de acceder a los recursos. Por último, el **riesgo** puede ser definido como un evento que aún no ha ocurrido pero que podría ocurrir con cierta probabilidad (4). Estas cuestiones serán consideradas a la hora de analizar las características del mercado de biodiesel.

La tercera perspectiva de análisis sobre la seguridad energética tiene que ver con su relación con las estructuras industriales y con la defensa u oposición de la desregulación del mercado. Esta óptica analítica, basada en el enfoque económico, contrasta con el enfoque geopolítico que sostiene que la seguridad energética se debe garantizar mediante la política y si es necesario, el control militar sobre los recursos. El enfoque económico también es distinto al enfoque ingenieril, el cual utiliza métodos de planeamiento y prospectiva para garantizar la seguridad energética. Esta perspectiva nos permite evaluar cómo afecta la estructura de mercado de los biocombustibles a la seguridad energética.

Capítulo 2: COYUNTURA ECONÓMICA

2.1 El contexto internacional

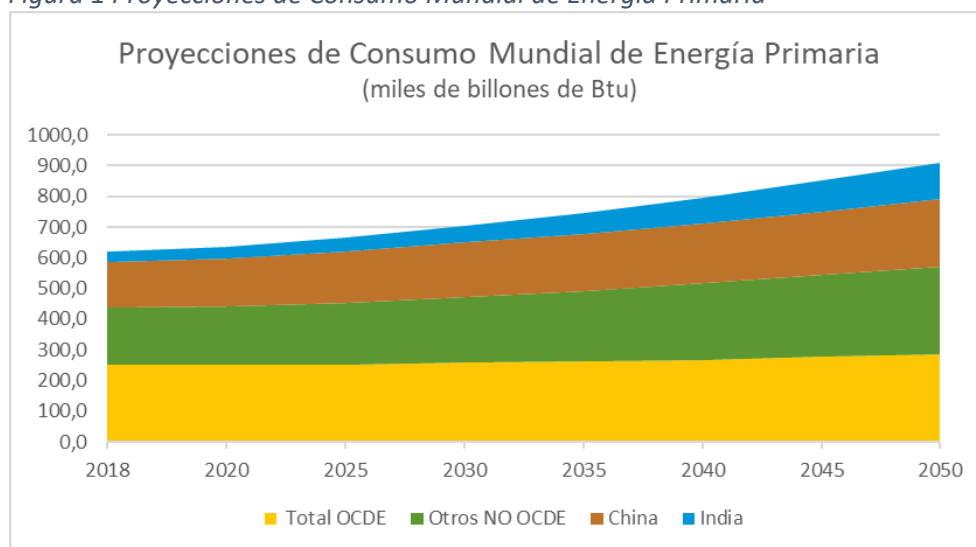
El contexto internaciones enfrenta dos grandes procesos desde las últimas décadas que están llevando a todas las naciones a una nueva arquitectura energética. Aunque estos procesos son exógenos para nuestro país, nos incumben. Al igual que el resto del mundo, nos encontramos en proceso de transición energética hacia más y nuevos recursos. Las políticas energéticas que sean tomadas por nuestro país deberían estar adaptadas a los lineamientos internacionales.

Estos procesos en el contexto internaciones son, por un lado, el aumento de la demanda energética de nuevas potencias económicas como China e India que se suman a las ya grandes demandas de los países desarrollados. Por otro lado, se consolidan los acuerdos internacionales sobre el cambio climático (6).

2.1.1 Las nuevas potencias económicas emergentes

El primero de los procesos que atraviesa el contexto internacional es la mayor demanda de las naciones emergentes. Según las proyecciones de consumo a nivel mundial de la EIA (Administración de Información Energética de EE.UU.), los mayores incrementos de consumo se esperan en países que no forman parte de la OCDE, en especial India y China (7). En la Figura 1 se muestran las proyecciones del consumo mundial de energía primaria hasta 2050 en países OCDE, no OCDE, y de China e India en particular.

Figura 1 Proyecciones de Consumo Mundial de Energía Primaria



Fuente: International Energy Outlook 2019. U.S. Energy Information Administration (7).

Tabla 1 Consumo de energía primaria por regiones (miles de billones de Btu)

Region / País	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Promedio
									Variación Anual
India	35,2	37,4	44,9	55,9	69,3	83,7	102,3	120,3	3,9
China	149,1	156,7	166,2	175,7	185,7	195,5	208,9	217,9	1,2
Otros NO OCDE	186,3	190,6	201,1	216,3	230,7	247,4	266,0	285,8	1,3
Total OCDE	249,4	250,3	252,8	257,2	261,4	268,2	276,5	286,8	0,4
MUNDO	620,0	635,0	664,9	705,2	747,2	794,9	853,7	910,7	1,2

Fuente: International Energy Outlook 2019. U.S. Energy Information Administration. (7)

La relevancia mundial de las principales naciones ha cambiado rápidamente en las últimas décadas. Como puede observarse en Tabla 1, China consume un cuarto de la energía del mundo. De hecho, es el principal consumidor mundial de energía, superando desde hace algunos años a Estados Unidos. Los países no desarrollados en conjunto consumen el 60% del total producido, y ese valor aumentaría al 70% hacia el año 2050, impulsado principalmente por el crecimiento esperado para la India.

Los dos principales factores que impulsan el aumento del consumo energético son el crecimiento económico y el crecimiento demográfico. Entre los años 1980 y 2018, los países desarrollados pasaron de concentrar el 78% del PBI mundial a tan solo 60% (Tabla 2). Un proceso similar ha ocurrido con el crecimiento demográfico. Durante ese mismo período, la población aumentó en 313 millones de personas en los países miembros de la OCDE, mientras que en el resto del mundo la población aumentó en 3.160 millones de personas (Tabla 2) (8)

Tabla 2 PBI y Población Mundial

Region	PIB (US\$ a precios actuales)			
	1980		2018	
Mundo	11.224.004.780.052,10	100%	85.910.601.849.095,80	100%
Miembros OCDE	8.807.087.732.938,79	78%	52.676.218.073.059,50	61%
No OCDE	2.416.917.047.113,30	22%	33.234.383.776.036,40	39%

Region	Población, total			
	1980		2018	
Mundo	4.434.021.975,00	100%	7.594.270.356,00	100%
Miembros OCDE	989.638.618,00	22%	1.303.529.456,00	17%
No OCDE	3.444.383.357,00	78%	6.290.740.900,00	83%

Fuente: Banco Mundial. datos.bancomundial.org (8)

El crecimiento mostrado por los países emergentes estuvo acompañado por un aumento de demanda de energía, la cual fue abastecida principalmente por combustibles fósiles (combustibles líquidos derivados del petróleo, gas natural y carbón). De este modo, los países emergentes fueron ganando relevancia en la economía mundial.

El aumento de la demanda de energía presiona al aumento de precios de los hidrocarburos. Por el lado de la oferta, comienza a generalizarse en el mundo el agotamiento de yacimientos tradicionales de bajo costo de extracción, a lo que se le debe sumar que no han habido avances significativos en cuanto a aumento de producción e incorporación de nuevas reservas. Si bien se han descubierto importantes reservas de petróleo y gas no convencional, su explotación trae dificultades asociadas. Todo conduce a suponer que en los años venideros podrían existir períodos con altos niveles de precios de los hidrocarburos.

2.1.2 Convenciones internacionales sobre el cambio climático

El segundo proceso que influye significativamente en la nueva arquitectura energética internacional tiene que ver con los avances en materia del cambio climático. A partir de la Convención Marco de Naciones Unidas para Combatir el Cambio Climático (UNFCCC), firmada en 1992 (9), la cuestión climática fue ganando adeptos en las diferentes naciones y llevó a la mayoría de ellas a adoptar políticas energéticas amigables con el medio ambiente. La mayoría de las naciones (incluyendo nuestro país) fueron tomando medidas regulatorias y se fueron consolidando algunos instrumentos de mercado como los bonos de carbono y otros instrumentos financieros que permitieron el despeje de numerosos proyectos energéticos tendientes a la mitigación del cambio climático (10).

Los cambios regulatorios adoptados para combatir el cambio climático pueden tener efectos sobre los precios internacionales de los recursos energéticos; pueden limitar o aumentar los recursos financieros; y pueden acelerar el desarrollo tecnológico.

En el caso de América Latina en su conjunto, la región se encuentra dentro del grupo de países con poco peso relativo en las emisiones de CO₂ asociadas al sector energético. Por tanto, dicha región no podrá jugar un papel determinante en la reducción de CO₂.

El primer paso importante en esta cuestión fue dado en 1992 por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y posteriormente, en el año 1998, por el Protocolo de Kyoto (11). En la misma línea se publicó en el año 2014 la Quinta Revisión del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (12), aprobada por la Convención UNFCCC. Las continuas revisiones publicadas por el IPCC dan cuenta de la consolidación de las políticas a largo plazo (13). En la Tabla 3 se mencionan los principales informes emitidos por el IPCC.

Tabla 3 Informes de evaluación del IPCC

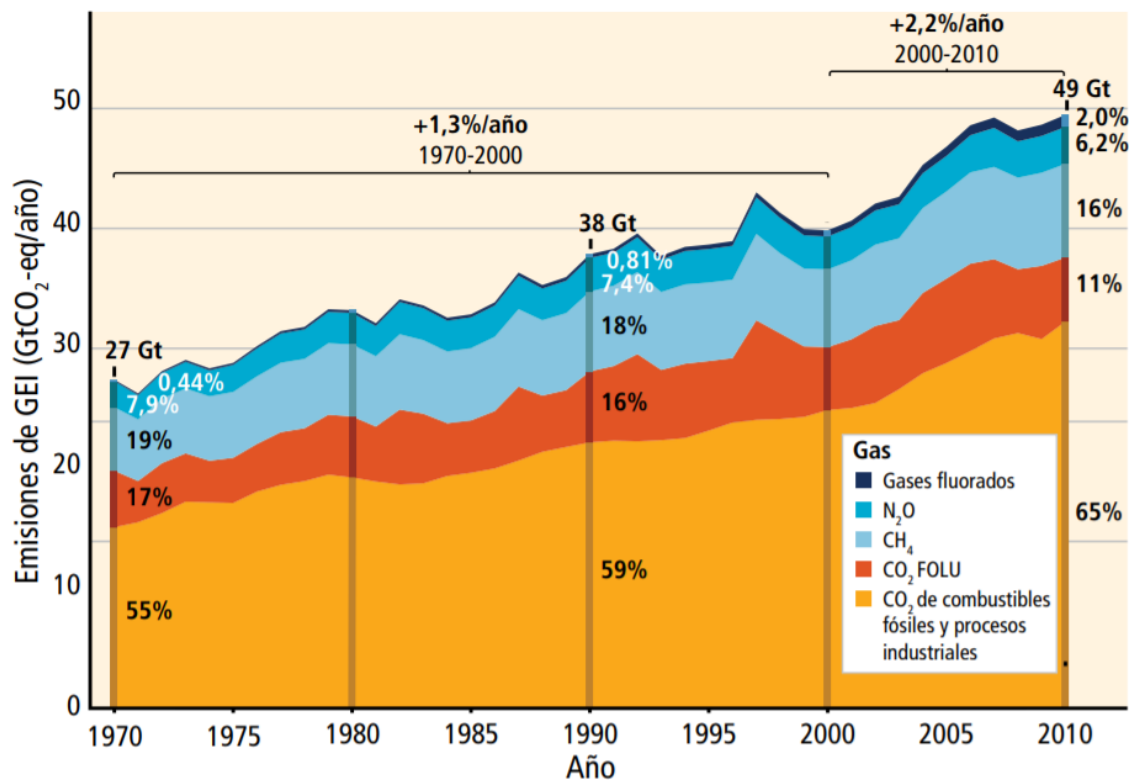
Fecha de publicación	Reporte
Octubre 1990	FAR Climate Change
Octubre 1995	SAR Climate Change 1995
Octubre 2001	TAR Climate Change 2001
Septiembre 2007	AR4 Climate Change 2007
Octubre 2014	AR5 Climate Change 2014

Fuente: IPCC www.ipcc.ch/reports (13)

Al hablar de cambio climático en término amplio, se suele referir a aquellos cambios observados provocados por la acción humana. Las causas del cambio climático están asociadas a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero. Estas emisiones han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico, y en la actualidad son mayores que nunca. Como consecuencia, se han alcanzado concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, sin antecedentes en por lo menos los últimos 800.000 años (14).

En la Figura 2, se comparan las diferentes emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero (GEI) expresados en gigatonelada de CO₂ equivalente al año (GtCO₂-eq/año) desde 1970 al 2010. En la figura mencionada, CO₂ corresponde a los gases emitidos en la quema de combustibles fósiles y procesos industriales; CO₂ FOLU son los gases procedentes de la silvicultura y otros usos del suelo; CH₄ son las emisiones de metano; N₂O son las emisiones de óxido nitroso; y, gases fluorados son las emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Figura 2 Emisiones antropógenas anuales de GEI



Fuente: IPCC Informe de Evaluación N° 5 (14)

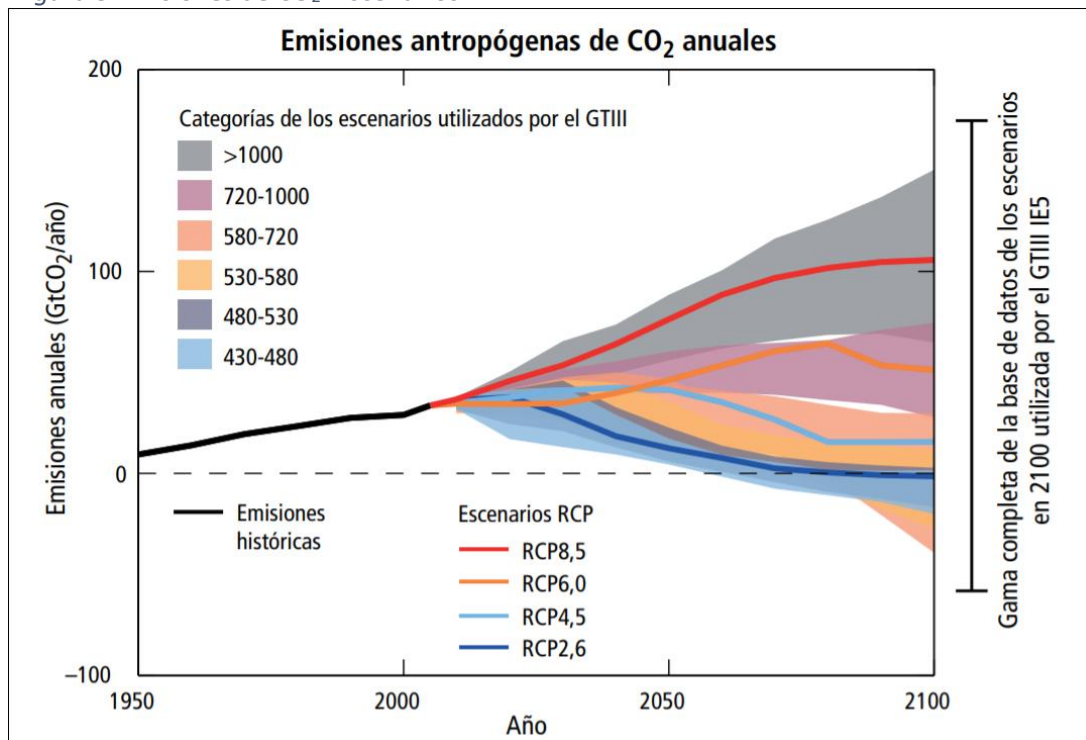
La tendencia de las emisiones en función del tiempo es evidente, y entre los impactos futuros que causará la emisión continua de GEIs se incluyen un mayor calentamiento del planeta y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático, lo que hará que aumente la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles para las personas y los ecosistemas. Para contener el cambio climático sería necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de GEIs (14).

La Unión Europea fue la primera en establecer una meta al calentamiento global. El objetivo es evitar que la temperatura media global no sobrepase el rango de 2,0 °C a 2,4 °C. Según expertos, un aumento de 2 °C de la temperatura media global podría provocar catástrofes climáticas. Alcanzar esta meta requiere estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en el rango de 430-480 partes por millón (ppm) de CO₂ equivalente (CO₂e) (12).

Las estimaciones futuras de los niveles de emisiones de GEIs dependen de múltiples factores, como el crecimiento demográfico, los niveles de actividad, estilos de vida, la tecnología disponible, entre otros factores. El IPCC ha analizado cuatro escenarios posibles (Figura 3): un escenario de mitigación estricta (RCP2,6) dos escenarios intermedios (RCP4,5 y RCP6,0), y un escenario con un nivel muy alto de

emisiones de GEI (RCP8,5). En caso de no tomar ningún tipo de medidas de mitigación y continuar con los actuales niveles de emisiones, dará lugar a una trayectoria ubicada entre RCP8,5 y RCP6,0 (12).

Figura 3 Emisiones de CO₂. Escenarios

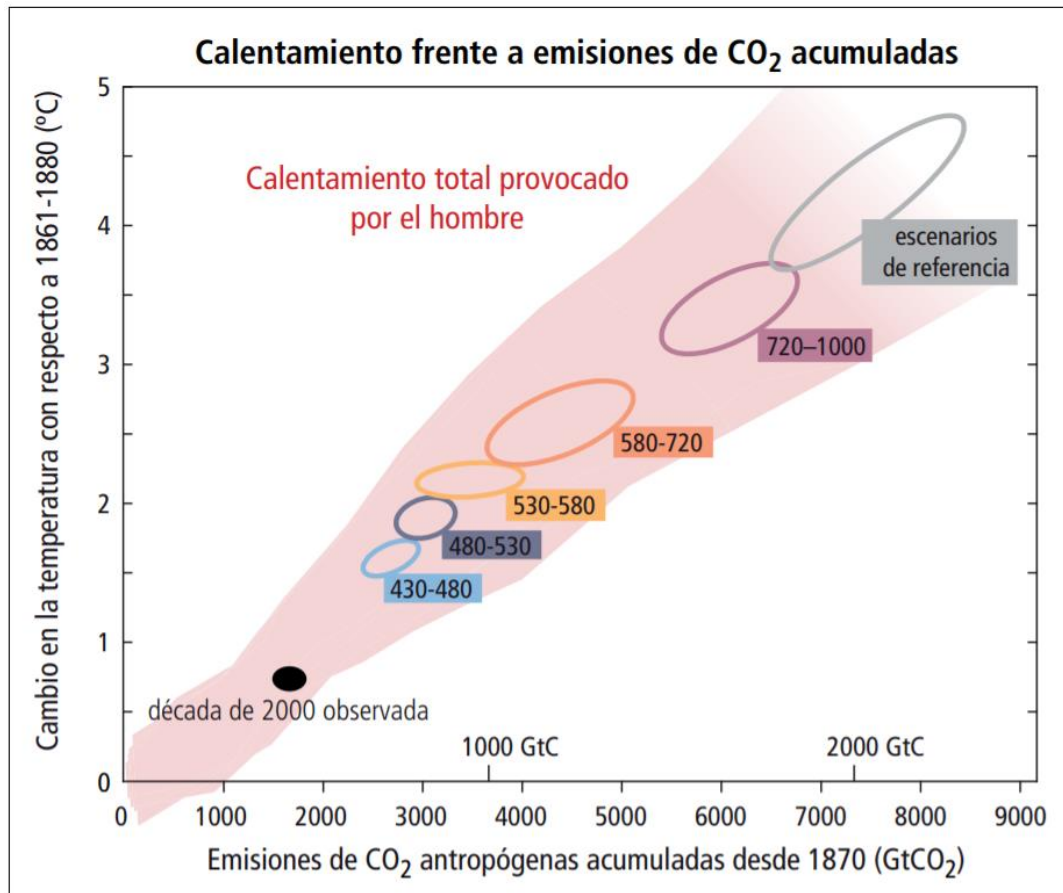


Fuente: IPCC AR5 Synthesis Report - Climate Change 2014 (12)

Es posible estimar cuáles serán los aumentos de temperatura media global en superficie relacionadas a cada escenario. El escenario de mitigación estricta (RCP2,6 en la Figura 3) representa un escenario donde sería probable mantener el calentamiento global a menos de 2 °C por encima de las temperaturas existentes en épocas preindustriales.

En la Figura 4 se representan los posibles efectos sobre la temperatura en función de diferentes niveles de emisiones de GEIs. Las elipses muestran el calentamiento antropógeno total en el año 2100 frente a las emisiones acumuladas de CO₂ de 1870 a 2100 para las categorías de escenarios utilizadas por el IPCC. La elipse negra muestra las emisiones observadas hasta 2005 y las temperaturas observadas en la década de 2000-2009 (12).

Figura 4 Emisiones de CO₂ y variaciones de temperatura



Fuente: IPCC AR5 Synthesis Report - Climate Change 2014 (12)

Para lograr alcanzar una trayectoria de estabilización (RCP2,6 de la Figura 3) y reducir las consecuencias del calentamiento global, indudablemente se deben disminuir las emisiones en lo inmediato. Mientras más tiempo se demore en tomar las medidas de mitigación mayor será la brecha entre la trayectoria actual y la trayectoria de estabilización (430–480 ppm CO₂e). Mientras más se demore la convergencia de ambas trayectorias, mayores serán los costos económicos para lograr la estabilización dentro del rango 430–480 ppm CO₂e, pudiendo incluso perder la oportunidad histórica de hacerlo. Para el año 2030 las emisiones globales deberían haber alcanzado su máximo y para el año 2050 las emisiones globales deberían haberse reducido a menos de la mitad de su nivel actual. Estos objetivos representan un esfuerzo enorme para los países industrializados que son los principales emisores de CO₂. Para alcanzar la trayectoria de estabilización se requiere reducir entre un 60% y un 80% las actuales emisiones de CO₂ de los países industrializados en conjunto. Los nuevos grandes emisores de gases de efecto invernadero, China e India principalmente, requieren esfuerzos similares teniendo en cuenta que se espera que en los próximos años sobrepasen a las naciones industrializadas (OECD) (12).

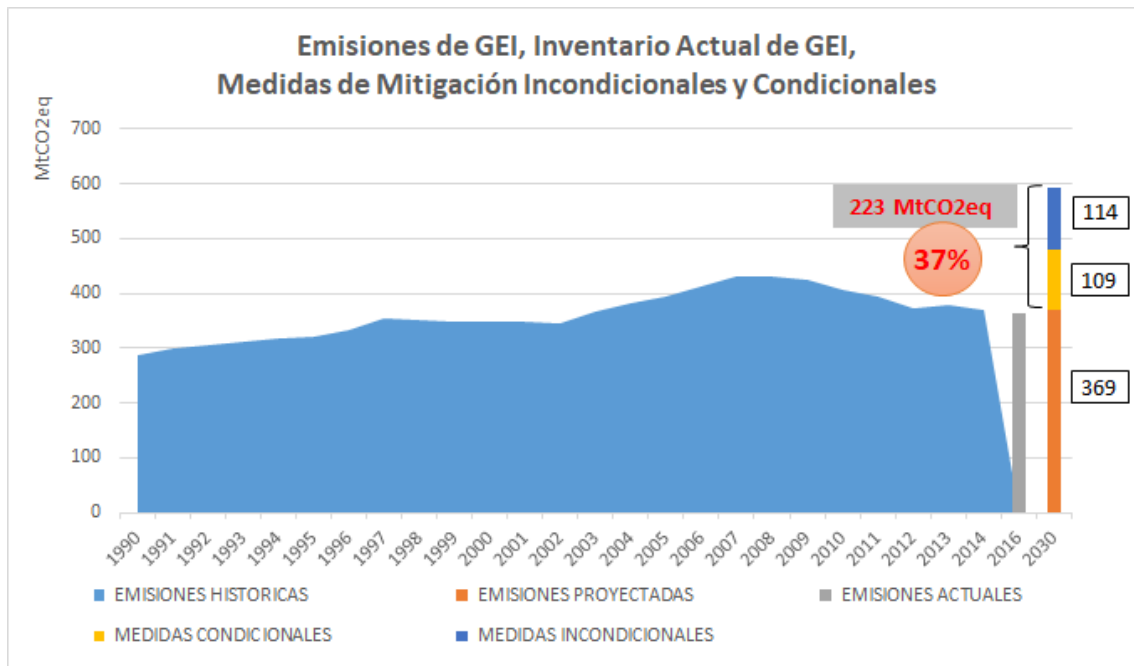
2.1.3 Compromisos de la República Argentina con el cambio climático

La República Argentina ha ratificado con fuerza de Ley todos los acuerdos internacionales en esta materia. Mediante Ley N° 24.295 de 1994 (15), nuestro país se comprometió a acompañar las resoluciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). Posteriormente, ratificó el Protocolo de Kioto, mediante Ley N° 25.438 de 2001 (16), iniciando el compromiso de adoptar medidas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).

Recientemente, Argentina aprobó por medio de la Ley N° 27.270 de 2016 (17) el Acuerdo de París, el cual exige medidas de carácter vinculante orientadas al monitoreo y a la reducción de GEI. Dentro de ese marco se presentó, en octubre de 2015, la Contribución Determinada a Nivel Naciones (NDC) y una revisión de metas en noviembre de 2016 con objetivos más ambiciosos. En ese informe se comunica que la Argentina se compromete en forma incondicional a no exceder la emisión neta de 483 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq) en el año 2030 (18). El objetivo es muy ambicioso en términos relativos a otros países y podrá lograrse mediante diferentes políticas implementadas en diversos sectores de la economía, como ser, energía, agricultura, bosques, transporte, industria y residuos (NDC 2016) (18). Adicionalmente, se calcularon medidas condicionales que podrían reducir aún más el nivel de emisiones, llevándolo a los 369 millones de tCO₂eq. Si bien estas medidas no forman parte de la contribución obligatoria, permiten iniciar diálogo con la comunidad internacional para que sean incluidas en las próximas revisiones bajo ciertas condiciones. Si a partir de la cooperación internacional se superaran estas condiciones, se aceleraría el proceso de reducción de emisiones de GEI. Los aspectos más sensibles son: el acceso al financiamiento internacional; el apoyo a la transferencia tecnológica; y el apoyo al desarrollo de capacidades humanas e institucionales.

En la Figura 5 se representan los niveles de emisiones de GEIs desde el año 1990 al año 2016 (no se encontraron registros posteriores) y las metas de mitigación comprometidas por la República Argentina. Puede observarse que hacia el año 2030 se busca mantener los niveles de emisiones del 2016. Mediante ambas metas (las condicionales y las incondicionales), se lograrían reducir hacia el año 2030, cerca 223 millones tCO₂eq respecto al escenario de base, lo cual equivale a un 37% de las emisiones proyectadas en caso de no aplicar ninguna política de mitigación (18).

Figura 5 Emisiones de GEI, Argentina



Elaboración propia. Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Primera Revisión de Contribución Determinada a Nivel Nacional (19).

Las metas nacionales se presentaron como una contribución justa y ambiciosa. En primer lugar, la participación argentina en el total de las emisiones globales de GEIs es de un 0,7%, mientras que la contribución incondicional de mitigación (109 millones de tCO₂eq) alcanza el 2,8% del total de las reducciones incondicionales propuestas por los países miembros de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), las cuales pretenden mitigar al menos 3900 millones de tCO₂eq (Fuente: NDC 2016) (18).

Por otro lado, las medidas resultan suficientes para alcanzar la meta del incremento de la temperatura por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales. Esto demuestra que las medidas propuestas por Argentina son razonables y representan un esfuerzo de proporción adecuada para alcanzar los objetivos climáticos globales.

2.1.4 La seguridad energética en relación con el cambio climático. Oportunidad para la Argentina como productor de biocombustibles

La cuestión de la seguridad energética se abordará con más detalle en una de las secciones siguientes; por el momento basta con una breve conceptualización. La seguridad energética y el cambio climático son problemas diferentes y, en consecuencias, tienen metas diferentes. El objetivo de la seguridad energética (a grandes rasgos) es garantizar que los recursos energéticos estén disponibles cuando se necesiten, tener la capacidad de responder a factores externos de modo de asegurar la continuidad del suministro. En cambio, el objetivo del cambio climático es evitar que en el futuro se siga elevando la temperatura media del planeta y que ello desate una cadena de desastres ambientales y económicos. En esto se puede observar la diferencia temporal que presenta cada una de las cuestiones. La seguridad energética es un problema de hoy, debe abordarse con celeridad o, de lo contrario, el impacto socioeconómico se verá de inmediato. Sin embargo, el cambio climático tiene efectos en el largo plazo, tendremos que esperar varias décadas para conocer los resultados (MINEM – CEARE UBA 2016) (42).

Por otro lado, los países tienen que asumir responsabilidades diferentes en ambas temáticas. La seguridad energética es inherente a cada Estado en particular. Un país puede reducir su consumo de hidrocarburos para mejorar su eficiencia o reducir su dependencia externa y, al mismo tiempo, en otra parte del planeta otra Nación aumenta su importación de petróleo y gas para abastecer su creciente demanda. En cambio, la responsabilidad del cambio climático reside en todos los países en conjunto. Básicamente, las emisiones de GEI en cualquier punto del planeta afectan por igual al calentamiento global.

Seguridad energética y eficiencia energética no siempre se consiguen al mismo tiempo. En un contexto de altos costos de los hidrocarburos o de dependencia externa de recursos energéticos, muchas veces los gobiernos dan mayor prioridad política a la seguridad energética, antes que a la eficiencia energética. Argentina, por ejemplo, a pesar de tener un enorme potencial de recursos renovables, aún continúa con altísima dependencia de hidrocarburos. Esto se debe a que históricamente se ha optado por satisfacer la demanda de energía mediante recursos y tecnologías conocidas y de rápida incorporación, en lugar de realizar una planificación a largo plazo orientada a una matriz energética más eficiente y diversificada.

Sin embargo, la sostenibilidad en el tiempo de altos precios de hidrocarburos, puede ser una oportunidad para la diversificación de la matriz energética aumentando la participación de los recursos renovables y así lograr armonizar ambos aspectos (la

seguridad y la eficiencia). Una matriz más diversificada reduce los impactos en las variaciones de precios internacionales de los hidrocarburos y al mismo tiempo contribuye a los objetivos de mitigar el cambio climático.

Surge así la posibilidad de diseñar políticas comunes para ambos problemas. Es posible incrementar la seguridad energética y mitigar el cambio climático al mismo tiempo. Las políticas deberían orientarse a la búsqueda de combustibles sustitutos viables y rentables, que permitan reducir el consumo de hidrocarburos fósiles y minimizar la volatilidad de precios.

Las políticas públicas deberían ir en esa dirección. Atender tanto la seguridad como la eficiencia y buscar la sostenibilidad en el largo plazo de los recursos y los sistemas productivos que lo permiten. Fomentar el desarrollo tecnológico y la competencia de mercado. Siguiendo esta línea de políticas, surgen oportunidades para nuestro país que permiten responder al mismo tiempo a los objetivos internacionales y a la política energética nacional. La oportunidad está en el desarrollo de fuentes de energía renovables donde existan claras ventajas comparativas (por ejemplo, hidroeléctrica y eólica en Patagonia, bioetanol de caña de azúcar en el norte, bioetanol de maíz en el centro, biodiesel de soja en el corazón agropecuario, biogás en todo el país, solar en Cuyo y NOA). De esta manera se logra complementar lo que parecía opuesto en otros momentos: eficiencia energética, seguridad energética y diversificación de matriz energética.

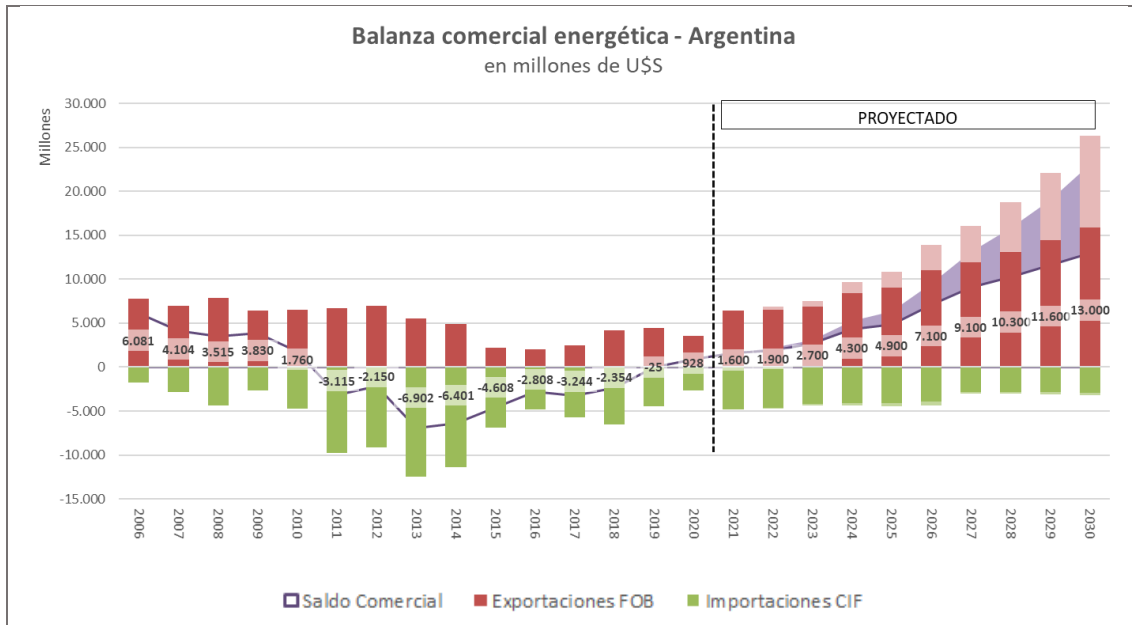
2.2 El contexto nacional

2.2.1 Situación energética argentina

En el año 2020, la balanza comercial energética fue superavitaria, aún no se puede hablar enteramente de autoabastecimiento dado que el país continúa con importaciones de combustibles y de hidrocarburos en forma estacionaria, pero resulta un importante avance. Las proyecciones estimadas por la Secretaría de Energía de la Nación - Escenarios Energéticos 2030 (20) - confirman que a partir del año en curso (2021) Argentina mantendrá una balanza comercial superavitaria en el conjunto de los bienes energéticos. Proyectando para el año 2030 un superávit estimado entre U\$13.000 y U\$23.000 millones. La Figura 6 muestra la evolución del saldo comercial desde el año 2006. Pueden observarse dos períodos bien definidos: hasta el año 2013 el saldo comercial fue cada vez más negativo debido a una caída continua en la producción de hidrocarburos y por lo tanto una caída en los saldos exportables. Tal situación tiene un

punto de inflexión en el año 2013 cuando comienza un período de crecimiento que se prevé que continúe en las próximas décadas.

Figura 6 Balanza comercial energética argentina



Elaboración Propia. Fuente histórica: INDEC (21). Fuente proyectada: Escenarios Energéticos 2030 (20).

El saldo negativo de la balanza comercial comienza en el año 2011 y se mantiene deficitario hasta el año 2019. Según el mismo estudio (20), se proyecta un superávit comercial para el año 2030 que se ubicaría entre los 710 y los 970 kboe/d (miles de barriles equivalentes de petróleo por día), según los escenarios de precios considerados, lo que representa, el superávit estimado entre U\$S13.000 y U\$S23.000 millones mencionado anteriormente.

Las necesidades de gas natural importado continuarán en los próximos años (en los meses de invierno) con una tendencia decreciente hasta el año 2024 cuando se estima que se revierta el saldo (20).

Según el mismo estudio la principal exportación de energía estará dada por el petróleo crudo, que aportará entre el 60% y el 80% de los volúmenes comercializados. El fuerte aumento de la producción de petróleo sobrepasará la demanda interna, que se mantendrá estable, permitiendo exportar los saldos excedentes de producción. Asimismo, en caso de presentarse un escenario internacional de precios altos para los próximos años, la exportación de crudo podría duplicarse respecto de un escenario de precios medios, considerando el doble efecto dado por altos precios y alta producción.

En la Tabla 4 se presentan los saldos de la balanza comercial energética de la República Argentina, y se observa que fueron necesarios 10 años de esfuerzo para recuperar los niveles de producción que permitieran la capacidad exportadora que se había perdido. Fueron varias las causas que provocaron el déficit energético, entre las que se pueden mencionar las fallas en la regulación de precios del mercado que derivó en problemas de inversiones en el sector, tanto en la producción y refinación como en la exploración.

Tabla 4 Balanza comercial energética argentina

BALANZA COMERCIAL ENERGÉTICA ARGENTINA (Millones de U\$D)			
Año	Exportaciones FOB	Importaciones CIF	Saldo Comercial
2000	4.901,88	1.034,85	3.867,04
2001	4.724,95	841,23	3.883,72
2002	4.638,84	482,22	4.156,61
2003	5.416,77	549,81	4.866,97
2004	6.181,03	1.003,32	5.177,71
2005	7.150,06	1.545,39	5.604,67
2006	7.812,99	1.732,15	6.080,84
2007	6.948,88	2.844,59	4.104,29
2008	7.847,76	4.333,26	3.514,50
2009	6.456,61	2.626,19	3.830,41
2010	6.525,16	4.765,22	1.759,94
2011	6.681,68	9.796,20	-3.114,52
2012	6.978,02	9.128,34	-2.150,32
2013	5.561,57	12.464,06	-6.902,49
2014	4.942,60	11.343,25	-6.400,64
2015	2.245,62	6.854,06	-4.608,43
2016	2.048,04	4.855,66	-2.807,62
2017	2.478,48	5.722,70	-3.244,23
2018	4.201,21	6.555,49	-2.354,28
2019	4.421,56	4.446,21	-24,65
2020	3.568,00	2.640,00	928,00

Elaboración Propia. Fuente histórica: INDEC (21).

Otro factor importante que afectó la balanza comercial fue el aumento de la demanda de combustibles impulsado por las generadoras termoeléctricas y por el aumento del parque automotor.

2.2.2 Evolución del parque automotor

El parque automotor argentino experimentó un crecimiento notable en el decenio 2006 – 2016. Durante ese período se duplicó la cantidad de vehículos en circulación, pasando de 7 millones a 14 millones (22). La Tabla 5 muestra la evolución del parque automotor nacional.

Tabla 5 Evolución el parque automotor

Año	Automóviles	Vehículos utilitarios livianos	Vehículos de carga	Ómnibus	Total
2006	5.325.231	1.370.312	417.042	62.785	7.175.370
2007	5.745.200	1.488.040	440.708	64.954	7.738.902
2008	6.270.915	1.623.612	495.997	69.248	8.459.772
2009	6.706.100	1.681.549	498.957	68.267	8.954.873
2010	7.604.921	1.891.846	546.164	73.087	10.116.018
2011	8.269.443	2.040.269	573.481	75.891	10.959.084
2012	8.682.726	2.122.901	593.476	77.445	11.476.548
2013	9.451.329	2.293.172	625.276	87.087	12.456.864
2014	10.143.583	2.495.304	654.215	82.885	13.375.987
2015	10.413.343	2.571.451	667.221	84.211	13.736.226
2016	10.711.696	2.657.562	680.284	85.023	14.134.565
2017	10.689.885	2.654.647	679.605	84.767	14.108.904
2018	10.668.228	2.652.396	679.216	84.486	14.084.326
2019	10.632.480	2.648.051	678.380	84.125	14.043.036

Fuente: Elaboración Propia con dato de ADEFA (22).

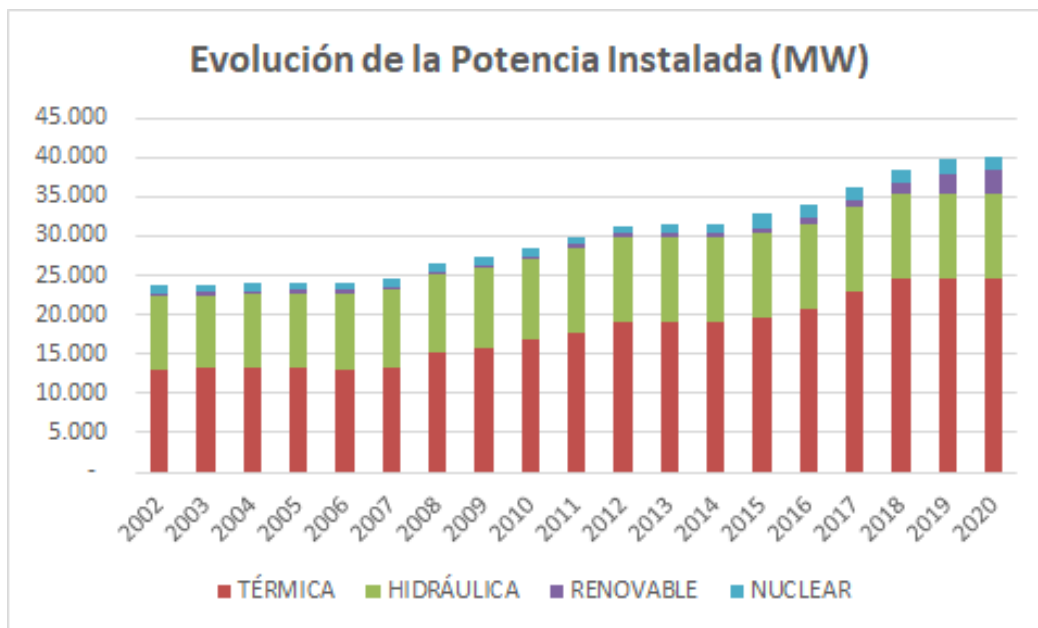
2.2.3 Combustible para generación termoeléctrica

Otro factor que afectó la balanza comercial en la última década fue que casi la totalidad del aumento del consumo de energía eléctrica fue abastecido con la incorporación de nuevas centrales termoeléctricas.

En la Figura 7 puede observarse cómo ha evolucionado la capacidad instalada de energía eléctrica en función del tiempo. Durante la última década ha habido aumentos significativos de capacidad instalada, cuyo mayor aporte lo han efectuado las centrales termoeléctricas; y en los últimos años, ha habido un considerable aumento de las energías renovables como resultado del ingreso de plantas solares y eólicas. Entre los años 2010 y 2020 la capacidad instalada aumentó 11.600 MW, lo que equivale a un 38% de la potencia

instalada en el año 2010. De esa nueva capacidad, el 66% fue por incorporación de centrales termoeléctricas. Cabe destacar que esta tendencia ha cambiado en los últimos años, visto que el principal aporte fue por las energías renovables. En el mismo período (2010-2020) entraron al sistema 2.500 MW de energía renovable, principalmente por parques eólicos y plantas fotovoltaicas.

Figura 7 Evolución de la potencia instalada



Elaboración propia con datos de CAMMESA (23).

El principal combustible utilizado en la generación térmica es el gas natural. Según el informe anual de CAMMESA de 2018 (23), el gas natural tiene una participación del 90,1% sobre el total de la generación térmica, seguido por el gasoil 4,5%, el fueloil 3,3% y el carbón mineral 2,1% (Tabla 6 y Tabla 7). Sin embargo, los porcentajes de participación de cada combustible cambian debido a las variaciones estacionarias de consumo. Durante los meses de mayor consumo de gas natural domiciliario (junio, julio y agosto) aumenta el uso de fueloil y gasoil, lo que afecta los costos medios de generación (Tabla 7).

Una proporción de estos combustibles se importa, lo cual impacta en la balanza de pagos nacional y en la disponibilidad de divisas. La diversificación de la matriz de generación eléctrica con mayor uso de fuentes renovables contribuye a reducir la dependencia externa de combustibles. En este sentido, los biocombustibles son una alternativa a considerar dado que tienen la posibilidad de sustituir el combustible importado.

Tabla 6 Consumo anual de combustibles

AÑO	CARBÓN MINERAL (tn)	FUELOIL (tn)	GAS NATURAL (dam3)	GASOIL (tn)
2017	653.617,28	1.285.818,05	17.116.947,61	1.396.699,19
2018	657.316,51	565.172,88	18.040.042,93	874.103,01
2019	221.842,12	185.586,13	17.211.110,92	403.394,89

Elaboración propia. Fuente: Cammesa (24).

Tabla 7 Participación por tipo de combustible (Gas Natural Equivalente)

Combustible	Fuel oil	Gas oil	Gas Natural	Carbon Mineral
ENE	2.0%	2.1%	92.9%	3.0%
FEB	4.6%	2.1%	90.7%	2.6%
MAR	1.1%	1.2%	94.3%	3.4%
ABR	0.3%	1.3%	97.1%	1.2%
MAY	0.6%	0.9%	97.1%	1.3%
JUN	12.3%	19.7%	64.6%	3.5%
JUL	10.3%	15.4%	70.8%	3.5%
AGO	4.3%	2.2%	90.1%	3.4%
SEP	0.0%	0.8%	98.4%	0.8%
OCT	0.0%	0.6%	98.6%	0.7%
NOV	0.0%	0.9%	99.1%	0.0%
DIC	0.0%	1.4%	98.6%	0.0%
TOTAL	3.3%	4.5%	90.1%	2.1%

Elaboración propia. Fuente: Informe anual 2018 Cammesa (23).

Con el objetivo de diversificar la matriz energética, se promulgó la Ley N° 26.190 del año 2006. El objetivo de dicha ley es lograr una contribución de las fuentes de energía renovables del 8% del consumo de energía eléctrica nacional. A fines del año 2019, no se había alcanzado dicho objetivo; la contribución de las energías renovables ese año fue de tan solo 5,8% (25).

A modo de conclusión se puede decir que los últimos 10 años fueron una década de transición en materia energética. Continuamos con una matriz fuertemente intensiva en hidrocarburos, en especial de gas natural, pero “despegaron” en los últimos años las fuentes renovables y se espera que continúe esta tendencia. Por otro lado, los niveles de

producción de hidrocarburos y sus derivados no alcanzaron a satisfacer la demanda y por lo tanto fue necesario recurrir a la importación, situación que se ha revertido recientemente.

2.2.4 Gasoil y biodiesel

El gasoil es una de las principales importaciones (21) de nuestro país. A modo de ejemplo, solo en el año 2019, las importaciones de gasoil representaron más del 40% de las importaciones totales (1.947 millones de U\$S sobre un total de 4.446 millones de U\$S).

Como se observa en la Tabla 8, entre los años 2010 y 2019 se importaron más de 30.803 millones de Kg de gasoil, lo que equivale a un 30% del total producido anualmente. Estas importaciones generaron pagos al exterior por más de 23.822 millones de dólares estadounidenses (21). **Durante el mismo periodo se destinaron 6 millones de toneladas de biodiesel para corte de gasoil del mercado interno. Considerando un precio del gasoil importado al año 2019 de U\$S 0,74 por kg (promedio anual), generó un ahorro de divisas de unos 4.970 millones de dólares estadounidenses entre los años 2010 y 2019 (Tabla 8).**

Tabla 8 Importación y producción de gasoil y biodiesel

Año	IMPORTACIONES DE GAS OIL		GAS OIL Subproducto Procesado de Petroleo (tn)	BIO DIESEL Procesado para corte (tn)
	Peso neto (Kg)	Monto CIF en u\$S		
2010	1.913.939.189,00	1.224.300.609,88	10.266.929,82	160.051,51
2011	2.675.497.055,00	1.831.420.925,83	10.245.986,66	234.050,51
2012	2.962.460.578,78	1.504.870.517,14	10.153.287,18	239.321,10
2013	3.474.163.820,00	1.542.899.950,00	9.893.615,10	554.464,42
2014	3.253.754.693,00	1.887.359.899,00	9.735.791,20	573.748,17
2015	3.206.629.987,00	3.066.066.564,00	10.309.632,11	904.175,48
2016	4.084.802.461,00	3.978.383.137,00	10.112.756,64	860.576,29
2017	2.714.622.355,00	2.835.419.919,00	10.137.625,37	1.104.932,63
2018	3.909.342.177,00	4.004.389.283,00	9.772.633,67	974.733,47
2019	2.608.118.274,00	1.947.229.230,00	9.820.870,43	1.051.017,65
TOTAL	30.803.330.589,78	23.822.340.034,85	100.449.128,19	6.657.071,24

Elaboración propia. Fuente INDEC (21).

El potencial es aún mayor por la disponibilidad de recursos primarios (soja), y por la capacidad instalada ociosa de plantas de biodiesel. La capacidad instalada de biodiesel

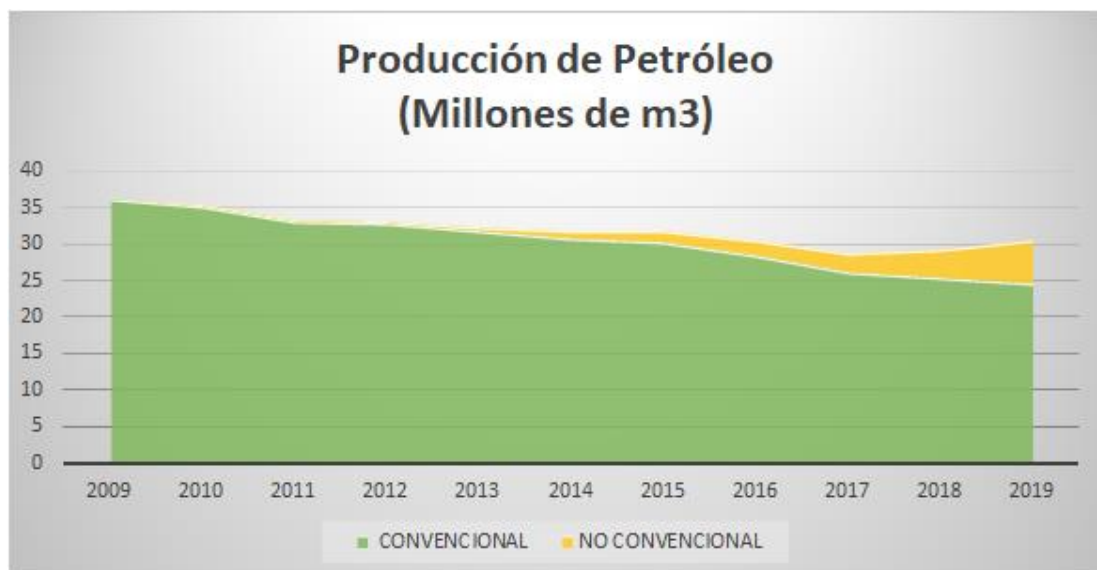
en nuestro país es de alrededor de 4.5 millones de toneladas anuales, y más del 50% se encontraba ociosa a principios del año 2020 (26).

2.2.5 Hidrocarburos no convencionales

Además del aporte de los biocombustibles y la generación eléctrica renovable, el principal factor que permitió la reducción del déficit comercial energético fue el desarrollo y explotación de petróleo y gas en cuencas no convencionales.

El saldo de la balanza comercial del sector energético alcanzó su mínimo en el año 2013 y desde ese año, ha venido aumentando (21). Este aumento se debe a la explotación del shale, lo que a su vez permitió incrementar la exportación de petróleo crudo (Figura 8). El shale es un tipo de petróleo no convencional explotado en la cuenca neuquina, principalmente en la formación Vaca Muerta (27).

Figura 8 Producción de petróleo convencional y no convencional en la Argentina

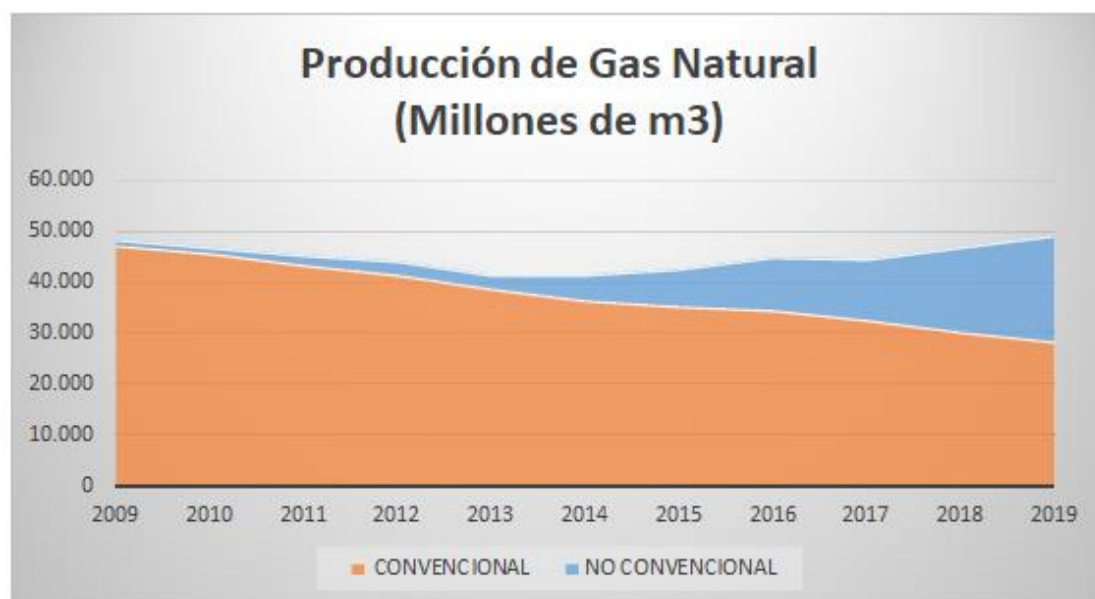


Fuente: Secretaría de Energía de la Nación. (27).

Como puede observarse en la Figura 9, la producción nacional de gas natural (principal recurso primario de nuestro país) alcanzó su nivel mínimo en el año 2014. En el caso del petróleo, la producción disminuyó hasta el año 2017, y luego comenzó una etapa de crecimiento. La producción de hidrocarburos convencionales continuó la senda decreciente, y hasta el día de hoy continúa en esa tendencia. La inflexión de la producción

se da, en ambos casos, por los hidrocarburos no convencionales. La explotación de este tipo de recurso permitió alcanzar los niveles productivos necesarios para equilibrar la balanza comercial energética.

Figura 9 Producción de gas natural convencional y no convencional en la Argentina



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (27).

Al finalizar el año 2019, la producción de hidrocarburos no convencionales representaba una participación importante sobre el total producido. En el caso del gas natural superaba el 40% del total y en el caso del petróleo superaba el 18% sobre la producción anual (Tabla 9).

Durante el año 2019, se completaron más 6 mil fracturas sobre yacimientos no convencionales en nuestro país, casi la mitad de ellos fueron desarrollados por la empresa YPF S.A. (28)

Tabla 9 Producción nacional de petróleo y gas

Año	PRODUCCIÓN TOTAL		NO CONVENCIONAL		CONVENCIONAL	
	PETROLEO m3	GAS Mm3	PETROLEO m3	GAS Mm3	PETROLEO m3	GAS Mm3
2009	36.162.055	48.419.249	66.731	1.031.622	36.095.324	47.387.628
2010	35.339.935	47.107.584	66.991	1.253.603	35.272.944	45.853.981
2011	33.252.893	45.527.554	145.190	1.860.031	33.107.703	43.667.522
2012	33.051.588	44.123.694	305.504	2.428.729	32.746.084	41.694.965
2013	32.331.571	41.708.292	558.983	2.981.682	31.772.588	38.726.610
2014	31.860.250	41.484.025	1.123.385	4.982.890	30.736.865	36.501.135
2015	31.857.747	42.905.533	1.536.906	7.432.946	30.320.842	35.472.587
2016	30.614.292	44.987.829	2.068.063	10.252.395	28.546.230	34.735.434
2017	28.708.935	44.656.659	2.609.358	11.976.841	26.099.578	32.679.818
2018	29.309.762	47.021.206	3.820.722	16.679.534	25.489.040	30.341.672
2019	30.458.661	49.350.236	5.726.378	21.028.811	24.732.283	28.321.425

Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (27).

Todavía faltan algunos años más para poder alcanzar el máximo histórico de producción petrolera. En el año 1998 se produjeron unos 50 millones de m³, un 60% más de la producción del año 2019. Algo similar ha ocurrido con la producción de gas natural, el máximo nivel histórico se alcanzó en el año 2004, momento desde el cual comenzó una etapa decreciente hasta alcanzar su mínimo en el año 2014 (27). Debido a que ese recurso, es la principal fuente energética del país (un 58% de la oferta interna total de la Argentina), tuvo consecuencias en el abastecimiento del mercado interno, siendo necesario recurrir a la importación. A partir del año 2014, los niveles de producción fueron aumentando sostenidamente, gracias al desarrollo del gas no convencional, como se observa en la Figura 9. A finales del año 2019, el sector acumulaba 25 meses de crecimiento interanual, logrando recuperar los niveles de producción de gas del año 2008 (el mayor de los últimos 11 años).

Capítulo 3: BIODIESEL EN ARGENTINA Y EL MUNDO

3.1 Conceptos básicos de biocombustibles

3.1.1 Definiciones

Los biocombustibles son aquellos combustibles obtenidos directa o indirectamente a partir de la biomasa y que, por tanto, son considerados recursos energéticos renovables (29).

Actualmente, la gran mayoría de los países del mundo están atravesando una transición energética hacia fuentes de energía renovables. Los biocombustibles contribuyen a este proceso debido a que son una alternativa viable como sustituto de recursos fósiles.

Entre las principales ventajas de los biocombustibles en comparación a los combustibles fósiles se pueden mencionar (30):

- a) Son renovables, por lo tanto, no se agotan.
- b) Mercados más competitivos, dado que participan mayor número de oferentes y demandantes.
- c) Mayor dispersión geográfica de los recursos naturales.
- d) Menor impacto ambiental en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.

Los biocombustibles pueden ser clasificados según su estado de agregación o según su generación.

3.1.2 Clasificación según su estado de agregación

Los biocombustibles pueden ser clasificados por su estado, debido a que se presentan en forma sólida, líquida o gaseosa.

Los **biocombustibles sólidos** son combustibles no fósiles, compuestos por materia orgánica de origen vegetal, susceptibles de ser utilizado en aplicaciones energéticas (29). Las fuentes de biomasa de estos combustibles se originan generalmente como residuos en diversos sectores productivos, por ejemplo: cultivos agrícolas, recursos forestales, plantaciones energéticas o residuos agroindustriales.

Si bien la biomasa agrícola o forestal puede utilizarse en forma directa, es común que se realice algún tipo de proceso de conversión (densificación o pirólisis) para obtener

biocombustibles sólidos (pellets, briquetas y carbón vegetal) y, en consecuencia, un producto con mayor poder calorífico y menor volumen.

Los **biocombustibles líquidos** también derivan de la biomasa y se utilizan para aditar a los derivados medios del petróleo, o eventualmente reemplazarlos. Se producen a partir de materias primas agrícolas y forestales que han sido transformadas mediante procesos de conversión adecuados (transesterificación, fermentación, pirólisis) para conseguir propiedades similares a las de los combustibles tradicionales.

Dentro de esta clasificación se encuentran principalmente (tomando en cuenta su difusión y uso a nivel mundial) los de uso automotor: el biodiesel y el bioetanol. Los cuales pueden ser utilizados en mezclas con gasoil y nafta respectivamente. El biooil es otro biocombustible líquido, su uso es similar al del fueloil y no se produce en nuestro país.

El **biocombustible gaseoso** más conocido es el biogás, y se produce a partir de biomasa residual (desechos industriales, cloacales, ganaderos, residuos sólidos urbanos, agrícolas y forestales). Se utiliza en pequeña escala mayormente en zonas rurales donde se cuenta fácilmente y en cantidad con diferentes tipos de desechos orgánicos (ej. estiércol, residuos de la industria agroalimenticia) (29). En nuestro país hay algunos emprendimientos de diferente escala.

3.1.3 Clasificación según su generación

En función de la materia prima de la que provengan estos biocombustibles se ha realizado una clasificación por generaciones.

Los **biocombustibles de primera generación** son los obtenidos a partir de cultivos agrícolas alimentarios. Son los más difundidos. A esta clasificación corresponden los biocombustibles líquidos de uso automotor producidos en nuestro país: el biodiesel producido a partir del aceite de soja y el bioetanol producido a partir de los carbohidratos contenidos en el maíz y en la caña de azúcar.

La problemática social en torno a los biocombustibles de primera generación reside básicamente en la subida de los precios de los productos alimenticios como consecuencia del aumento de su demanda. Por otro lado, esta generación de combustibles también presenta daños ambientales provocados por la deforestación que causan algunos cultivos a gran escala (29).

Los **biocombustibles de segunda generación** no utilizan cultivos agrícolas alimentarios sino sus residuos (por ejemplo, tallos de maíz o cáscaras de arroz) o los de las industrias agroalimentarias. También se consideran biocombustibles de segunda generación aquellos que se obtienen a partir de cultivos agro-forestales no destinados a la

alimentación. En este caso, el problema que plantean es su bajo rendimiento económico ya que la materia prima posee altos contenido lignocelulósico de difícil degradación, que proporcionan poca eficiencia, por ejemplo, en su conversión al bioetanol (29). Sin embargo, la gran ventaja de los biocombustibles de segunda generación es que también incluye residuos, que están altamente disponibles a nivel mundial y el costo es el asociado solo al transporte desde se generan hasta donde se los procesa.

Los **biocombustibles de tercera generación** buscan evitar los problemas planteados para los de primera y segunda generación. Son elaborados a partir de materias primas de cultivos especialmente diseñados o adaptados para mejorar la conversión de la biomasa a biocombustibles. Estas mejoras o adaptaciones utilizan frecuentemente técnicas de biología molecular como, por ejemplo, el desarrollo de árboles con porcentajes de lignina bajos, que reducirían los costos y mejorarían la producción de bioetanol, o la modificación del maíz para que contenga celulasas integradas (29). El biodiesel producido a partir de algas es otro ejemplo dentro de esta clasificación.

Finalmente, los **biocombustibles de cuarta generación** buscan la adaptación de la materia prima a mejorar la eficiencia en la captación y almacenamiento de CO₂ (CAC). Estos biocombustibles aún no son comerciales, aunque podemos encontrar plantas de producción en escala piloto en Brasil y EEUU.

Una clasificación especial son los **biocombustibles de avanzada**. Dentro de esta categoría, suelen agruparse a todos los biocombustibles de tercera y cuarta generación. Estos están recibiendo cada vez mayor interés, puesto que emplean biomasa no comestible y, por lo tanto, no compromete la seguridad alimenticia; puede producirse específicamente con fines energéticos y representa más material vegetal sobre el suelo, lo que permite mayor productividad por hectárea sembrada (31).

3.2 Legislación Nacional de biocombustibles

Los incentivos productivos otorgados mediante la política de corte de combustibles fueron establecidos en nuestro país, mediante la Ley 26.093 (*Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles*) (32), iniciando de esta manera un fuerte aumento de la demanda interna. La ley promulgada en el 2006, y reglamentada por el Decreto N° 109/07 (33), entró en vigencia en el año 2010 y estableció una mezcla obligatoria de biocombustibles con combustibles fósiles en todo el territorio nacional. En el año 2010 la nafta y el gasoil, deberían contener como mínimo un 5% de alcohol y 5% biodiesel respectivamente. Si bien hubo que empezar solo con un corte de 2% de bioetanol en naftas debido a la falta de disponibilidad, no sucedió lo mismo para el 5% de biodiesel en gasoil, ya que la producción excedía a lo requerido en la legislación para el corte nacional. Esos porcentajes fueron en aumento hasta alcanzar actualmente el 12% en la nafta y el 10% en el gasoil (34).

Además del establecimiento del corte obligatorio, el Decreto tiene alcance sobre la producción, comercialización, consumo y uso sustentable de los biocombustibles. La Resolución de la Secretaría de Energía N° 1293 del 2008 (35), establece el mecanismo de selección, aprobación y orden de prioridades de proyectos de producción de bioetanol, mediante el cual se otorgarán los beneficios promocionales del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. La Resolución establece que para la aprobación de los proyectos y la asignación de los beneficios fiscales correspondientes, se tendrán en cuenta a: las Pequeñas y Medianas Empresas, el desarrollo de las economías regionales, los productores agropecuarios y, en el caso particular del bioetanol, a las personas contempladas en la Ley N° 26.334. Mediante Resolución SE N° 1294 del 2008 (36). Se determina el procedimiento para establecer el precio de adquisición del bioetanol. Por otro lado, la Resolución SE N° 1295 del 2008 (37), determina las especificaciones de calidad que deberá cumplir el bioetanol y; finalmente, la Resolución SE N° 1296/2008 (38), establece las condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio.

En la Tabla 10 se resume el marco normativo de la República Argentina, aplicable al bioetanol de uso automotor para corte con nafta.

Tabla 10 Marco regulatorio de bioetanol como combustible automotor para corte con nafta

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley N° 26093	Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones
Decreto N° 109/2007	Actividades alcanzadas por los términos de la Ley 26.093. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Régimen Promocional.
Resolución S.E. N° 1293/2008	Mecanismo de selección, aprobación y orden de prioridades de proyectos de producción de bioetanol, mediante el cual se otorgarán los beneficios promocionales del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles.
Resolución S.E. N° 1294/2008	Procedimiento para establecer el precio de adquisición del bioetanol, destinado a la mezcla para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles creado por la Ley N° 26.093

Resolución S.E. N° 1295/2008	Especificaciones de calidad que deberá cumplir el bioetanol, de conformidad con el Artículo 3°, Inciso c) del Decreto N° 109/07.
Resolución S.E. N° 1296/2008	Condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio.
Resolución S.E. N° 450/2013	Nuevo acuerdo de abastecimiento de biodiesel – ratificación. Especificaciones de calidad del bioetanol
Resolución S.E. N° 44/2014	Naftas - Proporción de bioetanol - Modificación Resolución N° 1294/2008
Resolución S.E. N° 170/2014	Procedimiento para la determinación del precio de adquisición del bioetanol a partir de la caña de azúcar y del maíz.
Disposición Subsecretaría de Combustibles N° 1/2015	Procedimiento para la determinación del precio de adquisición del bioetanol a partir del maíz.
Resolución M.E.yM 37/2016	Porcentaje obligatorio de bioetanol. Abastecimiento. Incremento de diez por ciento (10%) a doce por ciento (12%), en volumen, el porcentaje obligatorio de bioetanol en su mezcla con las naftas de uso automotor.

Fuente: Elaboración propia con datos de Infoleg (39) y de S. D. Romano (34)

En la Tabla 11 se detalla la normativa aplicable al biodiesel para uso automotor.

Tabla 11 Marco regulatorio de biodiesel como combustible automotor para corte con gasoil

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley N° 26093	Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones
Decreto Reglamentario 109 / 2007 PODER EJECUTIVO NACIONAL (P.E.N.)	Ley N° 26093 – alcances Actividades alcanzadas por los términos de la Ley 26.093. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Régimen Promocional.
Resolución 1296 / 2008 SECRETARIA DE ENERGÍA	Condiciones mínimas en plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles Establece las condiciones mínimas que deben cumplir las plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio.
Resolución 6 / 2010	Biodiesel - especificaciones de calidad

El mercado del biodiesel en la Argentina
Un análisis desde la seguridad energética

SECRETARIA DE ENERGÍA	Establece las especificaciones de calidad que deberá cumplir el biodiesel.
Resolución 7 / 2010 SECRETARIA DE ENERGÍA	Acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles – ratificación Ratifica el acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles en el territorio nacional.
Resolución 554 / 2010 SECRETARIA DE ENERGÍA	Addenda a acuerdo – aprobación Ratifica la addenda al acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles en el territorio nacional. Aumento del corte al 7%
Resolución 828 / 2010 SECRETARIA DE ENERGÍA	Resolución 6/10 – modificación Especificaciones de calidad del biodiesel.
Resolución 56 / 2012 SECRETARIA DE ENERGÍA	Nuevo acuerdo de abastecimiento de biodiesel – Ratifica Ratifica el nuevo acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles en el territorio nacional.
Resolución Conjunta 438 / 2012 MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PUBLICAS Resolución Conjunta 1001 / 2012 MIN. PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PUB. Resolución Conjunta 269 / 2012 MINISTERIO DE INDUSTRIA	Registro de operadores de soja autorizados y unidad ejecutiva interdisciplinaria de monitoreo Crea el registro de operadores de soja autorizados (rosa) y la “unidad ejecutiva interdisciplinaria de monitoreo”.
Resolución 1436 / 2012 SECRETARIA DE ENERGÍA Resolución 1725 / 2012 SECRETARIA DE ENERGÍA	Precio – establece Establece el precio a recibir por las empresas elaboradoras de biodiesel por parte de las empresas encargadas de realizar las mezclas de combustibles fósiles.
Resolución 449 / 2013 SECRETARIA DE ENERGÍA	Acuerdo para la compensación de diferencias - precio de biodiesel Ratifica el “acuerdo para la compensación de diferencias - precio de biodiesel”.
Resolución 450 / 2013 SECRETARIA DE ENERGÍA	Nuevo acuerdo de abastecimiento de biodiesel Ratifica la addenda al nuevo acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles en el territorio nacional. Aumenta el corte al 8%.
Resolución 1125 / 2013 SECRETARIA DE ENERGÍA	Empresas encargadas de realizar mezclas de combustibles fósiles con biodiesel Aumento de corte al 9% (enero de 2014) y 10% (febrero 2014).
Resolución 83 / 2018 SECRETARIA DE RECURSOS HIDROCARBURÍFEROS Disposición 331 / 2019 SUBSECRETARIA DE HIDROCARBUROS Y COMBUSTIBLES	Procedimiento para la determinación del precio de adquisición del biodiesel Aprueba el procedimiento para la determinación del precio de adquisición del biodiesel destinado a la mezcla. Determina especificaciones de calidad para el “Biodiesel CF”. Modifica el artículo 1° de la Resolución 6/2010 de la ex Secretaria de Energía.

Fuente: Elaboración propia con datos de Infoleg (39) y de S. D. Romano (34)

3.3 El Mercado de biocombustibles líquidos en Argentina

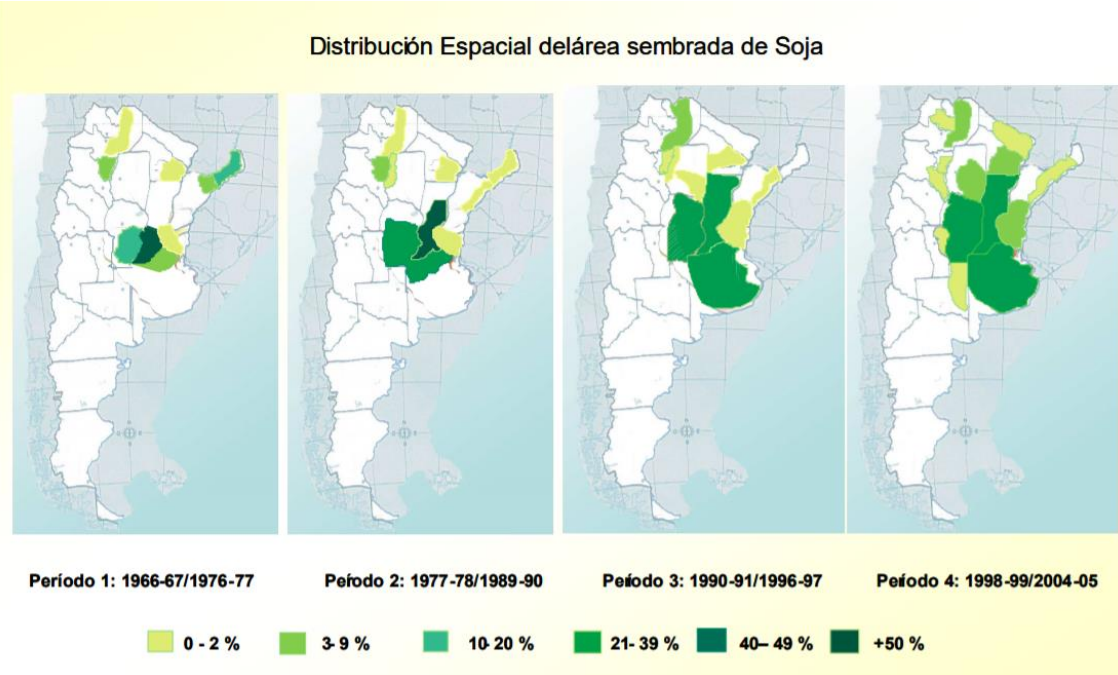
Los biocombustibles líquidos son una oportunidad estratégica para el país por las ventajas comparativas que representa su producción agropecuaria. La participación mundial del complejo oleaginoso y cerealero, posicionan a la República Argentina como un actor relevante a nivel internacional. Estos biocombustibles son un eslabón más de los complejos productivos agrícolas y tienen una posibilidad de desarrollo muy importante considerando la disponibilidad de recursos. El sector agropecuario puede posicionarse como fuente de alimentos y energía, generando inversión, trabajo y valor agregado.

Los biocombustibles líquidos son al mismo tiempo un bien energético y un bien agroindustrial. Además, tanto el sector energético como el agropecuario, son sectores estratégicos en la política nacional, y adicionalmente, el sector agropecuario es relevante y competitivo a nivel mundial. Por ello los biocombustibles líquidos tienen un doble valor estratégico. Por un lado, como bienes energéticos, contribuyen a la diversificación de la matriz energética y reducen la dependencia de combustibles importados. Por otro lado, como bienes agropecuarios, aumentan el valor agregado de los productos de exportación y contribuye al desarrollo agroindustrial.

3.3.1 El complejo sojero

La materia prima más utilizada en Argentina para la producción de biodiesel es la soja. Es un recurso muy abundante en nuestro país, y en las últimas décadas aumentaron tanto las superficies cultivadas como el rendimiento. En el año 2018, la superficie implantada superó las doce millones de hectáreas -CNA 2018 (40)-, siendo el principal cultivo del país. La Figura 10 muestra la evolución de las áreas sembradas desde la década del '60, allí puede observarse que la ocupación alcanza gran parte del territorio y se concentra en el corazón agrícola del país (Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos).

Figura 10 Distribución espacial del área sembrada de soja



Fuente: Brieva Susana 2006 FLACSO (41)

Esa expansión puso al país entre los principales productores mundiales de esa oleaginosa. De acuerdo a un informe del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (3), en el año 2007 la producción mundial de soja alcanzó las 236,5 millones de toneladas, el 20% de ese total fue producido en la Argentina, el 37% en Estados Unidos, y el 25% en Brasil, el 6% en China y el 12% restante en el resto del mundo. Además de ocupar el tercer puesto como productor mundial, nuestro país es el tercer exportador mundial del grano de soja (con una participación del 16% del comercio internacional), y es líder mundial en exportación de aceite y harina de soja. Esto es muy importante debido a que la materia prima se exporta con mayor grado de industrialización y, por lo tanto, mayor valor agregado. Durante el año 2007, las exportaciones argentinas de aceite de soja (principalmente aceite crudo) representaron el 63% del total de las exportaciones mundiales, mientras que las exportaciones argentinas de harina fueron el 44% del total mundiales (3).

En el año 2009, el principal comprador mundial de soja y el principal destino del poroto de soja de Argentina (grano sin procesar) fue China; más del 20% de la producción nacional se destinó al mercado chino, de los cuales el 80% se exportó como grano (poroto) y el restante 20% se exportó como aceite (3).

La Argentina industrializa la mayor parte de la soja. En el año 2011, aproximadamente el 75% ingresó a la industria molinera para la producción de harina y aceite. El 25% restante se almacenó como grano, de los cuales solo un tercio fue

consumido por el mercado interno (principalmente como balanceado animal) y el excedente se destinó a exportación (42).

La harina fue el principal producto de la soja, se destinó casi el 60% del cultivo y su principal mercado de consumo fue la Unión Europea. A esa región se destinó el 60% de la producción anual de harina de soja (un 35% de la cosecha anual). La Unión Europea fue el principal comprador mundial de harina de soja. El crecimiento de ese mercado estuvo asociado a la enfermedad encefalopatía espongiforme (enfermedad de “la vaca loca”) que prohibió la alimentación del ganado con proteína de origen animal, dando lugar a los alimentos balanceados de origen vegetal como la soja (42).

En el caso del aceite, se destinó cerca del 15% de la producción anual. China e India fueron los principales destinos, con un tercio de la demanda cada mercado, la misma proporción fue consumida en el mercado interno (42).

3.3.2 Diagrama de Sankey en los procesos de transformación de la soja

Para una mejor comprensión, los procesos de transformación pueden ser graficados mediante el diagrama de Sankey. Si bien este tipo de diagrama suele utilizarse para análisis de matrices energéticas, también puede ser aplicado a los procesos de transformación de complejo sojero argentino.

Los diagramas de Sankey muestran los flujos de insumos y cantidades que intervienen en diferentes etapas de procesamiento. El ancho de las uniones (líneas de flujo) se utiliza para mostrar sus magnitudes. Las líneas de flujo pueden combinarse o dividirse en función de cada proceso. Los productos de un proceso pueden ser insumos del siguiente proceso, productos finales o bien, pérdidas del sistema. El color de las uniones muestra la transición de las transformaciones que ocurren en cada proceso.

Para la presente tesis se utilizó el software e!Sankey y se modelizaron los valores producidos en la campaña 2010 – 2011. Esa campaña presentó niveles de rendimientos estándares, por lo tanto, es adecuada para esta modelización.

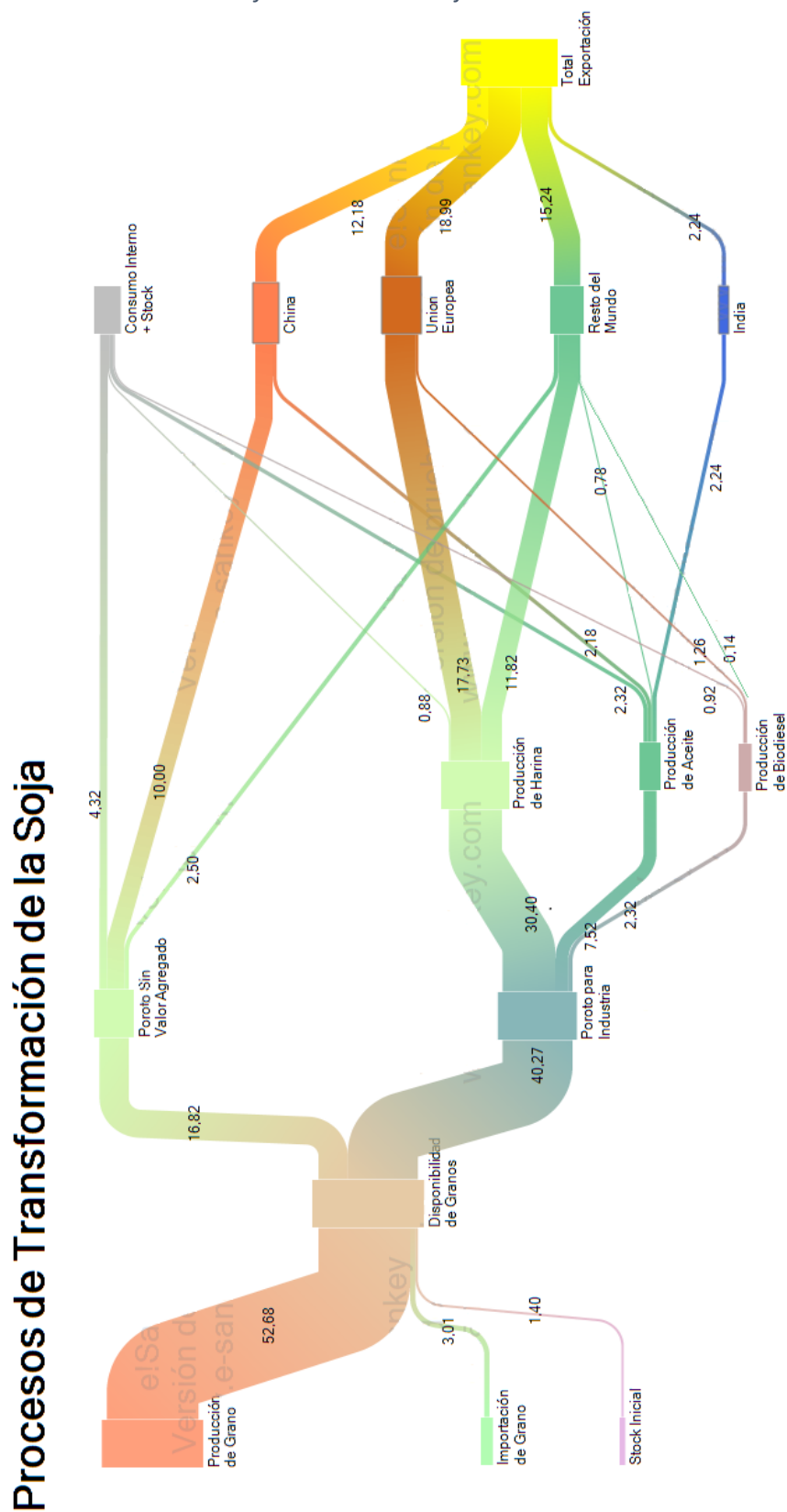
Las diferentes proporciones y flujos ingresados al sistema fueron obtenidos de un estudio realizado por INTA (42).

En el Figura 11 se presentan los resultados del diagrama de Sankey. Pueden observarse los procesos de elaboración y el destino de la producción del complejo agroindustrial sojero. Se destaca en importancia la participación de la industria molinera, procesando la mayor parte del producto. El consumo de la producción está fuertemente concentrado en dos mercados principales: China y Unión Europea.

Asimismo, cada uno de estos mercados adquiere principalmente un tipo de producto. China concentra las compras de grano y Unión Europea concentra las compras de harina. Sin embargo, los destinos de harinas y pellets están mucho más diversificados. Si bien el 60% de las ventas al mundo de harinas y pellets están concentradas en 10 países, el total exportado se destinó a 47 países de los 5 continentes durante el año 2019. En este producto los mercados están mucho más diversificados en comparación a las exportaciones de granos, de aceites y de biodiesel, lo que lleva a suponer que no habría dificultad en colocar la producción en el caso de aumentar la molienda.

Finalmente, un producto de mucha importancia en la cadena productiva de la soja es el biodiesel.

Figura 11 Procesos de transformación de la soja



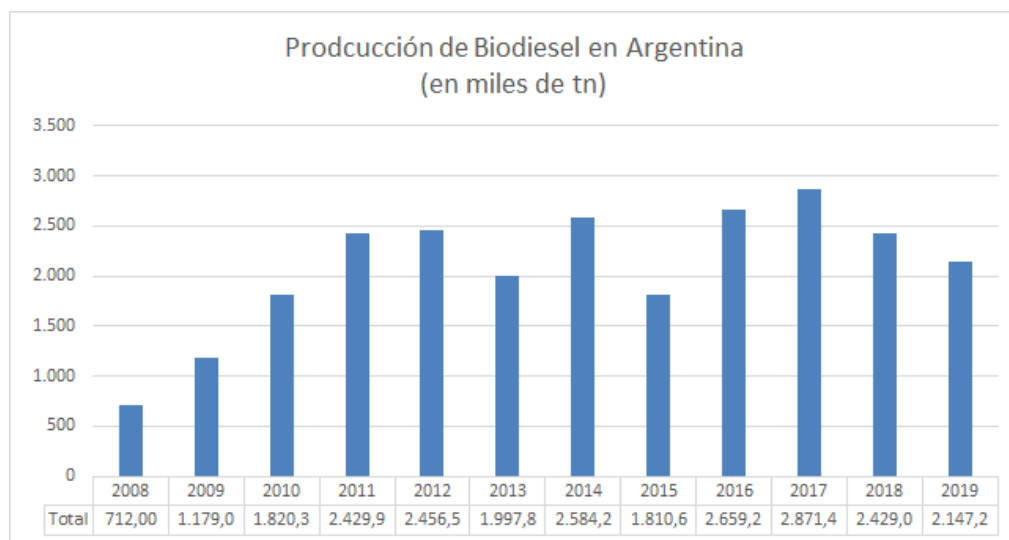
Elaboración propia con software e!Sankey y datos de INTA. (42)

3.3.3 Evolución de la producción de biodiesel

La capacidad instalada de biodiesel en nuestro país es superior a 4.5 millones de toneladas anuales, y más del 50% se encuentra ociosa desde el año 2019. Aproximadamente el 4% del grano cosechado es destinado a la producción de biodiesel. La industria del biodiesel esta principalmente orientada al mercado externo. El 60% de la producción se exporta, casi en su totalidad, a la Unión Europea. El mercado interno consume 40% de la producción a través de la política de corte de 10% de biodiesel con 90% de gasoil.

Desde el año 2007 la Argentina comenzó a pasos acelerados la producción de biodiesel; el impulso vino del sector externo. Algunos países como Estados Unidos y la Unión Europea establecieron la política de corte de biocombustibles en nafta y gasoil como una medida de mitigación de emisiones de GEI y se establecieron porcentajes crecientes de cortes que no fueron totalmente abastecidos por sus respectivas industrias. Esta situación fue vista como una oportunidad para los productores de oleaginosas de la Argentina iniciando un rápido y sostenido aumento de la producción. En la Figura 12 se muestra la evolución de la producción de biodiesel en nuestro país desde el año 2008.

Figura 12 Producción de biodiesel en Argentina

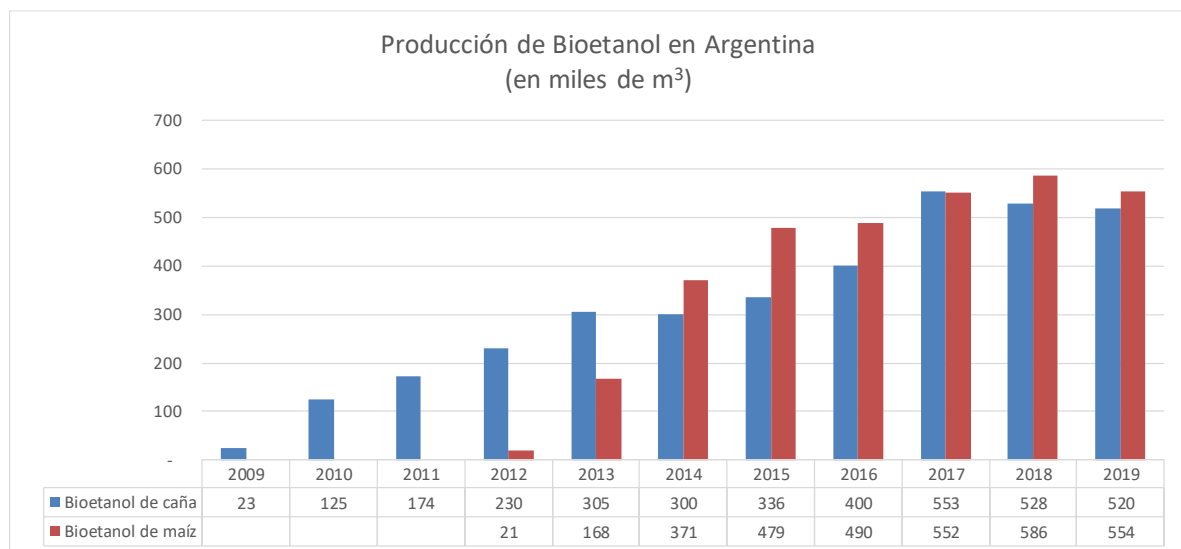


Elaboración Propia. Fuente INDEC (43)

3.3.4 Evolución de la producción de bioetanol

La producción de bioetanol cobra impulso a partir de los incentivos establecidos en legislación. Dentro del marco de la Ley N° 26.093 se han aprobado proyectos de inversión que permitieron el despegue de la actividad. En la Figura 13 se muestra la evolución de la producción de bioetanol en nuestro país. En los últimos diez años la producción nacional logró niveles de producción de más de un millón de metros cúbicos del biocombustible, logrando cubrir los requerimientos del mercado interno para mezcla con naftas.

Figura 13 Producción de bioetanol en la República Argentina

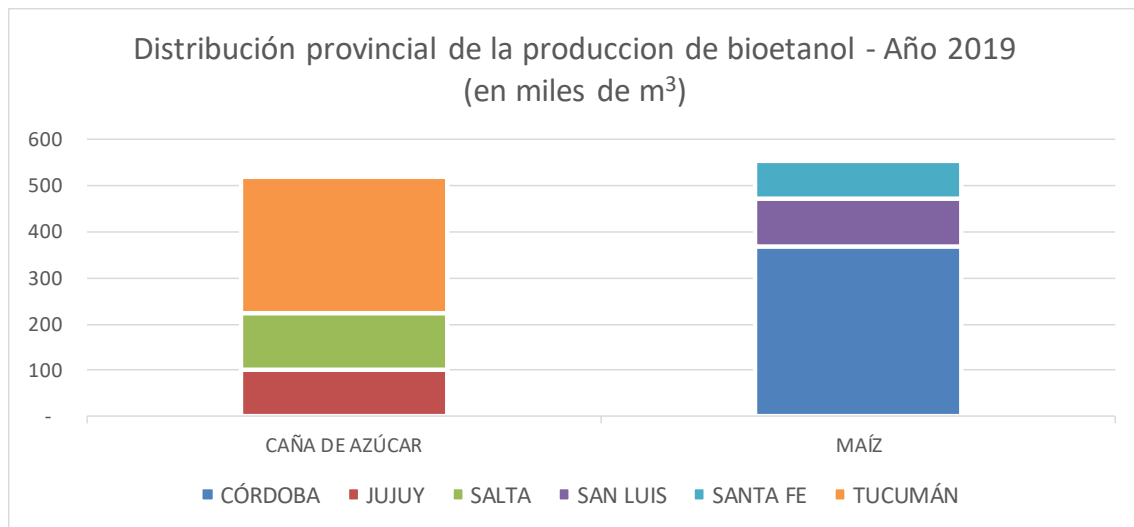


Elaboración Propia. Fuente INDEC (43)

Las plantas productoras de bioetanol se encuentran agrupadas geográficamente en dos regiones determinadas. El noroeste argentino (NOA), es una región históricamente azucarera. Allí se han instalado trece plantas productoras de bioetanol a partir de caña de azúcar (44), con capacidad de producción anual de más de 500.000 m³, mientras que la región centro del país concentra la producción de bioetanol a partir de maíz. Seis empresas procesan anualmente más de 500.000 m³ de bioetanol.

En la Figura 14 puede observarse la distribución de la producción dentro del territorio nacional. Se observa la relevancia de la provincia de Córdoba en la utilización del maíz, mientras que lo mismo ocurre con Tucumán en la utilización de la caña de azúcar. Los niveles totales producidos por cada materia prima son similares, dado que la legislación estableció desde 2016 un corte de bioetanol en nafta del 12% (y el mismo porcentaje de corte del 6% para cada cultivo - Resolución M.E.yM. 37/2016) (45).

Figura 14 Distribución provincial de la producción de bioetanol



Elaboración Propia. Fuente INDEC (43)

3.3.5 ¿Cuánto biodiesel puede producir el complejo agroindustrial de la soja?

Para abastecer el mercado interno en el corte de gasoil al 10%, se requieren aproximadamente un millón de toneladas de aceite al año. Considerando que la soja contiene un 18% de aceite, serán necesarias 5,6 millones toneladas de soja, lo que equivale a un 10% de la producción anual.

El consumo anual de gasoil en Argentina es de aproximadamente 10 millones de toneladas. La capacidad instalada en la Argentina para la producción de biodiesel se estima en 4,5 millones de toneladas anuales de combustible, por lo que la industria nacional de biodiesel podría abastecer con un corte del 45% al gasoil, sin ningún problema, destinando el total de su producción al mercado interno. Además, requeriría procesar 25,2 millones de toneladas de grano (un 45% del total anual). En este escenario se lograría sustituir el gasoil importado casi en su totalidad.

Si hipotéticamente, se destinara el 100% de la cosecha (56 millones de tn.) a la producción de biodiesel, se obtendrían unos 9 millones de tn. de biodiesel, suficiente para procesar el gasoil a un corte del 90%. El complejo sojero aún tendría la posibilidad de exportar 42 millones de toneladas de soja como harina procesada. Este último caso no resulta plausible de realizarse, ya que no tiene sustento económico, pero permite dimensionar el potencial industrial y el peso relativo que podría alcanzar en el mercado.

Un porcentaje de corte máximo apropiado sería de un 20%, considerando el rendimiento de los motores convencionales (46) (47) (48). En este caso, el mercado interno demandaría 2 millones de toneladas de biodiesel anuales. Los requerimientos de gasoil importado continuarían, pero se reducirían en un 40%. De utilizarse el total de la capacidad instalada de biodiesel, podrían exportarse los excedentes productivos por 2.5 millones de toneladas anuales. En la Tabla 12 se exponen los resultados calculados.

Tabla 12 Potencial productivo de biodiesel

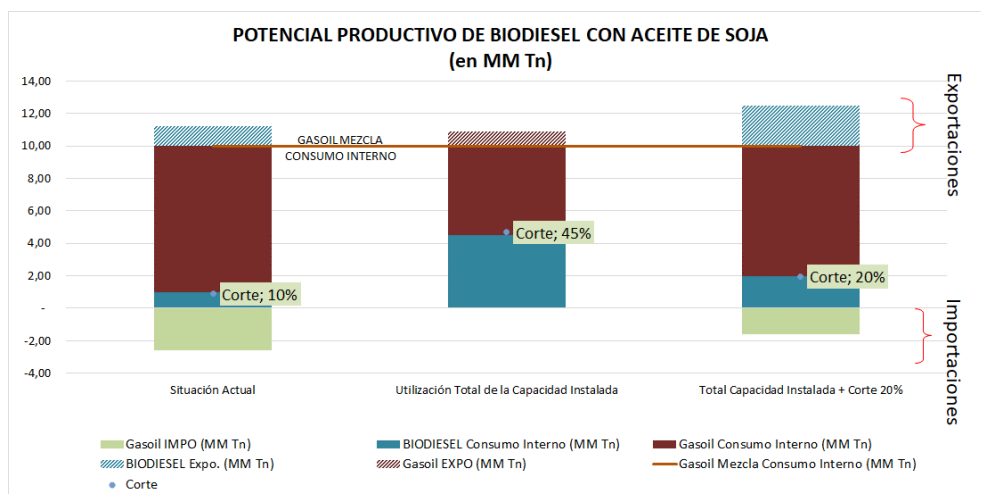
Escenarios	SOJA	BODIESEL			Gasoil				Gasoil Mezcla	
	Procesada (MM Tn)	Producido (MM Tn)	Consumo Interno (MM Tn)	Expo. (MM Tn)	Producido (MM Tn)	Consumo Interno (MM Tn)	IMPO (MM Tn)	EXPO (MM Tn)	Consumo Interno (MM Tn)	Corte %
Situación Actual	12,32	2,20	1,00	1,20	6,40	9,00	-2,60	-	10,00	10%
Utilización Total de la Capacidad Instalada	25,20	4,50	4,50	-	6,40	5,50	-	0,90	10,00	45%
Total Capacidad Instalada + Corte 20%	25,20	4,50	2,00	2,50	6,40	8,00	-1,60	-	10,00	20%

Elaboración Propia.

Existe cierta imprecisión en los cálculos dado que dependen de factores muy diversos como la productividad por hectárea, rendimiento en la industria o la aplicación de diferentes tecnologías.

En cada uno de estos escenarios se pueden sustituir importaciones de gasoil por producción nacional de biodiesel, suponiendo constante la producción nacional de gasoil. De utilizarse el 100% de la capacidad instalada, podría sustituirse casi por completo el gasoil importado, llevando el gasoil-mezcla a un corte del 45%. En la Figura 15 se comparan los tres escenarios planteados.

Figura 15 Potencial productivo de biodiesel



Elaboración propia con datos de INDEC (43)

3.4 El mercado de biocombustibles líquidos en el mundo

En las siguientes subsecciones se describirán la evolución de la producción de biodiesel y las perspectivas de los biocombustibles líquidos en el mundo.

3.4.1 Evolución de la producción de biodiesel en el mundo

En la actualidad, solo un grupo de países participan competitivamente en la producción de biocombustibles. En el siguiente listado, se mencionan los principales regiones y países productores de biodiesel y bioetanol, su posición relativa en la producción y las materias primas utilizadas.

Tabla 13 Principales productores mundiales de biodiesel

País	Ranking	% de Producción	Principal Materia Prima
Unión Europea	1°	36%	Aceite de colza / Aceites de desecho
Estados Unidos	2°	19%	Aceite de soja / otros
Brasil	3°	12%	Aceite de soja
Indonesia	4°	10%	Aceite de palma
Argentina	5°	7%	Aceite de soja
Tailandia	6°	4%	Aceite de palma
China	8°	3%	Aceite de desechos
Colombia	9°	1,5%	Aceite de palma
Canadá	10°	1,4%	Aceite de desechos

Fuente: OECD/FAO (2019) (2)

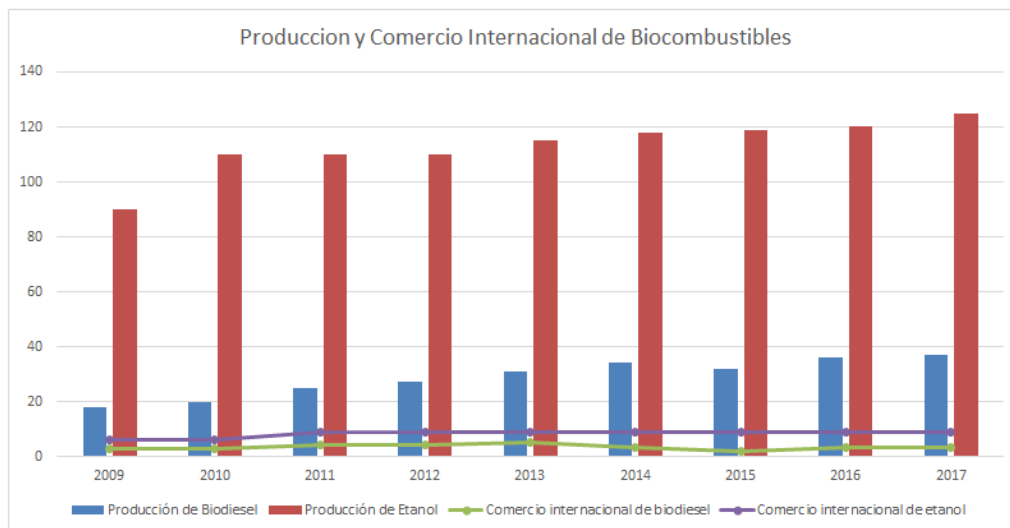
Tabla 14 Principales productores mundiales de bioetanol

País	Ranking	% de Producción	Principal Materia Prima
Estados Unidos	1°	50%	Maíz
Brasil	2°	24%	Caña de azúcar
China	3°	8%	Maíz
Unión Europea	4°	5%	Maíz, trigo y remolacha azucarera
India	5°	2%	Melaza
Canadá	6°	1,6%	Maíz
Tailandia	7°	1,5%	Melaza y yuca
Argentina	9°	1%	Maíz y caña de azúcar

Fuente: OECD/FAO (2019) (2)

El principal biocombustible de uso automotor producido a nivel mundial es el bioetanol, triplica la producción del biodiesel (Figura 16). El comercio internacional es hasta el momento poco relevante, menos del 10% del biocombustible producido mundialmente es comercializado fuera de las fronteras de donde se produce. Para la producción de bioetanol, la principal materia prima es el maíz, el 60% del combustible utiliza ese recurso, le sigue en importancia la caña de azúcar con un 25% de la producción, el resto de las materias primas son de menor incidencia y se dividen entre melaza (7%), trigo (4%), yuca y remolacha azucarera (2).

Figura 16 Producción y comercio internacional de biocombustibles



Elaboración propia con datos de OECD/FAO (2019) (2)

En cuanto al biodiesel, las materias primas empleadas tienen una diversidad algo mayor. El principal recurso es la soja, donde juega un rol destacado nuestro país. El aceite de soja se utiliza para producir cerca del 30% del biodiesel de mundo, le sigue el aceite de palma con un 25%. El aceite de colza participa con el 18% de la producción y los aceites de otros orígenes y de desechos se utilizan en el 22% del biodiesel mundial (2).

La Argentina participa en el mercado internacional en ambos tipos de biocombustibles líquidos, es el quinto productor mundial de biodiesel y el noveno productor de bioetanol, aportando el 7% y el 1% de la producción mundial respectivamente, pero es destacado su rol en el comercio internacional de biodiesel, ocupando el primer lugar como exportador mundial (2).

3.4.2 Perspectivas mundiales de los biocombustibles líquidos¹

La evolución futura del sector dependerá, en gran medida, de las políticas de apoyo que adopten las naciones consumidoras y productoras de biocombustibles. Las perspectivas futuras de consumo para los biocombustibles a nivel mundial son de un aumento moderado en los próximos años. Se espera que para el año 2028, la producción de biodiesel y de bioetanol se incremente entre un 15% y un 20% en todo el período respecto a los niveles actuales. El relativo estancamiento se debe a varias cuestiones. Por un lado, como medida de mitigación de GEIs, se espera una continuidad de las políticas de mezcla con combustibles fósiles y en muchos países los porcentajes están en aumento. En la misma línea, los países en desarrollo están interesados en continuar y aumentar la producción de biocombustibles, principalmente como mecanismo de reducción de la dependencia de energía de fuentes fósiles, que en muchas naciones se encuentran lejos de alcanzar. Pero, en contraposición, Estados Unidos y la Unión Europea apoyan menos a los biocombustibles tradicionales y comienzan a desplazar el interés y el apoyo a los biocombustibles de avanzada (que no utilizan materias primas alimenticias).

Como ya se ha citado anteriormente, actualmente el principal mercado de exportación del biodiesel argentino es la comunidad europea. Se espera que esa región disminuya la demanda total de combustibles (incluyendo al gasoil) (2), por lo tanto, se prevén niveles de consumo de biodiesel algo menores a los actuales. Estados Unidos, también prevé caídas en el consumo de combustibles, pero con aumentos del consumo de biodiesel por aplicación de su normativa. Brasil, mantendrá una tendencia creciente en el consumo de combustibles. En el año 2018, se alcanzó la normativa de mezcla al 10% y no se prevén nuevos aumentos, sin embargo, se espera que el biodiesel brasileño acompañe el mismo crecimiento que el gasoil. El panorama es mucho más prometedor para el bioetanol brasileño, debido a que existe, además de los vehículos con tecnología flexible, un programa de incentivos (RenovaBio) que busca alcanzar un porcentaje de mezcla de un 40% para el año 2030 (actualmente es del 27%). China estableció en el año 2017 una mezcla E10 en sus naftas y está realizando inversiones para la producción de bioetanol y poder alcanzar ese objetivo para el año 2028. En el caso del biodiesel, no hay expectativas de desarrollo a gran escala. Indonesia pretende alcanzar una mezcla B20 y B30 hacia el 2028, pero difícilmente lo logre en ese período (2).

Las políticas de los diferentes países están orientadas al desarrollo de sus industrias y a la utilización de sus recursos primarios. En muchos casos no logran alcanzar las metas establecidas y optan por flexibilizarlas antes que recurrir a la importación. Por ese motivo, las transacciones en el comercio exterior son relativamente bajas y se espera que disminuyan por las proyecciones productivas en Estados Unidos y en Europa.

¹ Elaborado en base al informe Agricultural Outlook 2019-2028 OECD-FAO (2)

Los principales riesgos para la Argentina están dados por un posible cambio en las políticas tomadas por las naciones importadoras de biocombustibles. La fortaleza de los biocombustibles a base de productos agrícolas tradicionales se debe a su aporte en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, pero su debilidad es que utiliza alimentos y puede presionar al alza de precios. Está tomando fuerza el cambio tecnológico hacia los biocombustibles de avanzada producidos a partir de materia prima no alimentaria, pero el cambio puede demorar algunos años más. Por ello es conveniente observar que acciones están siendo tomadas por los principales países productores y consumidores.

Las perspectivas para nuestro país son, en principio, las de continuar en niveles similares de producción (12% de bioetanol en la nafta y 10% de biodiesel en gasoil).

Capítulo 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BIODIESEL

4.1 La producción de biodiesel ¹

El biodiesel es un biocombustible líquido, que se obtiene químicamente a partir de aceites vegetales o grasas animales y un alcohol y se puede usar en motores Diesel, solo o mezclado con gasoil (49).

Los aceites más utilizados en su producción son los de colza, soja y girasol y en menor medida los de palma, maní, lino, nabo, jatropha, ricino, tung, algodón, cártamo, algas, también se utiliza aceite usado o grasas animales.

En nuestro país la principal materia prima utilizada es el aceite de soja. Por disponibilidad de recursos e infraestructura existente en torno al complejo industrial sojero permitió la producción a gran escala del biodiesel. Sin embargo, la industrialización de la materia prima aún representa un porcentaje menor sobre el total cosechado.

Los alcoholes que pueden ser utilizados en la producción de biodiesel, son los de cadena corta: el metanol, el etanol, propanol, butanol y alcohol amílico. Los alcoholes más utilizados en la producción de biodiesel son el metanol y el etanol.

Los aceites vegetales no pueden sustituir combustibles derivados del petróleo en forma directa. Para transformar aceites vegetales en combustibles aptos para uso automotor, se realiza un proceso de conversión. El proceso más utilizado es la transesterificación, lo cual consiste en transformar un triglicérido (aceite vegetal o grasa animal) en una mezcla de ésteres, haciéndolo reaccionar químicamente con un alcohol en presencia de un catalizador. Como coproducto se obtiene glicerol. Para que la mezcla de ésteres sea biodiesel deberá ser previamente purificada mediante distintos procesos de postratamiento que comúnmente incluyen neutralización, lavado y secado. De esa forma,

¹ Basado en el capítulo I del libro: Romano Silvia Daniela, González Suárez Erenio, Laborde Miguel Ángel. "Combustibles Alternativos". Ediciones Cooperativas 2005 (49)

podrá cumplir con las propiedades de calidad exigidas en normas, como se describirá más adelante.

Los catalizadores usados en la transesterificación de triglicéridos pueden ser básicos, ácidos o enzimáticos (siendo los más comunes los básicos). La transesterificación puede llevarse adelante a distintas temperaturas, a mayores temperaturas se logra mayor conversión al mismo tiempo de reacción. El proceso, además, debe realizarse en continua agitación, para lograr una adecuada mezcla entre las fases.

Como resultado de la reacción de transesterificación (generalmente con metanol y un catalizador básico) se obtiene una mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME, por sus siglas en inglés) con glicerina como coproducto. La mezcla de ésteres metílicos debe separarse de la glicerina y purificarse para cumplir con los requisitos establecidos por las normas internacionales para el biodiesel. La glicerina puede recuperarse y purificarse ya que es una sustancia valiosa, con muchas aplicaciones en las industrias farmacéutica, cosmética y química (50).

Para obtener un alto rendimiento en el proceso de producción de biodiesel, a veces es necesario un tratamiento previo de la materia prima. El contenido de ácidos grasos libres, agua y sustancias insaponificables son parámetros clave para lograr una alta eficiencia de conversión en la reacción de transesterificación (50).

En Argentina, los aceites utilizados comúnmente para la producción de biodiesel requieren los siguientes parámetros de calidad:

- ✓ Nivel de acidez $<0,1$ mg KOH / g
- ✓ Humedad <500 ppm
- ✓ Índice de peróxido <10 meq / kg
- ✓ $<1\%$ de sustancias insaponificables.

El alcohol usado para la producción de biodiesel debe mezclarse con el catalizador antes de agregar el aceite. La mezcla se agita hasta que el catalizador se disuelve completamente en el alcohol.

La relación de volumen de alcohol a aceite es otra variable clave del proceso de transesterificación. La relación estequiométrica requiere 1 mol de aceite para reaccionar con 3 moles de alcohol, para obtener 3 moles de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) y 1 mol de glicerina. Sin embargo, el exceso de alcohol como reactivo desplazará el equilibrio hacia el lado derecho de la ecuación, aumentando la cantidad de productos. Por lo general, se utiliza un exceso de alcohol del 100%, es decir, 6 moles de alcohol por mol de aceite (50).

La reacción química tiene lugar cuando el aceite se incorpora a la mezcla de alcohol y catalizador. Esto requiere ciertas condiciones de tiempo, temperatura y agitación. Debido a que los alcoholes y los aceites no se mezclan a temperatura ambiente, la reacción química se lleva a cabo generalmente a una temperatura más alta y bajo agitación continua, para aumentar la transferencia de masa entre las fases.

El proceso de transesterificación puede realizarse a diferentes temperaturas. Para el mismo tiempo de reacción, la conversión es mayor a temperaturas más altas. Debido a que el punto de ebullición del metanol es de aproximadamente 68 °C, la temperatura de transesterificación a presión atmosférica suele estar en el intervalo entre 50 °C y 60 °C (50).

La separación de los productos de reacción se realiza por decantación o centrifugado: la mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) se separa de la glicerina formando dos fases, ya que tienen diferentes densidades. La mayoría del catalizador y el exceso de alcohol se concentrarán en la fase inferior (glicerina), mientras que la mayoría de los mono, di y triglicéridos se concentrarán en la fase superior (FAME). Una vez que la separación está definida, las dos fases pueden separarse físicamente.

La mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) obtenida de la reacción de transesterificación debe estar purificada para cumplir con los estándares de calidad establecidos para el biodiesel, por tanto, debe lavarse, neutralizarse y secarse (50).

Los sucesivos pasos de lavado con agua eliminan los restos de metanol, catalizador y glicerina, ya que estos contaminantes son solubles en agua. Posteriormente, se elimina el agua mediante un paso de secado, y de esta manera, el producto purificado está listo para su caracterización como biodiesel según los estándares internacionales (50).

La glicerina obtenida de la reacción química es de baja calidad y no tiene valor comercial. Por tanto, debe purificarse tras la separación de fases. La purificación es una alternativa muy interesante para las plantas de producción a gran escala.

La glicerina es químicamente un alcohol, es un líquido de alta viscosidad a temperatura ambiente, inodoro, transparente, incoloro, de baja toxicidad y sabor dulce. El punto de ebullición de la glicerina es alto, 290 °C, y su viscosidad aumenta notablemente a baja temperatura, hasta su punto de congelación, 18 °C. Es una sustancia polar, que se puede mezclar con agua y alcoholes, y también es un buen disolvente.

Existen múltiples aplicaciones de la glicerina, se incluyen la fabricación, conservación, ablandamiento y humectación de una amplia variedad de productos. Algunos de los usos de la glicerina son:

- ✓ Como aditivo en la fabricación de jabones, para mejorar sus propiedades
- ✓ En la fabricación de nitroglicerina para la producción de explosivos

- ✓ En la industria alimentaria, para la elaboración de dulces, refrescos y alimentos para mascotas y en la conservación de frutas en conserva
- ✓ Por sus propiedades hidratantes y emolientes, en la industria cosmética para la fabricación de cremas y lociones
- ✓ En la industria química, para la fabricación de espumas de uretano, resinas alquídicas y celofán, entre otros usos
- ✓ En la industria farmacéutica, para la fabricación de ungüentos, cremas y lociones
- ✓ En la fabricación de determinadas tintas
- ✓ Para la lubricación de moldes.

En los últimos años, la producción de glicerina se ha incrementado, debido al crecimiento sostenido de la producción de biodiesel. Varios grupos de investigación académicos e industriales están buscando activamente nuevas aplicaciones para la glicerina (50).

4.2 Ventajas y desventajas del biodiesel

Las principales ventajas están asociadas a factores ambientales. Al ser de origen vegetal o animal, es un combustible renovable. Como se mencionó anteriormente, la materia prima utilizada proviene de diferentes cultivos, como la soja, la colza, etc., incluso es factible fabricar biodiesel a partir de aceites utilizados en la gastronomía o en la industria alimenticia. Hay que destacar que Argentina posee una industria frigorífica muy importante, y como también se pueden usar grasas animales como biomasa, en ese caso el biodiesel aportaría soluciones al tratamiento de residuos industriales. Otra ventaja asociada a la materia prima es que su degradación es mucho más rápida que la del combustible fósil, reduciendo los costos ecológicos en caso de accidentes o derrames.

Otro factor ambiental importante, es que reduce las emisiones de gases a la atmósfera. La reducción oscila entre el 30% y el 93% dependiendo del tipo de emisión y del tipo de motor utilizado (49). Entre los principales gases que se logra reducir están el monóxido de carbono (CO), material particulado, hidrocarburos no quemados, sulfatos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH). A diferencia del gasoil convencional, el biodiesel no contiene azufre, y por lo tanto no emite dióxido de azufre (SO₂). Cabe recordar que este gas es el principal causante de las lluvias ácidas.

El biodiesel es completamente miscible con el gasoil en cualquier proporción, lo que lo convierte en un excelente aditivo. Además, los costos y riesgos asociados al almacenamiento y transporte son menores dado que el punto de inflamación del biodiesel (100 °C) es mayor al del gasoil (50 °C).

Otras ventajas del biodiesel están asociadas a factores económicos. Argentina es un país con petróleo, pero no es un país petrolero. Durante diferentes momentos históricos hemos dependido de mercados energéticos externos como fuente de abastecimiento. La matriz energética argentina es fuertemente dependiente de combustibles fósiles y frecuentemente debemos recurrir a la importación de combustibles líquidos para abastecer la demanda interna. Por todo ello, el biodiesel, y los biocombustibles en general, pueden contribuir a la solución de estos inconvenientes. La disponibilidad de recursos naturales (ejemplo la soja), excede los requerimientos industriales.

Existen algunas desventajas asociadas al biodiesel, por ejemplo, se forman pequeños cristales que pueden tapan los conductos y filtros de combustible, y solidifica a 2 o 3 grados más que el diesel fósil. Otra desventaja importante es que pierde sus propiedades a corto plazo, esto se debe a que presenta baja estabilidad hidrolítica y oxidativa (49). Por ello el almacenamiento no debe superar los 6 meses. Sin embargo, estas desventajas pueden resolverse fácilmente cuando el biodiesel se emplea como mezcla con gasoil mediante el agregado de aditivos.

En cuanto al rendimiento del biodiesel (utilizado en forma pura) en comparación al gasoil, numerosos ensayos presentaron reducciones de potencia del biodiesel (entre un 1,3% y un 3,7%) pero sin una tendencia clara, lo cual depende de otros factores como el tipo de motor o las rpm. También se observaron incrementos en el consumo específico con el biodiesel (B100) de entre 7% y 9,5%. Sin embargo, estas mismas pruebas realizadas con mezclas menores al 20% (B20) no evidenciaron diferencias significativas (46) (47) (48).

El costo de producción, en comparación con los derivados del petróleo, es aún un factor ambiguo. El precio internacional del petróleo (por ejemplo, WTI o Brent) suele tener variaciones muy fuertes. Por citar algunos ejemplos, en marzo de 2020 el Crudo Brent estaba por debajo de los U\$30.-, cuando durante el 2019 osciló en los U\$60.-, y en 2018 superó los U\$80.- A su vez el precio del biodiesel depende de su principal materia prima que es el aceite, aunque dado que su producción es nacional, es factible regular el precio interno. Sin embargo, tal vez este punto no sea una desventaja, sino una ventaja, dado que la mezcla de combustibles fósiles con biocombustibles aporta menos volatilidad a sus precios y menos vulnerabilidad a los precios internacionales.

Un factor adicional que es conveniente mencionar, tiene que ver con el uso de recursos naturales. La tierra utilizada para estos cultivos reduce la cantidad de tierras disponible para alimentos. Esto representa una gran preocupación en un mundo donde hay que alimentar a una población cada vez mayor. Además, estos cultivos necesitan grandes cantidades de agua y fertilizantes, necesarios para la producción de otros alimentos. En el mismo sentido, preocupa el efecto de los monocultivos en ecosistemas rurales equilibrados. Argentina conoce de esto, la producción y exportación agrícola se centra en uno o dos cultivos (soja y en menor medida maíz).

4.3 Normas de calidad aplicables al biodiesel en Argentina

En Argentina, las propiedades de caracterización de combustibles líquidos para uso automotor deben cumplir con las especificaciones de calidad establecidas en la Resolución Nro. 6 (51) de fecha 4 de febrero de 2010 de la SECRETARÍA DE ENERGÍA del MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS. Dicha Resolución fue modificada por la Resolución 828/2010 (52) de fecha 10 de septiembre de 2010, de la misma secretaría y, finalmente, se incorporaron requisitos de calidad mediante la Disposición 331/2019 (53) de fecha 6 de diciembre de 2019, de la SUBSECRETARÍA DE HIDROCARBUROS Y COMBUSTIBLES. La Disposición N° 331/2019 establece un nuevo tipo de biodiesel denominado “Biodiesel CF” el cual tiene un mejor comportamiento en zonas de bajas temperaturas. Esta última Disposición entró en vigencia el 1° de enero del año 2021.

En resumen, el marco normativo mencionado en el párrafo anterior establece las especificaciones de calidad que se transcriben en la Tabla 15. Las propiedades incluidas en el Grupo I son de carácter obligatorio mientras que las incluidas en el Grupo II se puede realizar en la misma planta o en un laboratorio externo, de forma periódica, con fines estadísticos.

Tabla 15 Especificaciones de calidad de biodiesel

Parámetro	Unidad	BODIESEL		BODIESEL CF		Método de ensayo
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
GRUPO I (ANÁLISIS CRÍTICOS)						
Contenido de Ester	%m/m	96,5		96,5		EN 14103
Éster de metilo del ácido linolénico	%m/m		12,0		12,0	EN 14103
Densidad a 15°C	kg/m3	860	900	860	900	ASTM D-1298
Viscosidad a 40°C	cSt	3,5	5,0	3,5	5,0	ASTM D-445
Punto de inflamación	°C	120		120		ASTM D-93
Contaminación total	mg/kg		24		24	EN 12662
Cold Soak Filterability	Segundos		360		200	ASTM D-6751-08
Contenido de agua	% (m/m)		0,03		0,03	ASTM D-4928
Contenido de monoglicéridos	% (m/m)		0,70		0,40	EN 14105
Contenido de diglicéridos	% (m/m)		0,20		0,20	EN 14105
Contenido de triglicéridos	% (m/m)		0,20		0,20	EN 14105
Glicerol libre	% (m/m)		0,020		0,020	EN 14105
Glicerol total	% (m/m)		0,250		0,250	EN 14105
Índice de acidez	mg KOH/g		0,50		0,50	ASTM D-664
Estabilidad a la oxidación (a 110°C)	horas	10		8		EN 14112 / EN 15751
Punto de enturbiamiento	°C	Informar				ASTM D-2500
GRUPO II (ANÁLISIS ESTADÍSTICOS)						
Metales de grupo I (Na+K)	mg/kg		5		5	EN 14538
Metales de grupo II (Ca+Mg)	mg/kg		5		5	EN 14538
Residuo Carbonos	% m/m		0,050		0,050	ASTM D-4530
Cenizas Sulfatadas	% (m/m)		0,020		0,020	ISO 3987
Corrosión en lámina de cobre (3ha50°C)	Grado		1		1	ASTM D-130
Fósforo	mg/kg		4,0		4,0	EN 14107
Azufre	%m/m		0,0010		0,0010	ISO 3987
Número de cetano		45		45		ASTM D-613
Índice de lodo	g lodo/100g	Informar				EN 14111

Secretaría de Energía (52) (53)

4.4 Emisiones de gases debido al uso del biodiesel

Como se mencionó anteriormente, una de las ventajas del biodiesel sobre gasoil, es que reduce considerablemente las emisiones de GEI y otros gases tóxicos.

El Gobierno Nacional puso su interés en los biocombustibles e implementó políticas de apoyo a la producción de biodiesel como estrategia para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático en línea con las políticas mundiales (Protocolo de Kioto; Acuerdo de París, etc.). En este sentido, en noviembre del 2007, se promulgó la Ley N° 18.195 "Fomento y regulación de la producción, comercialización y utilización de agrocombustibles correspondiente a las categorías definidas" (54). Los objetivos de dicha ley son fomentar y regular la producción, comercialización y utilización de agrocombustibles; reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los términos del protocolo de Kioto. En la misma línea se sancionan

las Leyes N° 25.438 del año 2001 (Adhesión al Protocolo de Kioto) (16), N° 27.270 del 2016 (Adhesión al acuerdo de Paris) (17) y N° 27.520 del 2019 (Presupuestos mínimos de protección ambiental) (55). De esta manera, Argentina se ha comprometido en cumplir metas ambientales y los biocombustibles son una parte fundamental para alcanzarlas.

En la Tabla 16, se indica un ejemplo de las reducciones de gases que se alcanzan con el uso del biodiesel respecto al gasoil en una concentración del 100% o al corte del 20%.

Tabla 16 Porcentaje de reducción de emisiones de gases del biodiesel respecto al gasoil

Tipo de emisión	B 100	B 20
Hidrocarburos totales sin quemar	-93%	-30%
Monóxido de carbono	-30%	-22%
Partículas en suspensión	-30%	-22%
Sulfatos	-100%	-20%
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	-80%	-13%

Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario (BCR 2017) (56)

La determinación del nivel de reducciones de GEIs del biodiesel es sumamente importante puesto que las reglamentaciones de muchos países, y en especial de la Unión Europea, determinan los niveles mínimos de reducciones que se requieren para importar a sus respectivos mercados. Cabe recordar que la Unión Europea es el principal destino del biodiesel argentino.

Emisiones de GEIs en etapas productivas previas

La normativa internacional exige computar las emisiones netas de GEIs desde el inicio del proceso productivo y considerando el cuidado de los recursos forestales. Esto significa que deben sumarse las emisiones de GEIs generadas en los procesos de producción de la materia prima. Asimismo, si esta materia prima fuera producida en zonas deforestadas, también deben computarse las emisiones provocadas por la tala de bosques naturales.

En el caso del biodiesel argentino, la tecnología más difundida en la producción de la materia prima es la siembra directa. Esto incluye un conjunto de prácticas y aplicaciones tecnológicas que reduce al mínimo las tareas de labranza, lo cual disminuye significativamente los requerimientos de combustible e incluso favorece la captura de dióxido de carbono y minimiza la erosión del suelo.

Por otro lado, el reemplazo de vegetación autóctona o de ganadería extensiva por cultivos de producción intensiva aumentan las emisiones de GEIs y también deben ser computadas. Afortunadamente, Argentina cuenta con una Ley de Protección de Bosques Nativos (Ley N° 26.331) (57) y las áreas sembradas actualmente son en su mayoría, regiones que han sido empleadas para la agricultura por décadas.

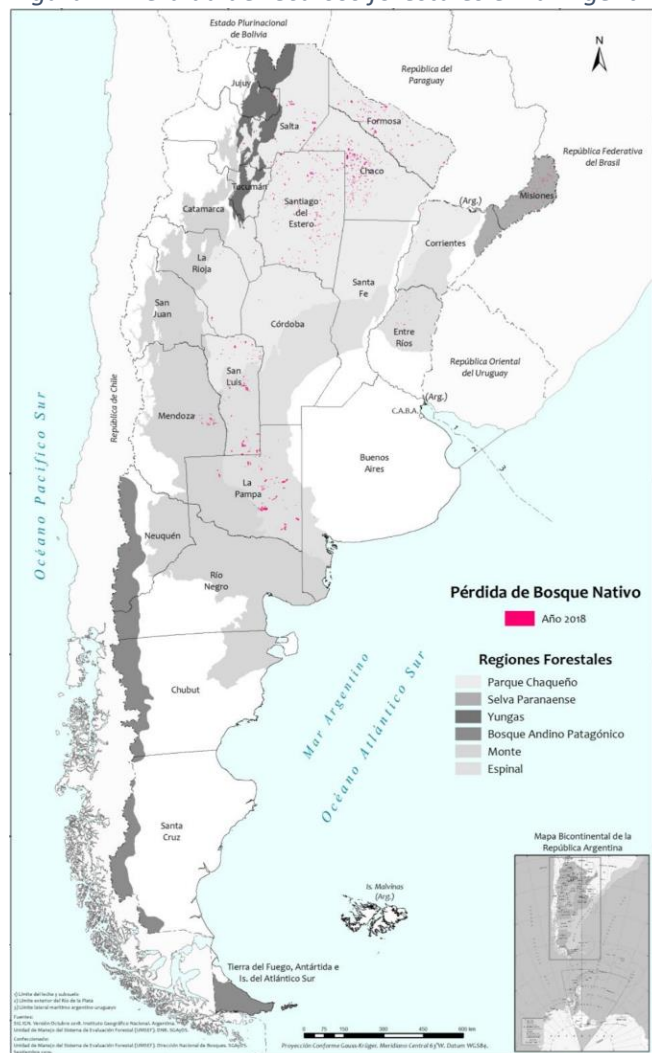
Sin embargo, en el año 2018 se deforestaron 186.620 hectáreas de bosques nativos, lo que representa una tasa anual de pérdida de bosques de 0,39%. Esa tasa de deforestación se mantuvo constante entre los años 2016 y 2018 (58).

En el mapa de la Figura 17 se señalan las pérdidas de bosques nativos sufridas durante el año 2018. Como se puede observar, la concentración es mayor en las provincias de Chaco, Formosa y Santiago del Estero.

Las emisiones causadas por la pérdida de vegetación autóctona, en el año 2018 fueron de 46,74 M tCO₂eq (millones de toneladas de dióxido de carbono equivalentes). La principal causa de deforestación de bosques nativos (más del 95%) fue la quema forestal. Es importante destacar que luego de los incendios el bosque autóctono no se recupera y es reemplazado por cultivos o ganado, proceso que se conoce como expansión de la frontera agropecuaria.

Es difícil determinar la cantidad de bosques que fue destruido para sembrar soja en esas tierras, cuyo aceite se usó en la producción de biodiesel, pero uno de los principales fines de la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles es precisamente la reducción de GEIs. Resulta importante analizar las emisiones totales de la cadena de producción del biodiesel, considerando la producción de su materia prima y su impacto en los recursos naturales, evitando de esta forma que se apliquen barreras al ingreso de biocombustibles a los mercados internacionales.

Figura 17 Pérdida de recursos forestales en la Argentina



Fuente: Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la Argentina 2018 (58)

Capítulo 5: SEGURIDAD ENERGÉTICA Y BIOCOMBUSTIBLES

5.1 Conceptualización de la seguridad energética

Los actores políticos contemporáneos se encuentran en la necesidad de buscar una solución integral al momento de planificar los recursos energéticos para una economía. No basta con solucionar el problema de la dependencia de petróleo extranjero, o asegurar el abastecimiento de energía eléctrica en la población. Una respuesta miope a estas cuestiones puede llevar simplemente a reemplazar una vulnerabilidad por otra. Si por ejemplo resultara más rentable importar gas natural para generar electricidad que diversificar la matriz de generación, este hecho puede reducir los costos de suministro en el corto plazo (reduce vulnerabilidad) pero delega soberanía de abastecimiento (aumenta vulnerabilidad).

Otras cuestiones tienen que ver con aspectos ambientales, disponibilidad de recursos dentro del territorio, relaciones políticas con naciones extranjeras, desarrollos tecnológicos, transporte, precios asequibles. Cada una de estas cuestiones hablan de las **dimensiones de la seguridad energética**, y todas ellas tienen en común que son necesarias para la sostenibilidad de los sistemas económicos, de allí la necesidad de establecer acciones por parte de los actores políticos tendientes a garantizar los recursos.

El pensamiento ha evolucionado en varias etapas. Inicialmente, el problema de la seguridad energética se reducía al problema de abastecerse de petróleo que se trataba del recurso más económico y más utilizado. Al poco tiempo, fue necesario contemplar la disponibilidad de otros combustibles además del petróleo, los precios, las cuestiones económicas, sociales y ambientales.

Existen numerosas interpretaciones a la hora de hablar de seguridad energética debido a las múltiples dimensiones empleadas (4). La mayoría de los autores abordan la temática desde la cuestión del abastecimiento y la definen como la capacidad de un país para satisfacer la demanda nacional de energía con suficiencia, oportunidad, sustentabilidad y precios adecuados, en el presente y hacia el futuro. En el mismo sentido, se refiere la Energy International Agency definiendo la seguridad energética como la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible.

Es posible sintetizar el concepto de seguridad energética como la capacidad de un gobierno de obtener recursos energéticos con disponibilidad cuando sean requeridos, con accesibilidad a las fuentes de recursos, a precios asequibles y aceptables ambientalmente. De allí la identificación de las 4 “a”, por sus iniciales del inglés: availability, accessibility, affordability y acceptability.

Cherp y Jewwell (5), introducen el concepto de vulnerabilidad al análisis, al identificar la baja vulnerabilidad como característica distintiva de la seguridad energética.

La seguridad energética puede comprenderse desde tres perspectivas (5): la perspectiva de soberanía y geopolítica; la perspectiva de robustez y perspectiva de resiliencia. Cada una de ellas tiene una base científica diferente, la primera se fundamenta en las ciencias políticas, la segunda en la ingeniería y en las ciencias naturales, y la tercera está enraizada en las ciencias económicas.

5.2 Las tres perspectivas de la seguridad energética

Los primeros debates en torno a la seguridad energética han estado dentro del enfoque geopolítico. Con posterioridad, surgieron nuevos problemas que ponían en vilo a la seguridad energética y no podían ser explicados desde la geopolítica. La nueva amenaza tenía que ver con el agotamiento de los recursos naturales y la solución no se encontraba en un análisis geopolítico sino en las ciencias naturales, la ingeniería y la economía. A su vez, esta línea de análisis se centra en dos ideas principales: la primera es la existencia de límites globales, la segunda es la vulnerabilidad de los sistemas técnicos complejos.

Un tercer abordaje de la seguridad energética, que no siempre es considerado, tiene que ver con la estructura de mercado. Hay evidencias de que estructuras de mercado concentradas pueden poner en riesgo el suministro de recursos o al menos interferir en los niveles de precios (5).

A continuación, se analizará cada uno de estos conceptos y se evaluará la situación argentina en cuanto a los biocombustibles de uso automotor.

5.2.1 La perspectiva de la geopolítica y de la soberanía

Cuando el suministro de un recurso productivo esencial se encuentra geográficamente alejado, se tiene una cuestión geopolítica. Esa situación era la que reinaba entre los países más industrializados durante la primera mitad del siglo XX. El petróleo se había convertido en el principal recurso energético pero los campos de explotación se encontraban muy alejados. En ese contexto, la seguridad energética era vista como la necesidad de abastecimiento de combustible para fines militares. Los ejércitos de la mayoría de los países europeos se volvieron vulnerables al ataque enemigo de campos petrolíferos o rutas de transporte (5).

El uso intensivo del petróleo y sus derivados se trasladó a la sociedad. Las naciones desarrolladas dependían del petróleo para el transporte, generación de electricidad, producción de alimentos, calefacción, por citar solo las más relevantes. Mientras tanto, la producción de esos países no era suficiente para sus necesidades.

El proceso de descolonización significó la pérdida de control físico de las principales regiones productoras de petróleo. Por otro lado, muchos de los países de las antiguas colonias dependían de los ingresos de exportación de petróleo para su desarrollo económico.

A partir de la década del '70 sucedieron una serie de acontecimientos mundiales que revelaron los riesgos de la dependencia del petróleo proveniente de zonas críticas. La crisis petrolera de 1973, la guerra del Golfo Pérsico, el aumento del consumo chino de petróleo, la crisis del gas entre Rusia y Ucrania que afectó a Europa, son algunos ejemplos que demuestran porque la seguridad energética fue abordada desde la óptica de las Ciencias Políticas que veían la guerra y la diplomacia pacífica como parte de la misma "gran estrategia" (5).

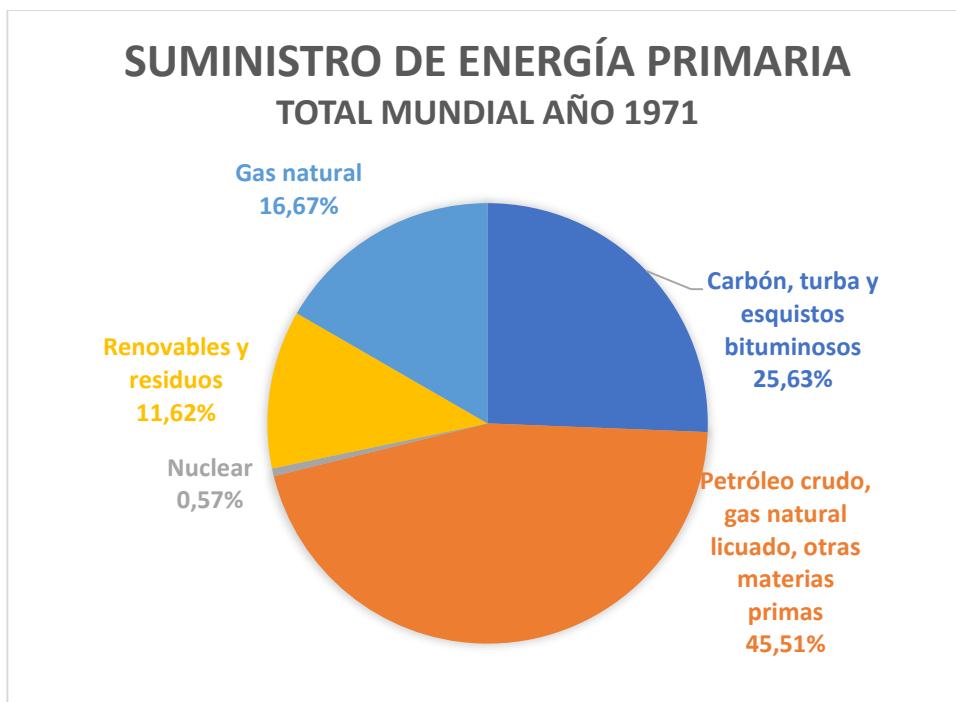
La gran estrategia consistía en ampliar el almacenamiento, diversificar geográficamente el suministro, incentivar fuentes energéticas alternativas, el uso racional de la energía, la creación de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) y la presencia militar en las regiones de conflicto.

La cuestión principal desde la perspectiva de la geopolítica y de la soberanía es **¿quién controla los recursos energéticos y con qué medios?.** Desde el enfoque geopolítico se analizan las regiones productoras, las rutas de acceso, pero también, las relaciones de poder existentes entre los principales actores.

5.2.1.1 Impactos de la crisis petrolera de 1973 en la Argentina. Una mirada desde la geopolítica. Aportes de los biocombustibles líquidos

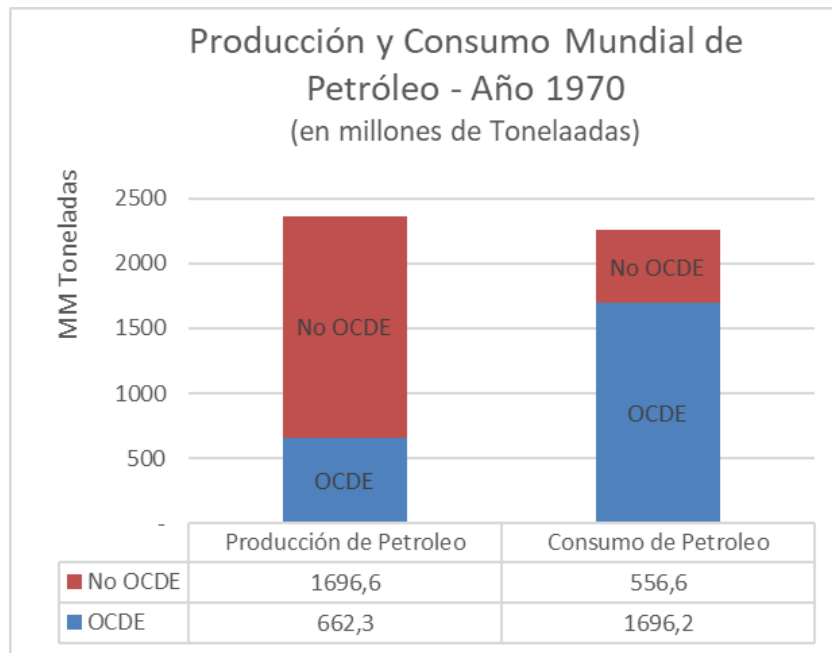
En los primeros años de la década del '70, el mundo mostraba indicios del agotamiento del ininterrumpido período de crecimiento económico iniciado en la postguerra, expansión lograda gracias a una provisión continua de materias primas, entre las cuales el petróleo ocupaba un lugar preponderante (Figura 18). No solo estaba concentrada la utilización de la energía en combustibles fósiles, sino que además los centros de producción y consumo se hallaban disociados. El petróleo representaba casi la mitad de los recursos primarios y el 75% del mismo era consumido por las potencias industrializadas, las cuales solo aportaban un 28% de la producción mundial (Figura 19). Desde la perspectiva geopolítica, esto significaba una combinación muy riesgosa.

Figura 18 Suministro de energía primaria



Elaboración propia con datos de IEA (59).

Figura 19 Producción y consumo mundial de petróleo, 1970

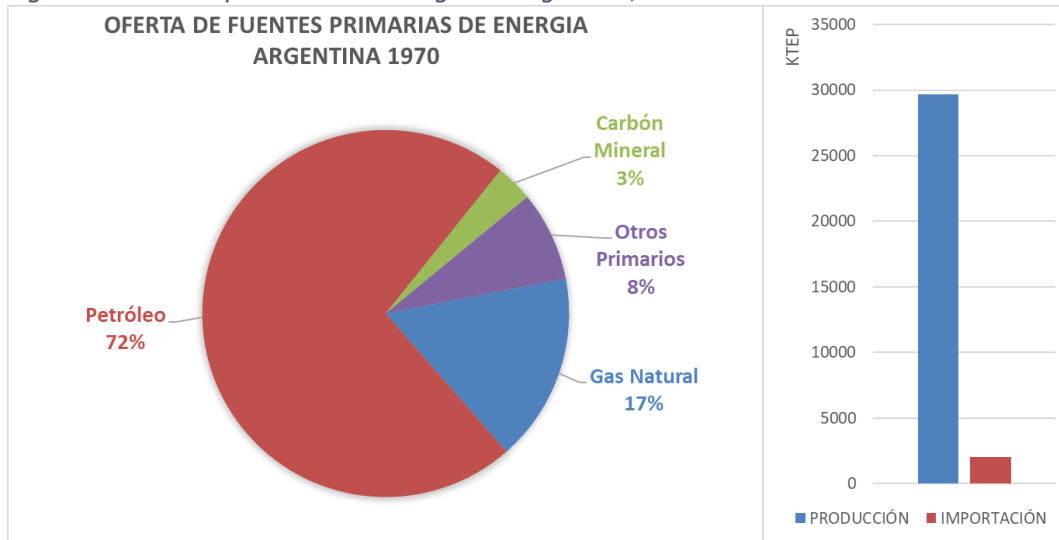


Fuente: BP Statistical Review of World Energy (60).

El riesgo geopolítico, se materializó cuando a principio de la década del '70 los países de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) redujeron drásticamente la producción de petróleo. El impacto sobre el crecimiento económico de las grandes economías industrializadas fue altísimo.

La crisis del petróleo también impactó en los países en desarrollo, aún en aquellos países con mayor grado de autoabastecimiento energético. Si bien Argentina no tenía dependencia de petróleo importado, como se muestra en la Figura 20, los efectos de la crisis del petróleo fueron muy importantes.

Figura 20 Fuentes primarias de energía de Argentina, 1970

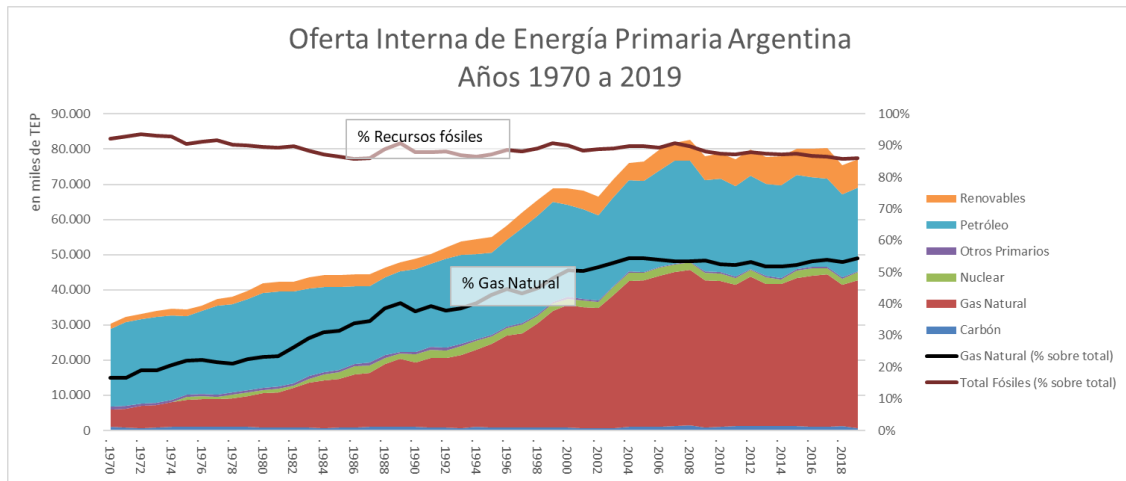


Fuente: Balances Energéticos Nacional (61).

La crisis petrolera del '73 en Argentina provocó un desbalance en el comercio exterior (62). En el año 1974 las importaciones aumentaron un 63%, mientras que las exportaciones lo hicieron solo en un 20%. El aumento de las importaciones se explica por el incremento generalizado de los niveles de precios en el contexto económico mundial (en dicho año, las importaciones medidas en cantidades crecieron solo 7%). El segundo efecto es puramente energético, el país no logró el autoabastecimiento de petróleo y la importación del recurso continuó en los años subsiguientes, pero a precios mucho más altos, lo cual impactó en el nivel de precios interno.

En este punto entra en juego la alta dependencia de petróleo dentro de la matriz primaria de Argentina. En esos años, el petróleo representaba más del 70% de los recursos energéticos primarios; es por ello que el aumento del precio del petróleo impactó fuertemente en el nivel general de precios de la Argentina.

Figura 21 Fuentes primarias de energía de Argentina, 2018



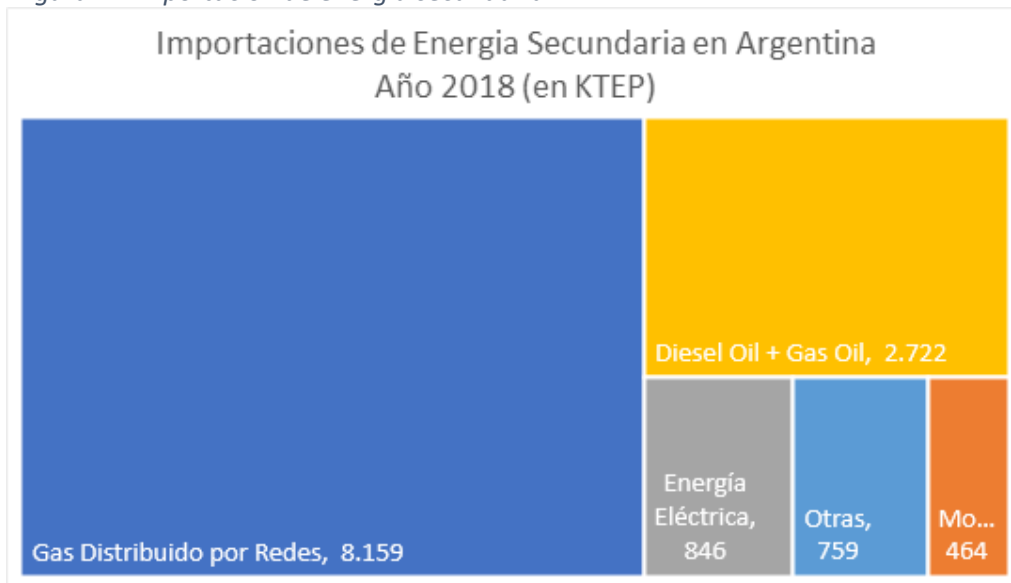
Fuente: Elaboración propia con datos de Balances Energéticos Nacional (61).

Casi cincuenta años después de la crisis del petróleo, la fragilidad a un shock exógeno continúa. Argentina no logró diversificar lo suficiente su matriz energética, la dependencia de hidrocarburos fósiles continúa. Si bien hubo una clara sustitución en el uso del petróleo por el gas natural, su reemplazo plantea los mismos riesgos desde el punto de vista de la seguridad energética. Los efectos de las variaciones internacionales de precios aún persisten y la dependencia de la economía a recursos primarios de origen fósil todavía se mantiene. Como se aprecia en la Figura 21, la participación del petróleo en el total de recursos primarios fue disminuyendo entre los años 1970 y 2019, pero fue reemplazado por el gas natural, el cual pasó de aportar a la oferta interna de energía un 17% en el año 1970 a un 54% en el año 2019, de este modo, los hidrocarburos fósiles (gas natural, petróleo y carbón) aportan en conjunto un 86% a la oferta energética.

Como aspectos positivos, en los últimos años se ha avanzado en la implementación y uso de nuevas tecnologías. Actualmente no representan una participación alta en la matriz pero, como se observa Figura 21, la utilización de fuentes renovables ha aumentado desde el año 2008 como resultado de las políticas impulsadas. Dentro de los recursos renovables se encuentra el aceite vegetal, el cual se utiliza como materia prima en la producción de biodiesel.

En cuanto a los recursos secundarios, Argentina debe abastecer la demanda interna importando el 17% del total de los recursos secundarios. Más de la mitad de las importaciones corresponden al gas de red, pero en segundo lugar se encuentran el diesel y gasoil, que son recursos factibles de ser sustituido por el biodiesel (Figura 22). La importación de gasoil, diesel y motonaftas le costaron a la Nación una salida de divisas por más de U\$S23.000 millones durante el periodo 2010 – 2019 (Tabla 8) (21).

Figura 22 Importación de energía secundaria



Fuente: Balance Energético Nacional (61).

Los biocombustibles pueden jugar un papel importantísimo en la sostenibilidad del sistema, en vista a que contribuyen a diversificar la matriz energética y reduce la dependencia del petróleo y el gas natural como fuentes de abastecimiento. Una matriz más diversificada disminuye la sensibilidad de un aumento de precios de uno de los recursos, sobre el nivel de precios general. No solo el riesgo es por cuestiones económicas; en el largo plazo el principal problema es el agotamiento de los recursos naturales.

5.2.2 La perspectiva de la robustez. La existencia de límites globales y la vulnerabilidad de los sistemas energéticos

5.2.2.1 Escasez de recursos

A lo largo de la historia, el uso de la energía fue determinante en el desarrollo y crecimiento de los países. Las diferentes fuentes energéticas utilizadas permitieron grandes saltos cuantitativos durante toda la historia de la humanidad. Así ocurrió con el petróleo, cuando se convirtió en el principal recurso energético del mundo. Sin embargo, al igual que la mayoría de los recursos, las reservas de petróleo son agotables. Este hecho comenzó a hacerse particularmente notable durante las décadas del 1950 y 1960. A fines

de la década del 60 ya había tomado más fuerza la noción de escasez de recursos a disposición de la humanidad y como estos representaban un límite al crecimiento (63).

En esos años muchos países (en especial Europa, Japón y EE.UU.) evidenciaron un período de crecimiento ininterrumpido que causaron incontables problemas con sus recursos naturales. Países como Japón (caracterizado por un territorio pequeño y alta densidad poblacional) fueron escenarios de innumerables desastres ecológicos.

Paulatinamente, todos los efectos adversos causados por el crecimiento económico derivaron en una toma de conciencia de la comunidad científica y, en consecuencia, comenzó el abordaje teórico sobre los problemas ambientales.

El análisis de la seguridad energética desde un abordaje de los límites naturales y tecnológicos complementa a la óptica geopolítica tradicional. En ese contexto surgió la idea de analizar el cambio climático y el calentamiento global como un asunto de seguridad energética, por los riesgos que existen en torno a los sistemas de producción y transporte de combustibles y electricidad. Este cambio conceptual es consistente con los debates sobre el “peak oil” y la inminente transición a fuentes de energía alternativa (64).

5.2.2.2 La vulnerabilidad de los sistemas energéticos

El segundo análisis, realizado desde la perspectiva de la robustez de la seguridad energética, está relacionado con la vulnerabilidad de los sistemas energéticos. Los accidentes nucleares de Three Miles Island (1979), Chernobyl (1986) y Fukushima (2011), pusieron en evidencia que sistemas muy complejos puede fallar por errores humanos, accidentes o desastres naturales imprevisibles. Estos hechos pueden provocar cambios en los lineamientos de la seguridad energética; de hecho, algunas naciones pusieron freno al desarrollo nuclear después de estos acontecimientos.

Por ello, surge esta línea de análisis centrada en la vulnerabilidad de los sistemas energéticos técnicamente hablando. Si para la perspectiva geopolítica, la cuestión principal es ¿quién controla los recursos energéticos y con qué medios?; para la perspectiva de la robustez, el problema central es ¿qué tan vulnerables son los sistemas energéticos?. Con estos aportes, las ciencias naturales complementan la visión política de la seguridad energética, puesto que la complejidad de los sistemas y los constantes cambios tecnológicos no están exentos de fallas (5).

5.2.2.3 Diferencias conceptuales entre Vulnerabilidad, Dependencia y Riesgo

En principio es necesario comprender el concepto de vulnerabilidad. De acuerdo con Jacques Percebois (65), la **vulnerabilidad** energética de un país se puede definir como una situación en la que dicho país no es capaz de tomar decisiones de política energética de manera libre y soberana, o tomarlas, pero a un costo económico o político colectivamente insostenible. En cambio, el concepto de **dependencia** está relacionado con la incapacidad de una nación de acceder a los recursos. Por ejemplo, un país que logra autoabastecerse energéticamente a un costo altísimo será independiente energéticamente, pero será vulnerable. En cambio, un país que no posee recursos naturales y debe recurrir a la importación de su energía, pero a precios accesibles, garantizando el abastecimiento mediante acuerdos comerciales y diversificando las fuentes de abastecimiento, será dependiente pero no vulnerable. Un país que se autoabastece, pero las principales compañías energéticas dependen de las decisiones de planeamiento de empresas o gobiernos extranjeros, puede ser considerado vulnerable. Otro ejemplo similar se da cuando un país se autoabastece pero el precio interno de sus recursos depende de un precio de referencia de mercados externos. En este caso, hay independencia energética y vulnerabilidad. Se puede ser vulnerable cuando aumenta el precio de las importaciones y se vuelve excesivo desde un punto de vista macroeconómico.

De la misma manera, un país exportador puede ser vulnerable, si cae el precio internacional o se cierran mercados por cuestiones regulatorias y esas exportaciones representan el grueso de los recursos fiscales, esa nación será muy vulnerable energéticamente.

Por último, vulnerabilidad y dependencia se diferencian del concepto de **riesgo**. El riesgo puede ser definido como un evento que aún no ha ocurrido pero que podría ocurrir con cierta probabilidad (4). Los debates en torno al cambio climático plantean la idea de riesgo, existe un riesgo dado que las continuas emisiones de CO₂ podrían afectar seriamente la vida en la tierra. Para Lavell (66), el riesgo es la probabilidad de consecuencias negativas o pérdidas esperadas como resultado de interacciones entre amenazas y condiciones de vulnerabilidad. El riesgo es factible de ser medido, se le puede asignar un valor de probabilidad que pronostique la posibilidad de concreción de eventos futuros.

5.2.3 La perspectiva de resiliencia. Seguridad energética y estructura de mercado

Una limitación que existe en la utilización de los biocombustibles como recurso estratégico de la política energética es la limitada capacidad del Estado en el control de

la producción y las exportaciones. En el caso particular del biodiesel de soja, la concentración de la estructura productiva podría limitar la capacidad de planificación sobre el destino de la producción y las exportaciones.

En Argentina el biodiesel y el bioetanol se comercializan dentro de un mercado libre, pero la libertad de mercado no garantiza la competencia perfecta. Por el contrario, la estructura del mercado argentino fue configurándose con un grupo reducido de actores que concentran la producción y el comercio. Si bien tanto en la producción primaria como en los procesos industriales, en el mercado argentino hay un número muy alto de actores, y éstos compiten con un grupo de empresas con posición dominante sobre el mercado gracias a su capacidad de producción y procesamiento gigantesco.

La tercera perspectiva de análisis sobre la seguridad energética tiene que ver con su relación con las estructuras industriales y con la defensa u oposición de la desregulación del mercado.

Esta perspectiva nace dentro de un contexto de libre comercio e inversión que se dio durante la última década del siglo XX en el auge de la globalización y las reformas del mercado. En este contexto cobró fuerza la idea de que el libre mercado contribuye a la seguridad energética. En el otro extremo se encuentran los defensores de la regulación del mercado, respaldados por los numerosos ejemplos de crisis energéticas causadas por falta de regulación.

Según Cherp y Jewell (5) los argumentos esgrimidos por los que proponen la desregulación como camino para garantizar la seguridad energética son los siguientes:

1) La falta o la ineficiencia de suministro de energía fueron causadas por cuestiones políticas.

2) El libre mercado, por su propia dinámica, tiene la capacidad de garantizar el suministro de energía de manera más eficiente, y por lo tanto garantiza la seguridad energética.

3) El petróleo, el gas natural, la electricidad y los otros combustibles son mercancías, no son bienes públicos.

4) Los servicios públicos de electricidad y gas natural, son factibles de ser organizados como un mercado abierto.

5) La “independencia energética” es un concepto obsoleto y potencialmente peligroso.

El problema es que, en ocasiones, los incentivos y objetivos del mercado no coinciden con los objetivos de seguridad energética. La seguridad energética tiene objetivos de largo plazo y puede significar un costo en el corto plazo. Esto se contraponen

a las metas de rentabilidad del capital privado. En un contexto de libre mercado, la elección entre reducción de costos y aumento de riesgos dependerá de cada empresa, en función de la regulación establecida.

Una forma de analizar la cuestión del riesgo dentro de una óptica de mercado podría ser, por ejemplo, la teoría de portafolio. La noción coloquial de “no poner todos los huevos en la misma canasta” puede aplicarse al sector energético. Una matriz más diversificada es menos riesgosa. Una variación de precio de una fuente energética tendrá un impacto menor sobre la economía cuando existe mayor diversidad de fuentes primarias.

Esta óptica analítica, basada en el enfoque económico, contrasta con el enfoque geopolítico que sostiene que la seguridad energética se debe garantizar mediante la política y, si es necesario, el control militar sobre los recursos. El enfoque económico también es distinto al enfoque de ingeniería, el cual utiliza métodos de planeamiento y prospectiva para garantizar la seguridad energética.

Esta perspectiva nos permite evaluar cómo afecta la estructura de mercado del biodiesel a la seguridad energética nacional.

5.2.3.1 El caso del mercado de biodiesel en Argentina. Estructura industrial del complejo productivo oleaginoso

La producción de biodiesel se encuentra muy concentrada en pocos actores que, además, participan en la producción de la materia prima. La molienda de soja en nuestro país tiene una de las mayores capacidades de procesamiento en el mundo. Actualmente la capacidad instalada permite el procesamiento de 60 millones de toneladas anuales, que se distribuyen en 45 plantas. Es una industria altamente concentrada, tan solo 9 empresas poseen el 83,8% de la capacidad instalada para el procesamiento de aceites. Las principales firmas son Cargill, Bunge, Dreyfus, Renova, Molinos, AG Deheza y Vicentín (Figura 23). La mayoría de estas firmas están verticalmente integradas, desde la etapa de siembra a la exportación del producto y poseen plantas de almacenamiento de granos y terminales portuarias propias para la exportación, donde la concentración del negocio es aún mayor (26).

Figura 23 Principales empresas aceiteras

Principales empresas aceiteras
Según capacidad instalada, 2018

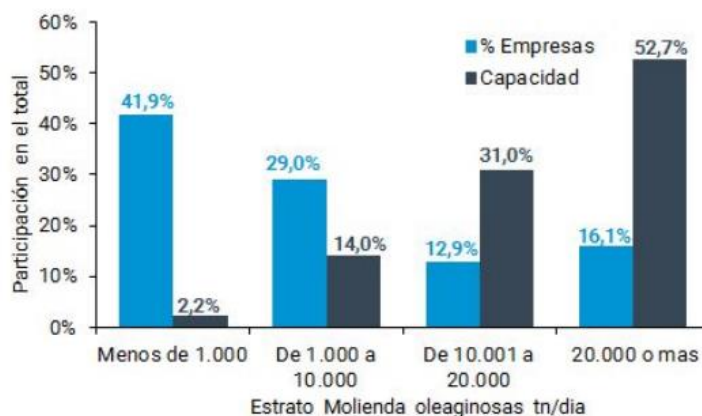


Fuente: Ministerio de Hacienda (26)

El informe de Cadena de Valor de Oleaginosas del 2019, del Ministerio de Hacienda de la Nación, señala que solo el 16,1% de las empresas productoras de aceites concentran el 52,7% de la capacidad instalada de molienda (Figura 24) y, en cuanto a la capacidad de refinado, el 25% de las empresas procesan el 61,5% del total (Figura 25).

Figura 24 Capacidad de molienda

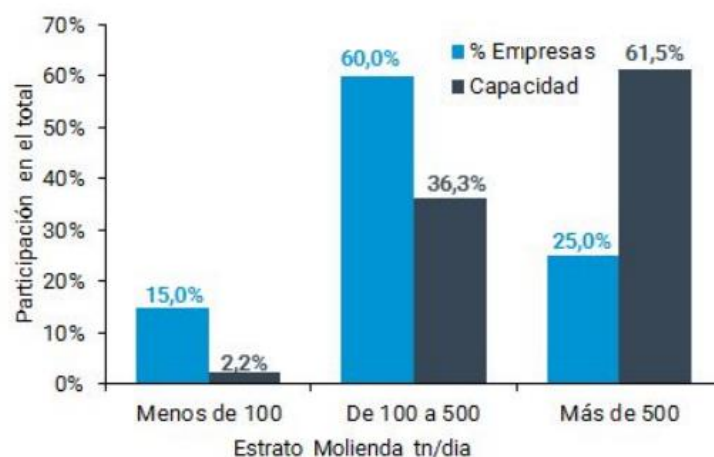
Distribución de la capacidad de molienda
Segun capacidad instalada. 2018



Fuente: Ministerio de Hacienda (26)

Figura 25 Distribución de la capacidad de refinado

**Distribución de la capacidad de refinado
Según capacidad instalada, 2018**



Fuente: Ministerio de Hacienda (26)

La misma concentración de mercado se presenta en la capacidad procesadora de biodiesel (Tabla 17)

Tabla 17 Grupos de empresas de biodiesel por tamaño

Estratificación 2018

Tamaño	% de Empresas	% de Producción
Grande	22%	56%
Grande no integrada	8%	12%
Mediana	47%	28%
Pequeña	22%	4%
Total	100%	100%

Fuente: Ministerio de Hacienda (26)

Como se indica en la Tabla 17, la estructura del mercado argentino de biodiesel se caracteriza por una muy alta concentración de la actividad en pocas compañías, las cuales se encuentran entre las más grandes del mundo. Estas firmas compiten dentro de un mercado heterogéneo junto a otras plantas de menor tamaño. De acuerdo con un

estudio de la Bolsa de Comercio de Rosario (56), para el año 2017, en la industria coexistían 37 plantas, lo cual es un número relativamente alto de productores, pero la producción estaba muy polarizada. Al comparar la estructura industrial del biodiesel en Argentina y en EE.UU. se aprecia perfectamente el nivel de concentración presente en Argentina (Tabla 18).

Tabla 18 Comparación de tamaño de plantas entre Argentina y EE.UU.

ARGENTINA		EE.UU.	
Rango de Tamaño por capacidad de producción (en tn/año)	Cantidad de plantas	Rango de Tamaño por capacidad de producción (en tn/año)	Cantidad de plantas
Menos de 20.000	8	Menos de 20.000	50
Entre 20.001 y 50.000	3	Entre 20.001 y 50.000	17
Entre 50.001 y 100.000	16	Entre 50.001 y 100.000	15
Entre 100.001 y 200.000	3	Entre 100.001 y 200.000	26
Entre 200.001 y 700.000	7	Entre 200.001 y 700.000	11
TOTAL	37	TOTAL	119

Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario (56)

Las diferentes estructuras industriales se explican por el destino al cual se dirige cada una de las respectivas producciones. La producción estadounidense está destinada principalmente al mercado interno, y resulta más eficiente localizar las plantas productoras cerca del punto de consumo, y la capacidad de las mismas guarda proporción a la población del lugar. Mientras que, en el caso argentino, la producción se destina principalmente para el mercado exportador puesto que la capacidad instalada excede largamente la demanda del consumo doméstico.

En el mercado argentino las firmas líderes tienen una posición dominante oligopólica y oligopsonica simultáneamente. En la comercialización de la materia prima representan un oligopsonio, dado que pocos compradores concentran un porcentaje alto de la demanda e interactúan con miles de productores pequeños o medianos. En el año 2018, más de 42.000 EAPs (explotaciones agropecuarias) implantaron soja. Por otro lado, en la comercialización de productos industrializados (harina, aceite y biodiesel), las mismas firmas representan un oligopolio puesto que, en este caso, es la oferta la que está concentrada. Algo que condiciona que esto suceda son los costos asociados a la inversión, acceso a la tecnología y el acceso a los mercados externos.

La participación de empresas pequeñas y mediana en la producción de biodiesel está orientado al abastecimiento del mercado interno y representan una participación menor sobre el total producido.

La concentración de la producción también se observa desde el punto de vista geográfico. Las principales compañías productoras se instalaron en las zonas aledañas al puerto de la ciudad de Rosario, en la provincia de Santa Fe. Esta zona es el núcleo de la producción de soja, además cuenta con infraestructura portuaria adecuada, acopio y transporte ferroviario. El 80% de la capacidad de procesamiento de soja se encuentra en este polo productivo, muy por delante de Córdoba y Buenos Aires (26).

5.3 ¿Cómo puede afectar la estructura de mercado a la seguridad energética?. Los riesgos de la estructura industrial del biodiesel en Argentina

Como se mencionó anteriormente, según Cherp y Jewell (5), en ocasiones, los incentivos y objetivos del mercado no coinciden con los objetivos seguridad energética. Las metas de rentabilidad del capital privado no siempre coinciden con las metas de la seguridad energética de una nación.

Por otro lado, hay que evaluar si existe un problema de seguridad energética más profundo. Es necesario evaluar si una estructura industrial determinada tiene capacidad de resiliencia ante nuevos escenarios o, por el contrario, aumenta el grado de vulnerabilidad del sistema.

En secciones anteriores se analizaron las diferencias entre vulnerabilidad, dependencia y riesgo. Se hizo mención a la posibilidad de que exista una situación de vulnerabilidad aun en condiciones de independencia, por ejemplo, cuando un país exporta un recurso energético y se produce una caída abrupta del precio internacional o se cierran mercados por cuestiones regulatorias y esas exportaciones representan el grueso de los recursos fiscales, esa nación será muy vulnerable energéticamente. **Esto fue exactamente lo ocurrido con el biodiesel argentino en varias oportunidades.** La mayor parte de la producción de biodiesel en nuestro país se ha destinado a la exportación. En tres oportunidades el biodiesel argentino recibió medidas antidumping, lo que derivó en el cierre de mercados de exportación y en la caída de la producción hasta encontrar nuevos mercados. Como se verá en detalle en la sección 6.1, en el año 2013, la Unión Europea estableció derechos antidumping provisorios y definitivos sobre las importaciones de biodiesel originario de Argentina e Indonesia (67). Las exportaciones a esa región cayeron fuertemente entre los años 2013 y 2017 (en el año 2017 se resuelven las controversias). Con posterioridad, en el año 2016, Perú impuso derechos antidumping definitivos sobre las importaciones de biodiesel (B100) originario de la República Argentina (68). Y, finalmente, en el año 2018, Estados Unidos aplicó derechos antisubsidios y derechos antidumping al biodiesel de Argentina por una tasa promedio de 72% y 74% respectivamente (69) (70). Esto derivó en el cierre del mercado norteamericano para una de las principales fuentes de divisas de nuestro país. En 2017 se exportó a ese país

biodiesel por un monto de 725 millones de dólares (21), mientras que en el año 2019 no se efectuaron exportaciones.

Estos casos fueron claros ejemplos de vulnerabilidad existente en el mercado argentino de biodiesel. En el capítulo 6, se abordará nuevamente esta cuestión y se analizará su impacto en la economía con mayor profundidad.

También se definió anteriormente, el “riesgo” como un evento que aún no ha ocurrido pero que podría ocurrir con cierta probabilidad. Es posible evaluar el riesgo que implica a la seguridad energética un mercado polarizado como lo es la industria argentina de biodiesel. Para que la industria funcione, todas las etapas del ciclo productivo deben concretarse eficientemente y a un costo aceptable. El productor de grano debe cosechar y entregar el producto al acopiador, el acopiador debe entregar a la planta de biodiesel para su procesamiento, quién a su vez, debe distribuir a la refinadora el producto final donde se realizará el “corte” entre combustible fósil y biocombustible. Es posible evaluar el riesgo en cada una de las etapas en función de la probabilidad de ocurrencia de un evento negativo.

Desde la óptica de la estructura industrial cabe preguntarse, ¿Qué probabilidad existe que los miles de productores no puedan entregar la cosecha?. Las vulnerabilidades en esta etapa pueden ser provocadas por factores climáticos, por ejemplo, pero difícilmente los miles de productores simultáneamente dejen de abastecer a la industria. Un evento climático puede afectar toda la cosecha de un año y reducir los márgenes productivos abruptamente; factores políticos pueden cerrar pasos al transporte; pero no representa ningún riesgo desde la óptica de la estructura industrial, puesto que existen numerosos actores en competencia.

En cambio, cuando la producción es entregada a las plantas procesadoras, se presenta una situación de riesgo desde el análisis de la estructura industrial. Pocas empresas controlan la compra de millones de toneladas de poroto cosechadas en cada campaña, estas empresas tienen una posición dominante dentro del mercado. El incentivo de las empresas a aumentar ganancias, pueden llevar a una situación de precios ineficiente que comprometa el abastecimiento de biodiesel en el largo plazo. Al no haber competencia perfecta en esta etapa productiva (es decir, un mercado con gran número de oferentes y gran número de demandantes, todos ellos con la misma tecnología en competencia mutua), hay un riesgo de ejercer abuso de posición dominante. En nuestro país existe reglamentación y regulación de precios para evitarlo, es decir, para reducir riesgos (capítulo 3, punto 3.2).

Finalmente está la venta del biodiesel. En Argentina actualmente se consumen aproximadamente el 40 o 50% de la producción, el 50 o 60% restante es exportado. ¿Qué riesgos se encuentran en esta etapa productiva?. La demanda doméstica está regulada por ley (consumo destinado al corte del gasoil), por lo tanto, hay bajo riesgo de ocurrencia de un evento negativo. En cambio, en el caso del biodiesel exportado, la producción se

destina casi en su totalidad a un único destino: la Unión Europea (o a algunos de los países que la conforman). Son las empresas que en forma particular establecen compromisos de venta de combustible al exterior. La regulación aplicable ya no es solamente la nacional sino que también se aplican normas externas. Esto representa un nivel de riesgo altísimo. Si el 50% de la producción está supeditada a la normativa externa de un único destino (como en 2020), la industria de biodiesel es muy vulnerable.

Además de analizar los riesgos es posible abordar un concepto adicional: “**La resiliencia**”. Para Schneiderbauer y Ehrlich (71), la resiliencia es la capacidad de resistir y la capacidad de recuperación aun existiendo riesgo.

La industria argentina de biodiesel, ¿tiene capacidad de resiliencia?. En el hipotético caso de un cierre de un mercado externo, ¿puede reubicarse la producción rápidamente?, ¿puede el mercado interno absorber la producción no exportada?. Si no se exporta el combustible y cae el ingreso divisas, ¿puede la macroeconomía soportarlo?. En el siguiente capítulo se intentará dar respuestas a estas cuestiones.

Capítulo 6: CASO DE ESTUDIO

6.1 La primarización del complejo oleaginoso como respuesta al cierre de mercados externos de biodiesel. Un análisis desde la seguridad energética

Varios hechos recientes ocurridos en la industria argentina de biodiesel dan una dimensión de la problemática de la seguridad energética desarrollada en las secciones anteriores.

El biodiesel cobró importancia en los últimos años, la producción paulatinamente fue aumentando hasta llegar a un máximo en el año 2017. El recurso primario es abundante en nuestro país, anualmente se destinan más de 12 millones de hectáreas a la producción de soja convirtiéndola en el principal producto agrícola (40). Este biocombustible es uno de los principales productos energéticos de exportación, posicionando a la Argentina como una potencia productora de biodiesel a nivel mundial. El contexto internacional es propicio para su desarrollo ya que contribuye a la sustitución de combustibles fósiles y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido es natural considerar al biodiesel como un recurso estratégico. Su rol en la economía no es solo la venta de un bien para obtener divisas, debe ser parte de la política energética nacional por su relevancia relativa en los mercados internacionales.

El biodiesel es el subproducto con mayor valor agregado del principal polo exportador del país y aún es muy pequeño el porcentaje de grano de soja destinado a esta actividad, ello significa que es enorme el potencial de crecimiento. Es también una oportunidad de crecimiento industrial y generación de empleo. Es además un bien sensible para la salud macroeconómica nacional, por su importancia sobre las cuentas públicas como generador de divisas.

Pero para que todos estos objetivos se materialicen y se sostengan en el tiempo, es necesario resguardar a la actividad de los riesgos internos y externos al igual que cualquier otra industria energética. Si el biodiesel es un recurso estratégico, debe ser incluido en las políticas nacionales de seguridad energética y, en línea con las corrientes teóricas aquí analizadas, se deben examinar profundamente los riesgos y las vulnerabilidades existentes en el sistema productivo, como así también, los riesgos existentes en el comercio exterior, la dependencia de mercados de demanda extranjero, la

seguridad de abastecimiento de insumos, etcétera. Es decir, cualquier cuestión que atañe a la producción o comercialización de un bien estratégico.

De acuerdo con el análisis elaborado en los capítulos anteriores, hay dos importantes vulnerabilidades en el sistema productivo y comercial de biodiesel argentino: la estructura industrial altamente concentrada y la baja diversificación de los mercados de exportación. Como se mencionó anteriormente una estructura industrial muy concentrada u oligopolizada puede afectar la asignación eficiente de los recursos en un mercado. Por otro lado, cuando el destino de la demanda está muy concentrado en pocos países, el riesgo de cierre de un mercado de exportación representa un riesgo importante sobre la sostenibilidad económica de la industria.

Como se mencionó en la sección 5.3, la Unión Europea en 2013 estableció derechos antidumping provisorios y definitivos sobre las importaciones de biodiesel originario de Argentina (67), Perú los estableció en 2016 (68), y en 2018, Estados Unidos hizo lo propio, aplicando aranceles a la importación de biodiesel argentino del orden del 146% (69) (70). Lo que se veía como un riesgo se convirtió en un hecho y la vulnerabilidad de la industria quedó expuesta. La producción cayó, al igual que la recaudación fiscal y el ingreso de divisas.

Otro aspecto importante que se debe analizar es el concepto de **resiliencia**. La resiliencia es la capacidad que tiene una industria de adaptarse o sostener su producción ante un evento negativo. La resiliencia reduce la vulnerabilidad ante los mismos riesgos. Continuando con el ejemplo anterior, en los años subsiguientes a las aplicaciones de las medidas, la producción de biodiesel cayó abruptamente en cada ocasión, y demoró años en recuperarse. La demanda externa no fue reemplazada por otros destinos y el mercado interno no fue capaz de absorber esa producción. Eso demostró una capacidad de resiliencia muy baja.

La primera de las disposiciones dispuestas para el biodiesel argentino ocurrió el 27 de mayo de 2013. Mediante el Reglamento (UE) N° 490/2013 de la Comisión (72) se estableció un derecho antidumping provisional sobre las importaciones de biodiesel originario de Argentina e Indonesia. Con posterioridad, el 19 de noviembre de 2013, se establecieron derechos antidumping definitivos, a través del Reglamento de Ejecución (UE) N° 1194/2013 del Consejo (73), sobre las importaciones de biodiesel originario de Argentina e Indonesia. Los argumentos que fundamentaron estas decisiones fueron que los sistemas de tasas diferenciales a la exportación hacen bajar los precios interiores de los insumos de materias primas tanto en Argentina como en Indonesia hasta un nivel artificialmente bajo y, por lo tanto, puede suponerse que el costo de fabricación del producto sufre una distorsión.

La medida se mantuvo en vigencia hasta el año 2017 a pesar de los reclamos de la Argentina. El 18 de septiembre de 2017 la Unión Europea aprobó el Reglamento de

Ejecución (UE) 2017/1578 de la Comisión (74), que modificó las medidas antidumping y restableció las importaciones de biodiesel originario de la Argentina e Indonesia.

Con posterioridad, el gobierno del Perú impuso derechos compensatorios definitivos y derechos antidumping definitivos sobre las importaciones de biodiesel (B100) originarios de Argentina. Las medidas fueron establecidas por la Resolución N° 011-2016/CDB-INDECOPI (75), del 28 de enero de 2016 (por derechos compensatorios), y por la Resolución N° 189/2016-CBD/INDECOPI (76), del 25 de octubre de 2016 (por derechos antidumping).

Los argumentos esgrimidos en la normativa afirmaban que el biodiesel de Argentina provocó daños a la rama de producción nacional (RPN) y advertía de una relación causal entre las importaciones de biodiesel y el daño ocasionado a dicha rama. Asimismo, argumentaba que el incremento de las importaciones de biodiesel incidió negativamente en los precios de venta del producto elaborado por la RPN, así como en el desempeño de la misma.

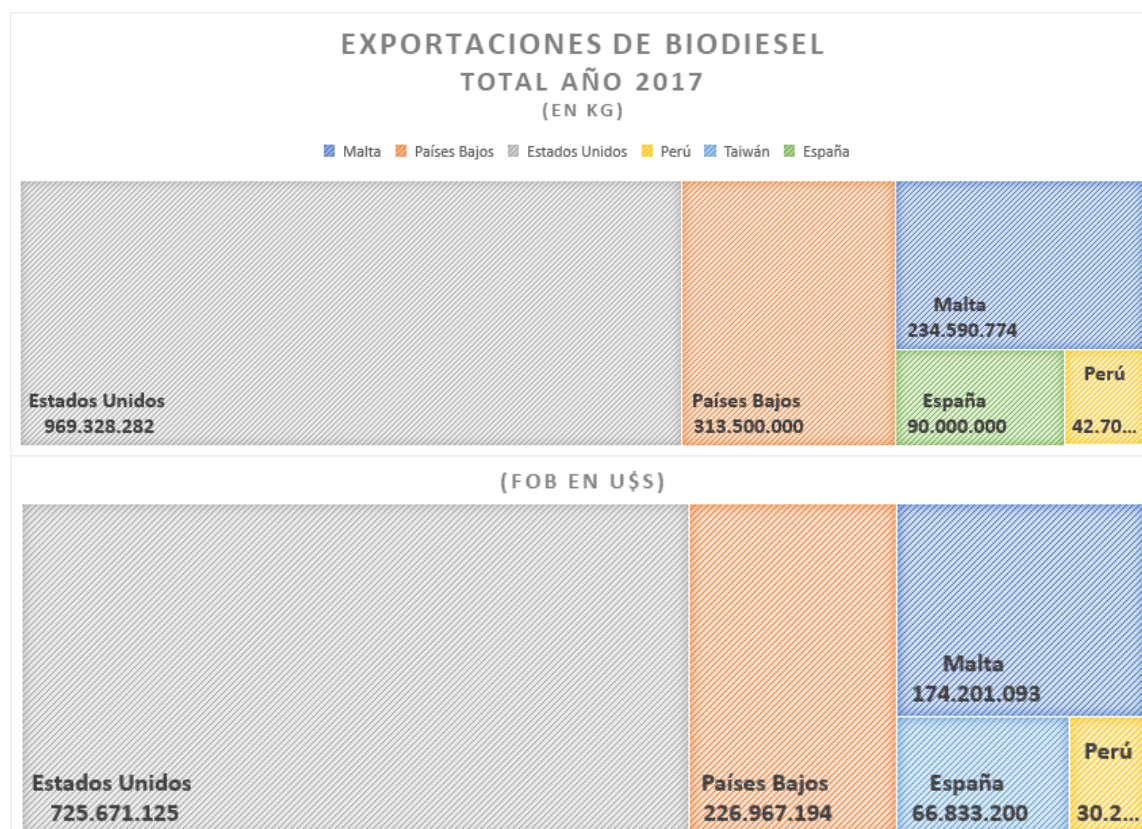
El tercer caso de importancia sucede en Estados Unidos. El 4 de enero y 26 de abril del año 2018, EE.UU. aplicó derechos compensatorios (anti-subsidios) y derechos anti-dumping al biodiesel de Argentina por un valor promedio de 72% y 74% respectivamente. Los antecedentes de estas medidas pueden consultarse en los documentos del Departamento de Comercio de EE.UU.: Biodiesel From the Republic of Argentina and the Republic of Indonesia: Countervailing Duty Orders (document: 83FR522) (69); Biodiesel From Argentina and Indonesia: Antidumping Duty Orders (document: 83 FR 18278) (70); y, Biodiesel From Argentina: Preliminary Results of Changed Circumstances Reviews of the Antidumping and Countervailing Duty Orders (document: 84 FR 32714) (77)

El argumento de EE.UU. se basaba en que la industria de biodiesel argentino estaba subsidiada indirectamente por las retenciones impuestas a las exportaciones de aceite de soja. Según el gobierno norteamericano, los productores de biodiesel podían adquirir el aceite de soja (principal insumo del biodiesel) en el mercado interno a un precio menor (por efecto de los derechos de exportaciones) y vender el combustible en el mercado norteamericano a un precio menor. La administración de comercio exterior de EE.UU. determinó que las importaciones de biodiesel de Argentina e Indonesia estaban dañando materialmente a una industria estadounidense, por ello se justificaba la aplicación arancelaria.

Un año y medio después, el 9 de julio de 2019, EE.UU. corrige los aranceles de importación y elimina los aranceles anti-subsidios (derechos compensatorios), pero entiende que no hay situaciones cambiantes para modificar los aranceles anti-dumping, los cuales se mantienen hasta el día de hoy. En los hechos, estos aranceles significaron el cierre completo del mercado norteamericano para una de las principales fuentes de divisas de nuestro país.

Durante el año 2017, Argentina exportó 969.000 tn de biodiesel a EE.UU (Figura 26). Solo ese destino representaba el 60% de las exportaciones, (más de U\$S 725 millones).

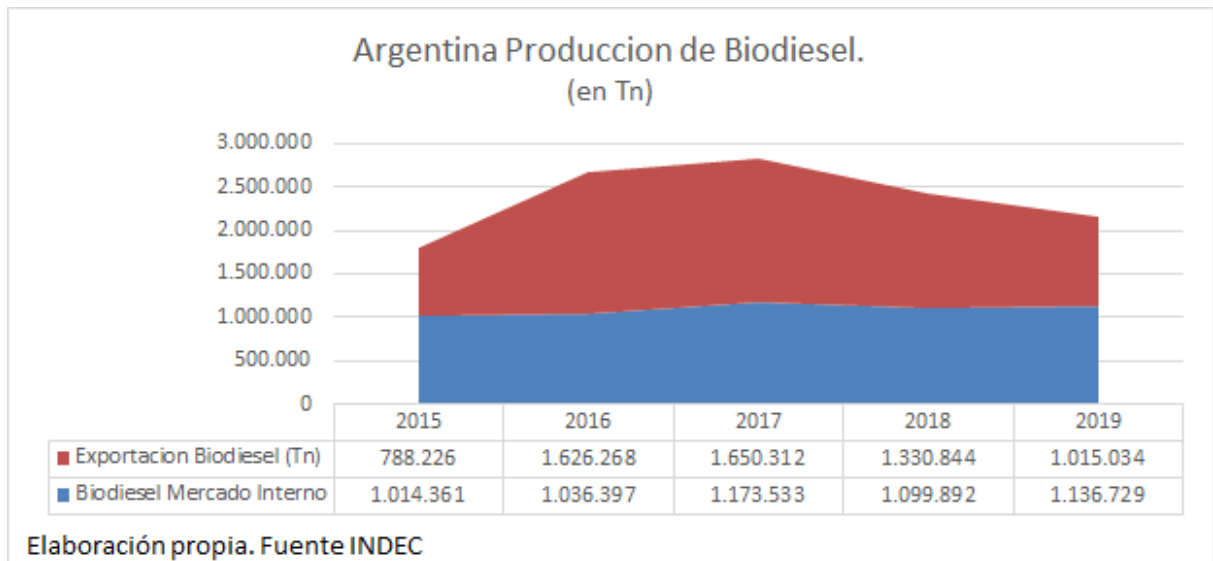
Figura 26 Exportaciones de biodiesel



Elaboración Propia con datos INDEC (21)

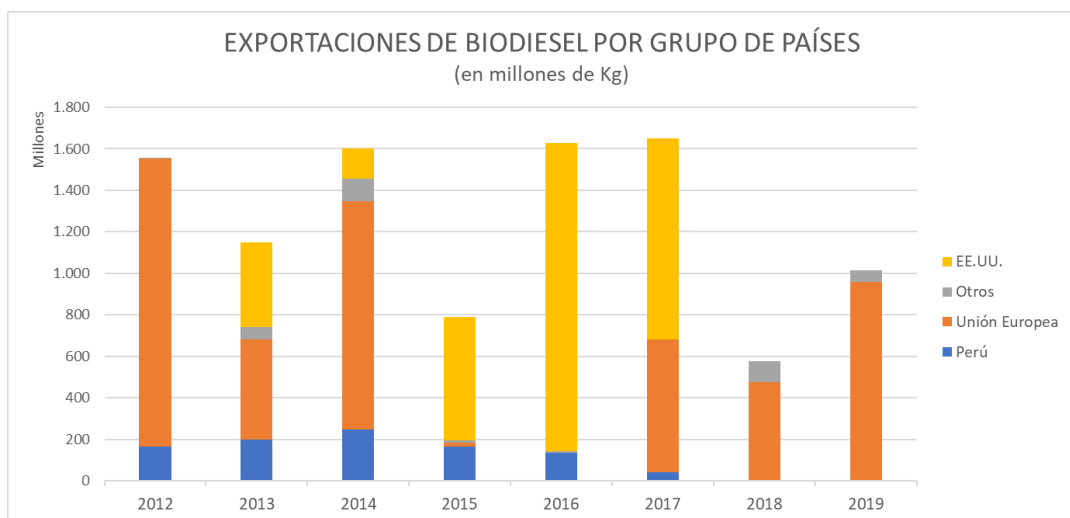
La industria no pudo sustituir en otros mercados la demanda perdida, por otro lado, la demanda interna se mantuvo constante en los últimos años, en cumplimiento con la normativa de corte al gasoil. En los últimos dos años, la industria viene produciendo a niveles muy bajos y aún hoy continúa con capacidad instalada ociosa en torno al 50% (Figura 27).

Figura 27 Producción de biodiesel en Argentina



Analizando los destinos de las exportaciones se aprecia que luego de cada una de las medidas arancelarias impuestas (Unión Europea; Perú y EE.UU.), los envíos a esos países caen abruptamente y no fue posible reemplazar las exportaciones a otros destinos. Como se observa en la Figura 28, a partir del año 2013 caen las exportaciones a la Unión Europea, con cantidades casi nulas en los años 2015 y 2016. Para el año 2017 comenzaron a recuperarse como resultado del levantamiento de dichas medidas. En el caso de las exportaciones a Perú, caen fuertemente a partir del año 2017. Y, como se mencionó anteriormente, las exportaciones a EE.UU. se desploman a partir del año 2018. Estos efectos demuestran que la industria no tiene capacidad de resiliencia.

Figura 28 Destino de las exportaciones argentinas



Elaboración Propia con datos INDEC (21)

La vulnerabilidad de la industria todavía está presente. La concentración de la demanda externa continúa en pocos países. Puede observarse en la Figura 28 como fue cambiando la dependencia geopolítica con la Unión Europea y Estados Unidos. En el año 2017, el riesgo estaba dado por una dependencia comercial con EE.UU. (60% del total de exportaciones). Hoy esa misma dependencia está dada por los Países de la Unión Europea (90% de las exportaciones en 2019 y 100% en 2020). Si la Unión Europea, volviera a tomar medidas como las aplicadas en el año 2013, provocaría efectos muy perjudiciales en la industria del biodiesel. Hay, por lo tanto, una vulnerabilidad mayor.

La planificación energética nacional debe atender de manera urgente estas cuestiones para evitar nuevas caídas de la producción de un recurso que tiene un potencial de desarrollo enorme.

6.2 La primarización de las exportaciones

Con la reducción de la producción de biodiesel provocada por la caída de las exportaciones, la materia prima que fuera utilizada para su producción debía conseguir un nuevo destino en algunos de los productos derivados de la soja. Los principales productos del complejo agroindustrial sojero son los siguientes (ordenados por su grado de procesamiento):

- Poroto de soja (para siembra y para consumo)
- Harina y pellets
- Aceite de soja (bruto o refinado)
- Biodiesel

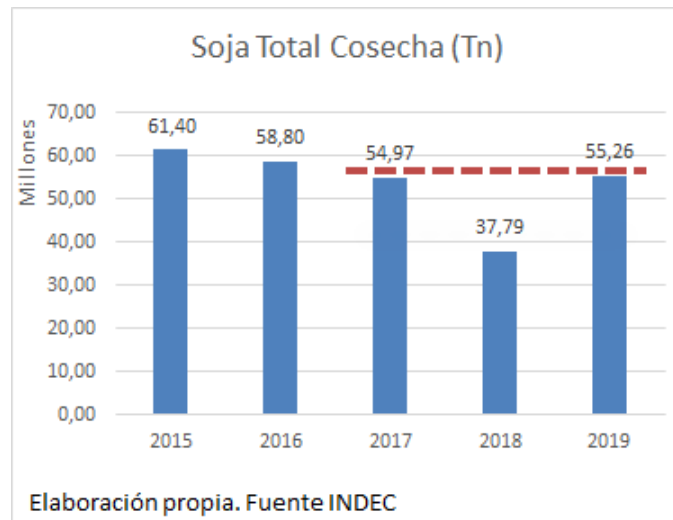
El biodiesel es el derivado de la soja con mayor grado de procesamiento y, por consiguiente, mayor valor agregado y mayor empleo de mano de obra. El poroto de soja está en la base del proceso, es el producto primario sin procesar y de menor valor agregado.

La materia prima que dejó de procesarse para biodiesel no fue absorbida por las otras dos grandes industrias (harinera y aceitera) sino que fue exportada como poroto sin procesar, lo que implica una primarización de la industria. Las causas de esto podrían ser abordadas en un trabajo posterior pero, a modo de hipótesis, valdría suponer que la producción se mueve traccionada por la demanda externa de cada uno de los productos, y el excedente se exporta como poroto sin procesar. Si esto fuera así, se requeriría una estrategia de planificación para potenciar la industria y el desarrollo de los derivados.

Tomando como ejemplo el caso de los aranceles impuestos por EE.UU., podemos evaluar el efecto sobre la industria del biodiesel comparando los niveles de producción antes y después de los aranceles. La cosecha del año 2018 fue afectada por condiciones

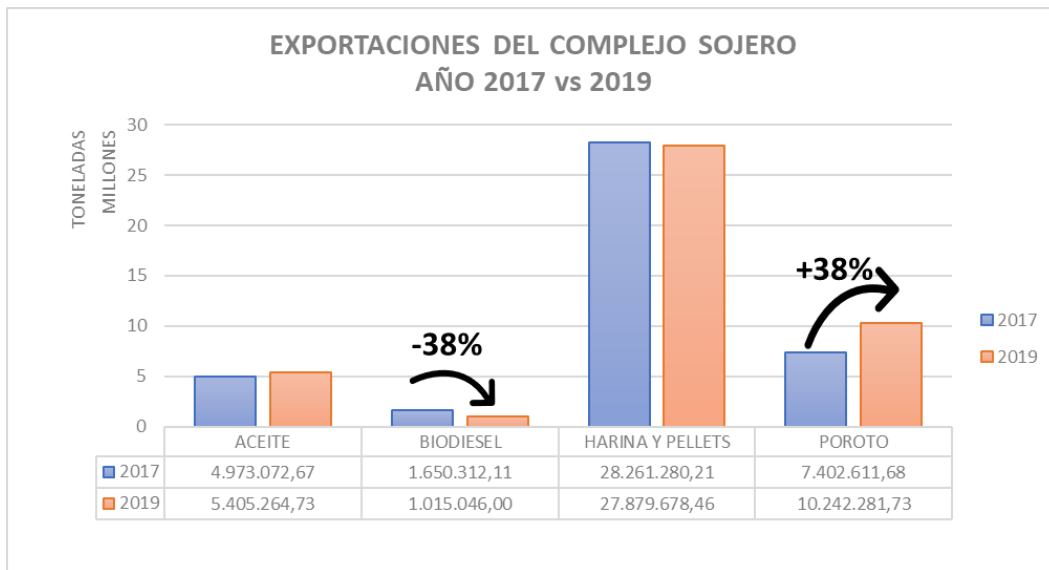
climáticas adversas y los rindes obtenidos fueron muy inferiores al promedio; por lo tanto, esta campaña no es representativa. En cambio, las cosecha 2019 fue muy buena en cuanto rendimiento por hectárea, superficie implantada y producción total obtenida. Lo mismo ocurrió con la campaña 2017 (previa a las trabas arancelarias). Las campañas comparadas son 2017 y 2019 con una producción total de 54.972.546 Tn y de 55.263.891 Tn respectivamente (Figura 29).

Figura 29 Cosechas anuales de soja



La exportación de aceites y harina de soja en cada uno de esos años fue casi idéntica. En el caso del aceite de soja, la exportación aumentó un 8,69%, pasando de 4.973.072 Tn a 5.405.264 Tn entre el año 2017 y el 2019 respectivamente. La exportación de harina solo disminuyó un 1,35%, pasó de 28.261.280 Tn en 2017 a 27.879.678 Tn en 2019. En ninguno de los dos casos se verificaron variaciones relevantes. En cambio, las exportaciones de poroto de soja sin procesar aumentaron un 38% y el biodiesel de soja, como se esperaba, tuvo una caída muy importante (-38%) (Figura 30)

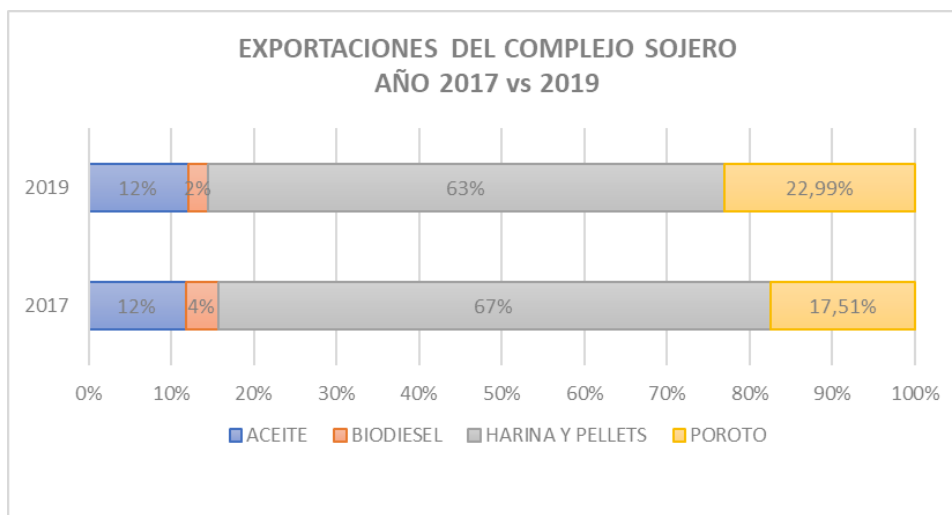
Figura 30 Exportaciones del complejo sojero



Elaboración Propia con datos INDEC (21)

Como puede observarse, se modificó el peso relativo de cada uno de los productos del complejo oleaginoso sobre el total exportado, aumentó el peso relativo de los productos primarios y descendió el peso de los industrializados, es decir, hubo una primarización de las exportaciones. En la Figura 31 se muestran estos resultados.

Figura 31 Proporciones relativas de las exportaciones del complejo sojero



Elaboración Propia con datos INDEC (21)

La conclusión del caso de estudio es que existen fragilidades en el complejo exportador del biodiesel. Haciendo un análisis desde la seguridad energética, hay una vulnerabilidad alta provocada por la concentración de los mercados de exportación. Los acontecimientos analizados mostraron que ante un evento externo negativo la industria no tuvo capacidad de adaptarse, lo que derivó en una caída de la producción y en la primarización de las exportaciones.

Capítulo 7: CONCLUSIONES

En la presente tesis se han identificado los riesgos y las fortalezas de la industria del biodiesel en la Argentina desde tres perspectivas de la seguridad energética (soberanía, robustez y resiliencia).

Se han analizado factores internacionales, la situación energética nacional, y las características estructurales de la industria, describiendo el estado actual y los escenarios futuros.

A fin de sintetizar las conclusiones que han sido desarrolladas a lo largo de esta tesis, se exponen los resultados obtenidos en la Tabla 19:

Tabla 19 Vulnerabilidades y Fortalezas del biodiesel argentino

Perspectiva	Vulnerabilidad o Riesgo	Fortaleza
Geopolítica y soberanía energética	Dependencia de mercados externos. Concentración de las exportaciones en pocos destinos. Vulnerabilidad ante la regulación externa (leyes antidumping).	Independencia de recursos primarios, suministro asegurado. Demanda interna regulada por corte obligatorio. Necesidad mundial de sustituir combustibles fósiles.
Robustez (aspectos ambientales)	Vulnerabilidad ante la regulación externa en cuanto a la medición de emisiones de GEI. Aumento de precios de alimentos (los que constituyen las materias primas).	Recursos renovables, no hay agotamiento de largo plazo. Necesidad mundial de reducir emisiones de GEI's.
Robustez (aspectos técnicos)	Riesgo por el creciente interés en los biocombustibles de avanzada (pueden, en el futuro, desplazar al biodiesel de soja).	Complejo industrial altamente desarrollado y competitivo. Infraestructura adecuada.
Resiliencia	Vulnerabilidad por estructura de mercado concentrada.	Mayor diversificación de la matriz energética por la sustitución de combustibles fósiles.

En virtud de los resultados obtenidos se observa que hay elementos que contribuyen a la seguridad energética y otros que exhiben riesgos o vulnerabilidades.

La propuesta central para fortalecer la seguridad energética nacional mediante el desarrollo de la industria del biodiesel es diversificar. La diversificación debe darse en cuatro aspectos: diversificación de los mercados de exportación, diversificación del mercado interno, diversificación tecnológica y diversificación industrial.

En cuanto la diversificación de los mercados externos, en vista a los compromisos asumidos por las naciones en cuanto al cambio climático, es posible acceder a nuevos mercados de exportación. Además, deben fortalecerse lazos multilaterales de modo que se reduzca la vulnerabilidad de cada una de las partes. El objetivo es reducir la dependencia y aumentar la interdependencia.

Respecto a la diversificación del mercado interno, se deben incentivar nuevos usos y canales de distribución. La política de elevar el porcentaje de corte al gasoil, también puede ser una herramienta útil para regular los riesgos del sector.

La diversificación tecnológica es necesaria ante la posibilidad de que nuevas tecnologías (biocombustibles de avanzada) desplacen a los biocombustibles tradicionales.

Por último, la diversificación industrial puede lograrse mediante incentivos a la inversión y a la competencia de mercado, el fomento del consumo interno (por ejemplo, elevando el corte al gasoil) también puede contribuir en este sentido, puesto que favorece a las plantas pequeñas distribuidas geográficamente.

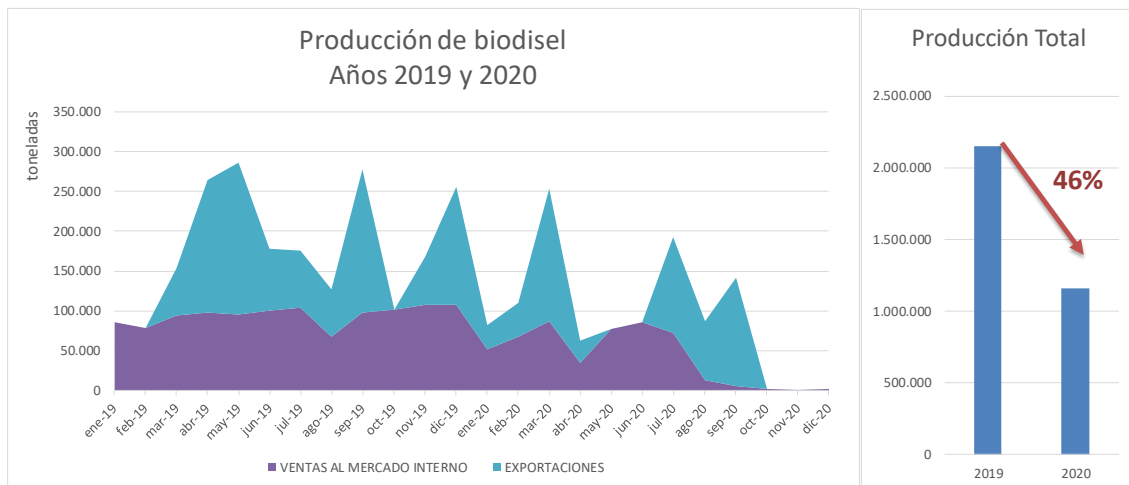
Las políticas de seguridad energética requieren una visión de largo plazo que contemple la complejidad de todos los sistemas energéticos. A partir del reconocimiento de los riesgos presentes, es posible prever acciones que permitan anticiparse a posibles eventos negativos, de este modo se reduce la vulnerabilidad de los sistemas energéticos en su conjunto.

Capítulo 8: ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y BIOETANOL

Como consecuencia de la caída general de la economía causada por la pandemia COVID-19, la producción, el consumo interno y las exportaciones de biodiesel y bioetanol han disminuído fuertemente durante el año 2020. La demanda interna de combustibles de uso automotor mostró caídas significativas impactando en la demanda de biocombustibles para corte, y lo mismo ocurrió con la demanda externa de biodiesel.

En la Figura 32 se muestra la evolución mensual de producción de biodiesel, con su segregación en mercado interno y externo. En el año 2020, la producción cayó un 46% respecto al año anterior.

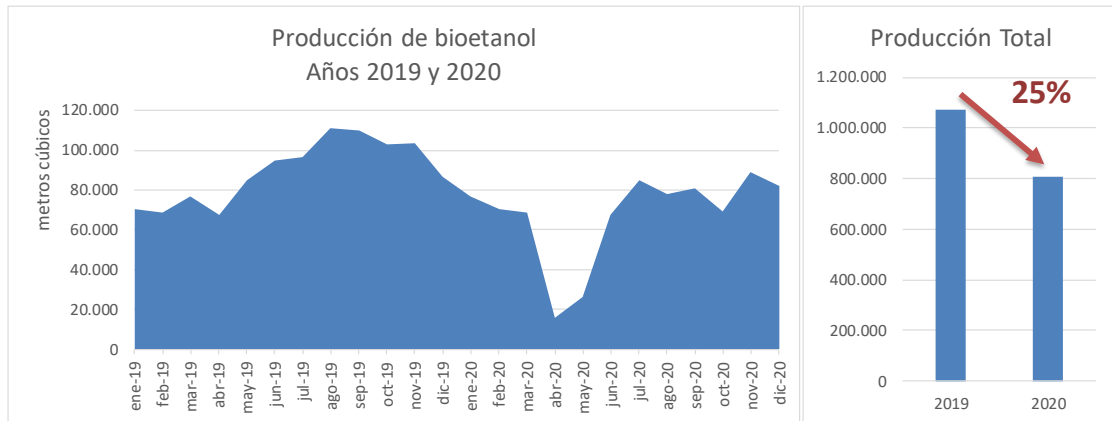
Figura 32 Producción de biodiesel. Años 2019 y 2020



Elaboración Propia con datos INDEC (27)

La caída interanual en la demanda de bioetanol fue de un 25% entre los años 2019 y 2020, como se muestra en la Figura 33. En el caso del bioetanol, la merma en la producción se explica íntegramente por la caída del mercado interno, debido a que no se realizan exportaciones de este producto.

Figura 33 Producción de bioetanol. Años 2019 y 2020



Elaboración Propia con datos INDEC (27)

Dentro de este contexto de caída generalizada en la demanda, se adiciona un problema más, la fijación del precio interno para el corte obligatorio de combustibles fósiles con biodiesel y bioetanol. La inflación anual del 2020 alcanzó un 36,1% (78), mientras que el ajuste de precios internos para el biodiesel y para el bioetanol fue de tan solo un 10% (Tabla 20) para ambos productos, lo cual dificulta la sostenibilidad de la producción a futuro.

Recientemente (mayo 2021), esta situación fue subsanada con aumentos de precios del 110% para el biodiesel y del 72% para bioetanol con respecto a los niveles de precios del 2019. En la Tabla 20 se muestran los precios de bioetanol y biodiesel con destino a la mezcla obligatoria con combustibles fósiles.

Tabla 20 Precios internos de bioetanol y biodiesel

Período	Biodiesel	Bioetanol	Biodiesel Variación respecto Nov-2019	Bioetanol Variación respecto Nov-2019
dic-19	\$ 44,12	\$ 29,81		
oct-20	\$ 48,53	\$ 32,79	10%	10%
ene-21	\$ 77,30	\$ 43,60	75%	46%
feb-21	\$ 86,88	\$ 47,80	97%	60%
mar-21	\$ 89,98	\$ 48,70	104%	63%
abr-21	\$ 90,30	\$ 49,60	105%	66%
may-21	\$ 92,56	\$ 51,13	110%	72%

Elaboración Propia con datos Infoleg (79) (80) (81) (82) (83)

Mientras se realizaba la presente tesis, hubo dos actualizaciones de precios de adquisición tanto para el biodiesel como para el bioetanol. El 9 de octubre de 2020,

mediante la Resolución N° 4/2020 (79) de la Secretaría de Energía de la Nación, se estableció un precio de \$ 32,789 por litro para el bioetanol elaborado a base de caña de azúcar y de maíz. Recientemente fueron emitidas las Resoluciones N° 2/2021 (80) de la Secretaría de Energía del 3 de enero de 2021, y la N° 11/2021 (81) del 6 de enero de 2021, de la Secretaría de Energía, las cuales establecen un cronograma mensual de precios para el bioetanol de caña de azúcar y de maíz respectivamente, con precios que van desde los \$43,6 a \$51,32 por litro.

En cuanto al precio de adquisición del biodiesel destinado a la mezcla obligatoria, la Secretaría de Energía emitió la Resolución N° 5/2020 (82) con fecha 9 de octubre de 2020, mediante la cual se establece un precio de \$48,533 por tonelada de biodiesel. Este precio fue modificado recientemente mediante la Resolución 1/2021 (83) con un cronograma de precios mensuales que van desde \$77,3 para enero de 2021 a \$92,558 a mayo del mismo año.

Por otro lado, la Resolución N° 1/2021 redujo transitoriamente (para los meses de enero, febrero y marzo del 2021), la proporción obligatoria de corte de biodiesel con combustible fósil. Se estableció, un 5% para enero, un 6,7% para febrero y un 8,4% para marzo del 2021, retomando a partir del mes de abril de 2021 el 10% de mezcla obligatoria establecida por las normas precitadas.

Finalmente, la cuestión fundamental está subordinada al futuro de la Ley N° 26.093, cuya vigencia rige hasta mayo de 2021 y hasta el momento (de la entrega de esta tesis), aunque hay distintas propuestas, no se ha tratado legislativamente su prórroga. El futuro del sector dependerá principalmente de las decisiones que se tomen entorno a ello.

Bibliografía

1. *ASTM D6751-20a, Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, www.astm.org.
2. *OECD/FAO (2019), OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028*, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en.
3. *INTA 2009. Análisis de la Cadena de Soja en Argentina. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales*. ISSN 1852-4605.
4. *CEPAL 2018. Seguridad Energética. Análisis y Evaluación del Caso Mexicano*. Víctor Rodríguez Padilla. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
5. *Cherp, Aleh & Jewell, Jessica (2011). "The Three Perspectives on Energy Security: Intellectual History, Disciplinary Roots and the Potential for Integration"*.
6. *(CEPAL 2008) Documentos de Proyectos. "Energía y cambio climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y el Caribe"*. Jean Acquatella.
7. *"International Energy Outlook 2019, U.S. Energy Information Administration."* www.eia.gov.
8. *Banco Mundial*. datos.bancomundial.org.
9. *CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO*. Nueva York 1992.
https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf.
10. *Instrumentos y mecanismos financieros para programas de cambio climático en América Latina y el Caribe: una guía para ministerios de finanzas*. Hilen Meirovich, Sofia Peters, Ana R. Rios. Banco Interamericano de Desarrollo 2013. <http://www.iadb.org/>.
11. *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Naciones Unidas 1998.
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.
12. *IPCC, "AR5 Synthesis Report - Climate Change 2014"*. www.ipcc.ch/report/ar5/.
13. *IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. United Nations*.
<https://www.ipcc.ch/reports/?rp=sr>.
14. *IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.

15. **Ley N° 24295. Convención Marco Naciones Unidas - Cambio Climático.**
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-24295-699>.
16. **Ley N° 25.438. Adhesión al Protocolo de Kioto.**
17. **Ley N° 27.270. Adhesión al acuerdo de Paris.**
18. **(NDC 2016) República Argentina. Primera Revisión de su Contribución Determinada a Nivel Nacional.**
https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Argentina%20First/Traducc%C3%B3n%20NDC_Argentina.pdf.
19. **Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Argentina-2019. Macarena Moreira Muzio; Fabián Gaioli; Sebastián Galbusera. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019.** <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/>.
20. **Escenarios Energéticos 2030. Documento de Síntesis. Noviembre de 2019. Secretaría de Energía.**
21. **INDEC. Sistema de consulta de comercio exterior de bienes.**
<https://comex.indec.gob.ar/search>.
22. **ADEFA. Informes Anuales -** <http://www.adefa.org.ar/>.
23. **CAMMESA INFORME MENSUAL FEBRERO 2020 e Informe Anual 2018 -**
<https://portalweb.cammesa.com>.
24. **Secretaría de Energía. Datos de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA).** <http://datos.minem.gob.ar/dataset/publicaciones-cammesa>.
25. **CAMMESA, Informe Anual 2019.**
<https://portalweb.cammesa.com/Pages/PgInformeAnual.aspx>.
26. **Informes de Cadenas de Valor. Oleaginosas: Soja - Septiembre 2019. Ministerio de Hacienda S.P.E.**
27. **Secretaría de Energía de la Nación. Datos Abiertos.** <http://datos.minem.gob.ar/>.
28. **Secretaría de Energía, Panel de Indicadores.**
https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/planeamiento-energetico/nivel_de_actividad_cantidad_de_fracturas.
29. **Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad. BLOQUE II BIOCOMBUSTIBLES. Dra. Ing. Ana Isabel de Lucas Herguedas. AÑO 2012. Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. www.itagra.com. ISBN: 978-84-931891-5-0. www.scribd.com.**
30. **Biocombustibles y alimentos en América Latina y el Caribe. Decio Luiz Gazzoni – San José, C.R.: IICA, 2009.**

31. Larson, E.D. 2008. *Biofuel production technologies: status, prospects and implications for trade and development*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200710_en.pdf.
32. Ley N° 26.093. *Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles*. Sancionada el 19 de abril de 2006.
33. Decreto N° 109/2007. *Reglamentación de la Ley 26093. Biocombustibles*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-109-2007-125179>.
34. *Energía: investigaciones en América del Sur. Parte I: Biocombustibles*. Dra. Ing. Silvia Daniela Romano; Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns, 2017. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/103646/CONICET_Digital_Nro.ee764342-6d40-4.
35. Resolución N° 1293/2008 SECRETARIA DE ENERGIA. PROYECTOS DE PRODUCCION DE BIOETANOL - MECANISMO DE SELECCION, APROBACION Y ORDEN DE PRIORIDADES. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=147289>.
36. Resolución N° 1294/2008. Secretaría de Energía. Precio de adquisición del bioetanol.
37. Resolución N° 1295/2008. Secretaría de Energía. Especificaciones de calidad del bioetanol. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/147291/norma.htm>.
38. Resolución N° 1296/2008. Secretaría de Energía. Condiciones mínimas de seguridad en plantas. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/147292/norma.htm>.
39. Infoleg. Información Legislativa y Documental. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. <http://www.infoleg.gob.ar/>.
40. CNA 2018. Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados Preliminares. Enero 2020. INDEC.
41. Brieva Susana. Tesis Doctoral. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Agosto 2006.
42. Hilbert J, Sbarra R, López Amorós M (2012) "Producción de biodiesel a partir de aceite de soja. Contexto y evolución Reciente".
43. INDEC. Indicadores del sector energético. www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-36-145.
44. Secretaría de Energía. Datasets. Datos públicos generados, almacenados y publicados por Secretarías y Subsecretarías dependientes de la Secretaría de Gobierno de Energía. <http://datos.minem.gob.ar/dataset?groups=biocombustibles>.

45. **Resolución N° 37/2016. Ministerio de Energía y Minería. BIOCMBUSTIBLES. Bioetanol. Mezclas. Volúmenes.** <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/260000-264999/260152/norma.htm>.
46. **Hilbert, J., Tesouro, M., Aucaná, M., & Pincu, M. (2006). Rendimiento comparativo de biodiesel y gasoil en tractores agrícolas. Instituto de Ingeniería Rural INTA. Castelar, Argentina.**
47. **Barbosa, R., Da Silva, F., Salvador, N., & Volpato, C. (2008). Comparative performance of a cycle diesel engine using diesel and biodiesel mixtures.**
48. **Correa, I., González, J., Úngaro, M., Bernardi, J., & Storino, M. (2008). Desempenho de motor diesel com misturas de biodiesel de óleo de girasol.**
49. **Romano S. D., González Suárez E., Laborde M. A. "Combustibles Alternativos". Ediciones Cooperativas 2005.**
50. **Romano S.D., Sorichetti P.A. (2010) Introduction to Biodiesel Production. In: Dielectric Spectroscopy in Biodiesel Production and Characterization. Green Energy and Technology. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84996-519-4_2.**
51. **Resolución N° 6/2010. Secretaría de Energía. Especificaciones de Calidad del biodiesel.** <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-6-2010-163911>.
52. **Resolución N° 828/2010. Secretaría de Energía. Especificaciones de Calidad del biodiesel. Modifica Res. N°6/10.** <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-828-2010-171944/texto>.
53. **Disposición N° 331/2019. Subsecretaría de Hidrocarburos y Combustibles. Denomina "BIODIESEL CF". Modifica Res. 6/2010.** <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-331-2019-333110/texto>.
54. **Ley N° 18195. Fomento y regulación de la producción, comercialización y utilización.**
55. **Ley N° 27.520. Presupuestos mínimos de protección ambiental.**
56. **BCR 2017. Bolsa de Comercio de Rosario. Informe Semanal AÑO XXXV – N°1823. Julio Calzada – Claudio Molina.**
57. **Ley N° 26.331. Protección de Bosques Nativos.**
58. **Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la Argentina 2018.** <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/bosques-suelos>.
59. **International Energy Agency Headline Global Energy Data (2019). www.eia.org.**

60. *"BP Statistical Review of World Energy 2019"*.
www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html.
61. *Balances Energéticos*.
www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/balances-energeticos.
62. *Mariano A. Barrera y Cecilia Vitto (2009). "El Plan Energético del Tercer Gobierno Peronista (1973-1976): potencialidades, limitaciones y consecuencias de la crisis del petróleo."*
63. *Donella Meadows, Dennis Meadows, Jorgen Randers, William W. Behrens III (1972): "The Limits to Growth"*.
64. *Hubbert, M. K. "Nuclear Energy and Fossil Fuels". Shell Development Company, Publication No. 95, reprinted from Drilling and Production Practice (1956).*
65. *Percebois, Jacques (2006), "Dépendance et vulnérabilité; deux façons connexes mais différentes d'aborder les risques énergétiques". CREDEN, Université de Montpellier, France.*
66. *A. Lavell (1996). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición, San José, Costa Rica, FLACSO, 1996.*
67. *Organización Mundial del Comercio. Solución de Diferencias DS473.*
https://www.wto.org/spanish/tratop_s/dispu_s/cases_s/ds473_s.htm.
68. *Organización Mundial del Comercio. Solución de Diferencias DS572.*
https://www.wto.org/spanish/tratop_s/dispu_s/cases_s/ds572_s.htm.
69. *Biodiesel From the Republic of Argentina and the Republic of Indonesia: Countervailing Duty Orders. International Trade Administration, Department of Commerce (EE.UU.). Document: 83 FR 522 del 4 de enero de 2018.*
70. *Biodiesel From Argentina and Indonesia: Antidumping Duty Orders. International Trade Administration, Department of Commerce (EE.UU.) Document: 83 FR 18278 del 26 de abril de 2018.*
71. *Schneiderbauer y Ehrlich (2004). "Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards"*.
72. *REGLAMENTO (UE) N° 490/2013 DE LA COMISIÓN.* <https://eur-lex.europa.eu/>.
73. *REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N° 1194/2013 DEL CONSEJO.* <https://eur-lex.europa.eu/>.
74. *REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N° 2017/1578 DE LA COMISIÓN.* <https://eur-lex.europa.eu/>.

75. *Resolución N° 011-2016/CDB-INDECOPI. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales>.*

76. *Resolución N° 189-2016/CDB-INDECOP. <https://repositorio.indecopi.gob.pe/>.*

77. *Biodiesel From Argentina: Preliminary Results of Changed Circumstances Reviews of the Antidumping and Countervailing Duty Orders International Trade Administration, Department of Commerce (EE.UU.). Document: 84 FR 32714 del 9 de julio de 2019.*

78. *INDEC - Índice de precios al consumidor (IPC), Informe Diciembre 2020 - https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/ipc_01_21CD878A2A5B.pdf.*

79. *Resolución N° 4/2020. Secretaría de Energía. Precio de adquisición del bioetanol.*

80. *Resolución N° 2/2021. Secretaría de Energía. Precio de adquisición del bioetanol - procedimiento.*

81. *Resolución N° 11/2021. Secretaría de Energía. Precio de adquisición del bioetanol.*

82. *Resolución N° 5/2020. Secretaría de Energía. Precio de adquisición del biodiesel.*

83. *Resolución N° 1/2021. Secretaría de Energía. Precio de adquisición del biodiesel.*