



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



YVYHATYMBA
NANGAREKO
MOTENONDEHA
MINISTERIO DE
AGRICULTURA
Y GANADERÍA

"Evaluación rápida de la sostenibilidad del sector de biodiesel de soja en Paraguay mediante el uso de indicadores GBEP"

Evaluación rápida de la sostenibilidad del sector de biodiesel de soja en Paraguay mediante el uso de indicadores GBEP

INFORME FINAL

Asunción, Paraguay

22 de octubre de 2021

FICHA TÉCNICA

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Santiago Bertoni Hícar

Ministro

Bettina Aguilera Paniagua

Vice Ministra de Agricultura

Leticia Torres Barbona

Directora General de Planificación - DGP

Bernardino Raúl Maidana S.

Jefe del Departamento de Evaluación - DGP

Crispín Arévalos

Jefe Departamento de Agroenergía - Punto Focal MAG/FAO

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Jorge Alberto Meza Robayo

Representante - Paraguay

Fabiola Alcorta

Representante Asistente de Programas - Paraguay

María Michela Morese

Oficial de recursos naturales. Secretario Ejecutivo de Global Bioenergy Partnership (GBEP)

Oficina de Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente – Roma, Italia

Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO)

Maria Ofelia Yegros

Directora Ejecutiva

Autores

Amado Insfrán Ortiz

Héctor Corvalán Posso

Stephanía Spitale

Revisores

Tiziana Pirelli (FAO)

Constance Miller (FAO)

María Michela Morese (FAO)

Raúl Maidana (MAG)

Crispín Arévalos (MAG)

Colaboradores

América González (FAO)

Julieta Barrios (CEAMSO)

Contenido

Abreviaturas	4
Agradecimientos	5
RESUMEN EJECUTIVO	6
1. Introducción general	11
2. Marco de política, legal e institucional del biodiesel	13
3. Descripción de la cadena de valor de biodiesel de soja	19
4. Resultados de la implementación de los indicadores	40
4.1 Indicador 1: Emisión de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida	40
4.2 Indicador 2: Calidad de suelo	44
4.3 Indicador 3: Niveles de cosecha de recursos madereros	48
4.4 Indicador 4: Emisiones de contaminantes del aire que NO son GEI incluyendo sustancias tóxicas del aire	51
4.5 Indicador 5: Uso y eficiencia del agua	53
4.6 Indicador 6: Calidad de agua	56
4.7 Indicador 7: Diversidad biológica en el paisaje	58
4.8 Indicador 8: Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra relacionado con la producción de materia prima para bioenergía	62
4.9 Indicador 9: Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía	66
4.10 Indicador 10: Precio y Oferta de una canasta alimentaria nacional	73
4.11 Indicador 11: Cambio en ingresos	76
4.12 Indicador 12: empleos en el sector de la bioenergía	79
4.13 Indicador 16: incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales	84
4.14 Indicador 17: Productividad	86
4.15 Indicador 18. Balance Neto de energía	88
4.16 Indicador 19. Valor Agregado Bruto	92
4.17 Indicador 20. Cambio en el consumo de combustibles y en el uso tradicional de biomasa	93
4.18 Indicador 21: Formación y recalificación de los trabajadores	94
4.19 Indicador 22: Diversidad energética	95
4.20 Indicador 23: Infraestructura y logística para la distribución de biocombustibles	96
4.21 Indicador 24: Capacidad y flexibilidad de uso de la bioenergía	97
5. Conclusiones y orientaciones para la toma de decisión	99
Aspectos críticos por la sostenibilidad	99
Fortalezas que dan soporte al sector de biodiesel de soja	101
Debilidades que requieren superar para el despegue del biodiesel de soja en Paraguay	101
Estrategias para el impulso de políticas en el sector	102
Puntos a considerar para la futura medición y monitoreo de los indicadores GBEP	104
ANEXO. Cartografía de actores clave	114

Abreviaturas

APROSEM	: Asociación de Productores de Semillas del Paraguay
BIOCAP	: Cámara de Biodiesel de Paraguay
BIOCAVE	: Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal
CAN	: Censo Agrícola Nacional
CADAM	: Cámara Distribuidora de Automotores y Maquinarias
CAPECO	: Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas
CAPPRO	: Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales
CEAMSO	: Centro de Estudios Ambientales y Sociales
CINDA	: Cámara de Industrias Nacionales de Defensivos Agrícolas
COPETROL	: Corporación Paraguaya distribuidora de Petróleo S. A.
DICAPAR	: Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay
ENERCO	: Energía Ecológica S. A.
FAO	: Cooperación para la Agricultura y la Alimentación
FCA-UNA	: Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción
FECOPROD	: Federación de Cooperativas de Producción
FEPASIDAS	: Federación Paraguaya de Siembra Directa para la Agricultura Sustentable
GAHB	: Grupo Ad Hoc de Biocombustibles
GEI	: Gases de Efecto Invernadero
GBEP	: Global Bioenergy Partnership
IICA	: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IFEU	: Instituto de Medio Ambiente y Energía
INFONA	: Instituto Forestal Nacional
INGEI	: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INTA	: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTN	: Instituto Nacional de Tecnología y Normalización
IPPU	: Proceso Industrial y Uso de Productos
MADES	: Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	: Ministerio de Agricultura y Ganadería
MERCOSUR	: Mercado Común del Sur
MIC	: Ministerio de Industria y Comercio
MH	: Ministerio de Hacienda
Mipymes	: Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
MOPC	: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MSWG	: Grupo de Trabajo Multi Actores
ONA	: Organismo Nacional de Acreditación
OTI	: Organización Internacional del Trabajo
PETROPAR	: Petróleos Paraguayos
PTI	: Parque Tecnológico de Itaipu
PNCB	: Programa Nacional de Consumo de Biomasa
REDIEX	: Red de Inversiones y Exportaciones
SCC	: Sistema de cultivo convencional
SET	: Secretaría de Estado de Tributación
SSD	: Sistema de siembra directa
UIP	: Unión Industrial Paraguaya
UNE	: Universidad Nacional de Este
UNI	: Universidad Nacional de Itapúa
UTCUTS	: Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
WWF	: World Wildlife Fund

Agradecimientos

En el corto tiempo previsto para la realización del estudio, quisiéramos reconocer la colaboración de muchas personas representantes de diversas instituciones públicas y privadas. Sin que signifique un orden de importancia, desde el sector público, las informaciones proveídas por los representantes de los Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG), de Industria y Comercio (MIC) y de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) a través de sus dependencias pertinentes, fueron esenciales. Desde el sector privado, agradecemos a los representantes de las instituciones que conformaron los actores de las Múltiples Partes Interesadas (BIOCAP, BIOCAVE, DICAPAR, CAPPRO, CAPECO, MAG, MIC, INTN, INFONA, UIP, PTI, FCA-UNA, UNE, UNI, FECOPROD, UNE, ENERCO), que participaron de las consultas desde el inicio del estudio.

A las instituciones que colaboraron con la remisión de sus respuestas al cuestionario de consulta proveído, herramienta que ayudó a recibir las opiniones de los actores clave sobre la cadena de valor del biodiesel de soja; en particular a la BIOCAP, DICAPAR, BIOCAVE, CAPPRO, el MAG y el MIC por los datos proporcionados.

Los aportes de las dos empresas de productores promovidos que permitieron realizar las observaciones y consultas in situ como casos de estudio fueron fundamentales en la proporción de datos específicos; nos referimos a INPASA en la localidad de Guajaiby, departamento de San Pedro del Ycuamandijú y el Complejo Industrial La Paloma S.R.L. del cual forma parte la empresa Bioenergy Paraguay S. A. en la localidad de La Paloma, departamento de Candindejú.

Agradecimiento a la BIOCAP que impulsó y acompañó el estudio en todo el proceso, proporcionó datos estadísticos e informaciones ligadas a los procesos, posibilitó las visitas a las plantas industriales y proveyó sugerencias muy pertinentes en la interpretación de los resultados del estudio.

A los revisores Maria Michela Morese, Tiziana Pirelli y Constance Miller de la oficina de la FAO en Roma, por sus aportes desde el inicio del estudio y sugerencias muy oportunas; y a Crispín Arévalos y Raúl Maidana del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay por las recomendaciones finales. También extendemos nuestros agradecimientos a América González de la oficina de la FAO en Asunción por acompañarnos en todo momento y por las gestiones realizadas; así como a Julieta Barrios de CEAMSO.

Finalmente, a la FAO y al MAG por la oportunidad y la confianza depositada en el equipo técnico de CEAMSO para la realización del estudio.

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio que se presenta tiene como **objetivo** evaluar de forma rápida la sostenibilidad del sector de biodiesel de soja en Paraguay mediante el uso de indicadores de la Global Bioenergy Partnership (GBEP). En concreto, describe el marco legal y político-institucional, da respuesta a la necesidad de identificar y caracterizar la cadena de valor del biodiesel de soja y realiza una aproximación metodológica en la medición de los indicadores de sostenibilidad. Los resultados aportan datos que ayudarían a encarar los retos actuales de la producción industrial de biodiesel de soja nivel nacional.

La **metodología** se basó en la revisión de datos estadísticos y otras fuentes secundarias complementadas con relevamiento de datos primarios. Se trabajó en tres etapas: la primera, fue la consulta realizada a un Grupo de Trabajo Multi Actores (MSWG) interesados, el cual incluyó alrededor de 45 representantes sectoriales, tanto del sector público como del sector privado, organizaciones de la sociedad civil y universidades; la segunda, se aplicó entrevistas (telefónicas o a través de plataforma virtual) y consultas vía correo electrónico a actores clave. Se complementó con visitas de observación directa a dos plantas productoras de biodiesel; y la tercera etapa consistió en la interpretación de los datos obtenidos para la descripción del marco de políticas, legal e institucional, la cadena de valor y la evaluación final de los **indicadores GBEP**. La evaluación de los indicadores fue realizada a través de la metodología de la Global Bioenergy Partnership (GBEP) que agrupa indicadores en los ejes Ambiental, Social y Económico. Se han considerado 8 indicadores en el Eje Ambiental, 5 en el Eje Social y 8 en el Eje Económico. Se resalta que no fue posible **medir a profundidad** en el tiempo previsto, por lo que las conclusiones relacionadas con la sostenibilidad de la cadena de valor son preliminares e indican áreas críticas en las que amerita realizar un estudio más detallado. Además de proporcionar un resultado preliminar de cada uno de los indicadores, también se brinda información sobre la “**criticidad**” de cada indicador (Alta, Media, Baja) y la capacidad de medición del indicador para lo cual se usó la analogía del semáforo (verde, amarillo y rojo).

En el apartado de **Marco de política, legal e institucional**, se destaca el impulso de los biocombustibles desde la promulgación de la Ley N° 2748/2005 «*De Fomento de los Biocombustibles*», que declaró de interés nacional la producción industrial y de su materia prima agropecuaria y el uso de biocombustibles, para contribuir al Desarrollo Sostenible del país. A partir de ello, desde los organismos responsables y sectores vinculados han trabajado en la construcción de una base legal e institucional con miras a establecer las reglamentaciones, normas técnicas de calidad e institucionalidad necesarias para el sector de biodiesel. Al respecto, la Ley 6389/2019 establece el régimen de promoción para la elaboración sostenible y utilización obligatoria del biocombustible apto para la utilización en motores diésel y el Decreto 3500/2020 que reglamenta esta Ley, establece los porcentuales de mezcla del gasoil tipo III del 3% para el 2020, 4% para el 2022 y 5% de 2023. Los datos del MIC indican que **en el año 2020, se alcanzó un porcentual de mezcla del 2,04%, con lo cual la previsión del 3% de mezcla no se ha podido alcanzar**. En este escenario, existen espacios y mecanismos de articulación, tales como: la *Mesa Sectorial de Biocombustibles*, la *Plataforma de Biocombustibles y Energías Renovables* para articulación interinstitucional, ambos promovidos desde REDIEX, la *Unidad interinstitucional de monitoreo y fiscalización* de la industria y comercialización del biodiesel, el *Comité Técnico de Normalización de*

Biodiesel desde el INTN, el Grupo Ad Hoc de Biocombustibles del Mercosur (GAHB), Global Bioenergy Partnership (GBEP) y Plataforma Internacional de Biofuturo.

En la **cadena de valor** del biocombustible derivado de la soja para motores diésel, se identifican procesos y actores desde la producción primaria de soja hasta la venta del biodiesel. Los procesos comprenden la producción de materia prima de biomasa, la producción industrial del biodiesel, el transporte e infraestructura, mezcla y distribución y el consumo final. En estos procesos intervienen distintos actores identificados como proveedores, productores de soja, productores de aceite y de biodiesel, gremios de transportistas, mezcladores y usuarios finales; pero además, interactúan entidades de gestión pública y privada.

El área cultivada con soja (ha cosechada/año) en el país, a partir del 2005, ha tenido incrementos anuales crecientes y regulares, en torno al 5,6% anual, que en el 2020 alcanzó un total de 3.631.000 hectáreas. Así mismo, la producción total (Ton) anual tuvo una media del 12% de crecimiento anual. La exportación de granos de soja ha aumentado cerca de dos veces más desde la zafra 2006 al 2020 y la industrialización aumentó un 178% en ese mismo periodo. **Paraguay exportó el 63,5% de la soja como grano en el 2020;** de esto el 76% a Argentina que a su vez exporta biodiesel de soja; mientras el **Paraguay importa gasoil derivado del petróleo.**

Del proceso industrial de la soja se obtienen como balance de flujo, estimativamente, 74% de harina, 20% de aceite, 5% de cáscara y 1% de borra. En el 2020 se industrializó un total de 3.290.659 Ton de granos de soja. Del aceite obtenido, más de **719 millones de litros fueron exportados (el 96% de la producción) y solo 28.470.704 litros (3,8% del total) se destinó para biodiesel.**

El precio del aceite de soja a nivel comercial tuvo un incremento exponencial desde mayo del 2020 con 684 USD/Ton (equivalente a 0,62 USD/litro) a mayo de 2021 con 1499 USD/Ton (equivalente a 1,36 USD/litro). La evolución de la cantidad (Ton/año) de aceite y harina de soja exportada y de consumo interno entre el 2006 a 2020, muestra una tendencia creciente en todos los casos, notándose un incremento a ritmo constante del consumo interno del aceite, siendo el biodiesel uno de las demandas internas.

En el proceso de producción de biodiesel, éste se obtiene entre 87 al 90% y el glicerol entre el 10 y 13%. **El 90% del biodiesel producido va para la mezcla de combustible apto para motores diésel** y resto se comercializa como Metil-éster para uso como agroquímico (adherente para herbicidas, insecticidas, desecantes en general). El glicerol crudo producido en la planta de biodiesel es comercializado en el mercado local para uso como combustible en calderas, curtidurías o reprocesamiento.

Es relevante saber que la **capacidad instalada total es de 139.439.600 litros/año de producción de biodiesel** en el país. De esta capacidad instalada, INPASA tiene una potencialidad productiva del 52%, siendo la empresa de mayor volumen de capacidad de producción, aunque casi la totalidad producida es de aceite de maíz. **Durante los últimos cinco años, la producción de biodiesel ha mostrado un patrón de crecimiento en la demanda, con incremento de la cantidad producida en el país de más del 500%.** Aun así, las metas anuales de mezcla establecidas no han sido posible alcanzar.

La mezcla del biodiesel se efectúa con el Gasoil Tipo III, lo cual únicamente se realiza en las plantas de almacenaje y despacho. Según el MIC, existe unas trece empresas importadoras y mezcladoras, con

tamaños variados que van desde 20.000 m³/año a 1.500.000 m³/año de importación de Gasoil Tipo III. Si bien hay una tendencia de aumento en la demanda del biodiesel en los últimos 5 años, y considerando la legislación vigente, en 2020 el porcentaje de mezcla fue del 2,04%, sin alcanzar el 3% establecido. A julio del 2021, la mezcla alcanzó el 1,45%, queda aún un porcentual que precisa de un esfuerzo adicional para alcanzar el mínimo establecido.

En el eslabón del consumo final, **el marco legal vigente no permite la importación del biodiesel**. El mercado nacional de biodiesel es aún incipiente y se tiene capacidad productora instalada para abastecer la demanda, aún con la meta de 5% de mezcla para el 2023. El precio del diésel + biodiesel en las Estaciones de Servicios para su venta al consumidor final para agosto del 2021 es de **Gs. 5.730** (0,83 USD/litro).

Aspectos críticos de la sostenibilidad

En general, el análisis de criticidad reporta una valoración **ambiental** positiva en comparación con la alternativa de combustibles fósiles, en especial porque el biodiesel de la soja tiene menores emisiones de GEI durante el ciclo de vida. Sin embargo, se debe considerar que la producción de materia prima tiene los mismos desafíos de sostenibilidad ambiental que la producción de soja para otros fines; el impacto ambiental debido a la producción de soja (cambio de uso de la tierra, uso excesivo de herbicidas y pesticidas que causa contaminación del suelo y del agua, reducción de la biodiversidad debido a la degradación de los paisajes agrícolas y ambientales) que recayó en Paraguay mientras el los beneficios de la producción y el uso de biodiesel van a otros países.

Desde el punto de vista **económico**, en el 2020, el 63,5% de la soja se exporta en forma de granos debido al alto precio internacional que limita las posibilidades de industrialización y con ello alentar la producción de biodiesel de soja. Pero además, la mayor parte del aceite de soja industrializada se exporta y tan solo el 3,8% se destina al biodiesel de soja.

El precio de costo del biodiesel es alto (> 10.000 guaraníes/litro), debido al elevado costo de la materia prima. Numerosas Micro, Pequeñas y Medianas empresas (Mipymes) productoras de biodiesel **no están trabajando** por el elevado precio de costo de la materia prima y se desaprovecha la capacidad instalada de producción. Esto sugiere que **en este momento, la producción de biodiesel a partir de soja no es sostenible** y para subsanar se requieren políticas adecuadas e investigación de modelos de cadena de valor que emplean a otras materias primas. Es necesario apuntar a una estrategia de escalamiento. Para ello, aprovechar el potencial productivo de las industrias procesadoras de biodiesel disponibles con miras al mercado local e internacional y una **política de precios**, pueden ayudar al despegue del biodiesel en el país.

En la política nacional de biocombustible no se contempla toda la cadena de valor donde los beneficios se repartan en los distintos actores participantes.

En lo **social**, en el eslabón de la producción de materia prima, las tierras en general son de propietarios individuales y de empresas extranjeras con vínculos de dependencias con empresas multinacionales.

Fortalezas que dan soporte al sector de biodiesel de soja

Marco de política, legal e institucional:

- El país declaró de interés nacional la producción industrial y de su materia prima agropecuaria y el uso de biocombustibles
- Marco legal dinámico desde la promulgación de la Ley de fomento de biocombustibles
- No hay importación de biodiesel para alentar la producción nacional
- Se estableció la obligatoriedad de la mezcla e incremento gradual anual hasta el 2023
- Existe capacidad instalada en la industria nacional para la producción de biodiesel
- Existen espacios y mecanismos de articulación entre varios sectores
- Existen Cámaras de productores de biodiesel y de otros sectores de la cadena de valor
- Existe avance en las Normas Técnicas de calidad

Mercado de biodiesel:

- Capacidad instalada de producción industrial de biodiesel en el país es de **139.439.600 litros/año**
- Hay demanda de gasoil Tipo III para la mezcla de biodiesel
- La demanda anual acumulada de biodiesel en el país va en aumento

Sostenibilidad:

- Valor ambiental positivo frente al uso de combustibles fósiles en términos de emisiones de GEI
- Se fomenta el empleo verde para la estadística y posicionamiento país
- Disponibilidad de materia prima (soja)

Debilidades que requieren superar para el despegue del biodiesel de soja en Paraguay

Marco de política, legal e institucional:

- No se logra alcanzar el porcentual anual de mezcla establecido legalmente
- Bajo porcentaje de uso del aceite de soja para el biodiesel
- Falta de Política de Precio
- No existe una Estrategia y Política Nacional de biocombustibles que apunte al fortalecimiento de la producción de biodiesel de soja
- No hay una instancia permanente que aborde los temas actuales críticos
- No existen beneficios fiscales para el productor promovido
- Algunos análisis especializados de laboratorio no se pueden realizar aún en el país

Mercado de biodiesel:

- Alta dependencia de las fluctuaciones de precio de mercado internacional (grano y aceite de soja)
- Alto precio del aceite de soja

Sostenibilidad:

- No se tiene estudio a profundidad de los indicadores GBEP
- Uso de biomasa como combustible en partes de la cadena de valor

Estrategias para el impulso del biodiesel

En general, lo esencial es establecer una Política Nacional Concordada de Biocombustibles por razones estratégicas, legales, económicas, sociales y ambientales, que contemple:

a) Estrategias integradas que prioricen

- Política de precio equitativo
- Instalación de una Mesa Público-privada permanente que oriente la sostenibilidad del sector
- Un marco normativo apropiado y acordado por todos los sectores de interés, **pues el statu quo no aportará a la sostenibilidad del biodiesel en el país**. Elaboración de una nueva Ley de biocombustible con base al estudio rápido realizado

b) Política de industrialización

- Responder a la demanda creciente y potencial de exportación
- Impulso a las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes). Desde el 2020, la normativa habla de que las industrias productoras de biodiesel tendrán atención preferencial. En este marco, el acompañamiento decidido por parte de las instituciones del Estado responsables de su aplicación aportaría mucho al impulso.
- Restricción a importación para defender la industria nacional

c) Adecuaciones tributarias

- d) Es muy importante que se definan los beneficios fiscales para los productores promovidos, previstos en el Decreto referido.
- Incentivos para el uso del biodiesel por sus beneficios ambientales en comparación con la alternativa de combustibles fósiles

e) Conocimiento técnico-científico

- Realizar estudios a profundidad acerca de los indicadores sostenibilidad GBEP del biodiesel de soja
- Indagar materia prima alternativa
- Realizar alianza con Universidades

1. Introducción general

En junio de 2021 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y el Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO) han firmado una Carta de Acuerdo para la realización del estudio denominado **“Evaluación rápida de la sostenibilidad del sector de biodiesel de soja en Paraguay mediante el uso de indicadores GBEP”** en apoyo al Proyecto Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar mediante el mejoramiento de la institucionalidad y acceso a financiamiento y mercado (TCP/PAR/3802), con el liderazgo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el acompañamiento decidido y permanente de la Cámara de Biodiesel del Paraguay (BIOCAP).

El biodiesel de soja, conforman ésteres monoalquílicos de ácidos grasos derivados del aceite de soja y que son aptos para utilizarse en cualquier tipo de motor diésel. En Paraguay, es posible obtener biodiesel de materia prima de origen vegetal (soja, maíz, coco, algodón, colza, sésamo, tung, girasol, maní, canola, tártago, nabo forrajero, jatropha, cártamo y reciclado de aceites comestibles usados en cocción de alimentos y restos de aceites de origen animal (sebo), en especial de vacuno). De todo ello, en la actualidad, el biodiesel proveniente de la soja, se constituye en una de las alternativas más usadas en el país.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue realizar una evaluación rápida de la sostenibilidad de la cadena de valor del biodiesel de soja (*Glycine max* L. Merrill) en Paraguay utilizando los indicadores de la Global Bioenergy Partnership (GBEP). El trabajo describe el marco legal y político-institucional, da respuesta a la necesidad de identificar y caracterizar la cadena de valor del biodiesel de soja y realiza una aproximación metodológica en la medición de los indicadores de sostenibilidad. Como resultado, se pretende a) resaltar las razones que justifiquen la industrialización de aceite de soja para la producción de biodiesel en el país, y b) aportar a las formas de encarar los retos actuales de la producción industrial de nivel nacional.

El abordaje metodológico


Desde el punto de vista metodológico, el estudio se ha realizado en tres etapas básicas. En la etapa inicial, fue establecido un Grupo de Trabajo Multi Actores (MSWG) el cual incluyó alrededor de 45 actores sectoriales relevantes tanto del sector público como del sector privado, organizaciones de la sociedad civil y universidades. El MSWG apoyó en guiar al equipo técnico en asuntos de alto nivel relacionados a la implementación del proyecto, en proveer y verificar los datos e información necesarios para la cadena de valor, proveer retroalimentación en los resultados preliminares del estudio y contribuir con la conducción hacia los procesos de tomas de decisiones en el sector de bioenergía.


En la segunda etapa, se realizaron consultas a los sectores públicos y privados, vinculados de forma directa con distintas fases de la cadena de valor para la obtención de datos e informaciones primarias. En esta etapa, se realizaron entrevistas (telefónicas o a través de plataforma virtual) y consultas vía correo electrónico a las instituciones públicas (MAG, MIC y la academia) y a entes privados (BIOCAP, Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal - BIOCAVE, Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay - DICAPAR, Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales - CAPPRO e


investigadores particulares). Estas fuentes de consultas fueron complementadas con visitas de observación directa a dos plantas productoras de biodiesel, la planta de la Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. (INPASA) y el complejo Agroindustrial La Paloma S.A. con su planta productora de biodiesel BIOSINERGY Paraguay S.A. La primera, aun conociendo que el biodiesel producido es principalmente de maíz, ha sido seleccionada para visitar en función a la magnitud de la empresa y por abastecer alrededor del 63% de la demanda de biodiesel en el país. La segunda empresa ha sido seleccionada por formar parte de la BIOCAP y con referencia previa de producción regular desde hace unos años.

Una tercera etapa constituyó la interpretación de los resultados obtenidos para el marco de políticas, legal e institucional, la cadena de valor y la evaluación final de los indicadores GBEP. La evaluación de los indicadores fue realizada a través de la metodología de la Global Bioenergy Partnership (GBEP) que agrupa indicadores en los ejes Ambiental, Social y Económico. Para este estudio, se ha abarcado ocho indicadores del eje Ambiental, cinco del eje Social y ocho del eje Económico. Además de proporcionar una indicación preliminar del resultado de cada uno de estos indicadores, este estudio también brinda otras dos piezas de información importante sobre cada indicador: su criticidad y capacidad de medición. Se han establecido niveles de **"criticidad"** de cada indicador, que conceptualmente se refiere al potencial de la cadena de valor de tener impactos en términos de sostenibilidad para un indicador en específico. Un indicador puede tener una criticidad alta, media o baja, como también puede ser no aplicable a la cadena de valor. Se ha considerado como muy crítico (Alta), cuando el indicador se podría generar grandes impactos en ese tema por razones explicadas para cada caso, sea por sus impactos negativos o positivos; es Medio si el impacto podría ser intermedio, pero valorado como importante. Es Baja cuando el impacto esperado es mínimo y requiere de estrategias para el despegue.

Así mismo, se utilizó la analogía del semáforo para el proceso de medición los indicadores GBEP. Para ello, la interrogante principal fue ¿los datos existentes y la capacidad son suficientes?, representado con:

 Datos, metodología y capacidad existentes para realizar una medición precisa de este indicador; proporciona un valor preliminar que se estima lo suficientemente cercano al que se puede obtener con una evaluación de sostenibilidad completa y en profundidad.

 Se puede obtener un valor preliminar (por ejemplo, a través de un enfoque indirecto o con valores de datos estimados) pero se requieren más datos / capacidad para medir el indicador utilizando la metodología integral y con una precisión suficiente.

 No se puede obtener ningún valor preliminar; se necesita una medición en profundidad.

Estructura general

El documento se estructura en a) descripción del marco legal, político e institucional del biodiesel, b) caracterización de la cadena de valor del biodiesel a partir de soja desde la producción de materia prima hasta el consumo, con especificaciones de la cadena micro de producción de aceite y de biodiesel del aceite de soja, c) medición de los indicadores sostenibilidad GBEP de la FAO, dando énfasis en los indicadores de sostenibilidad global (ambientales, sociales y económicos), con excepción en los indicadores 13, 14 y 15 del pilar social; y d) conclusiones finales.

2. Marco de política, legal e institucional del biodiesel

La sostenibilidad de la producción de biodiesel de soja en el país tiene mucho que ver con el establecimiento de un marco de política pública adecuada al sector que beneficie a los diversos actores de la cadena de valor y que se sustente en normativas claras y razonablemente consensuadas entre los múltiples actores interesados, pero también en la construcción de institucionalidad necesaria para ello.

Las políticas nacionales para la sostenibilidad del biodiesel en Paraguay

La promoción de los Biocombustibles en el Paraguay parte de la premisa de que su uso compromete en menor medida el medio ambiente, lo cual es consistente con lo estipulado expresamente en el Artículo 7° de la Constitución Nacional, que se materializa en términos de políticas con los compromisos asumidos para hacer frente al Cambio Climático apuntando a la adopción de estilos de vida, y pautas de consumo y producción sostenibles.

Paraguay ha ratificado como parte de la política de desarrollo sostenible y sustentable varios instrumentos internacionales. En el 2016, el Congreso Nacional de la República del Paraguay ratificó el Acuerdo de París, a través de la Ley N° 5681/16. En el 2017, sancionó la Ley Nacional de Cambio Climático, promulgada por el Poder Ejecutivo mediante la Ley N° 5875/17, que tiene por objeto establecer el marco general normativo que permita planificar y dar respuestas ante los impactos del cambio climático, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

A partir de la entrada en vigor del Acuerdo de París, Paraguay trabajó en la Contribución Nacional Determinada (NDC, por su sigla en inglés) que incluye medidas de mitigación del Sector de Transporte como priorizada para el 2030. Este documento establece *“La sustitución creciente de los combustibles fósiles por los biocombustibles (según tipo de motores, hasta un 7,5% de adición al diésel y 27,5% de adición a la gasolina). Esta medida al igual que la del uso de combustibles fósiles de mejor calidad implica la innovación de la flota vehicular a tecnologías más limpias y eficientes”* (MADES, 2021:98). Esta priorización se refleja, además, en la puesta en vigencia de la Ley 5211/2014, de “Calidad del Aire”.

La orientación política actual se basa en la nueva ley de producción de biocombustibles aptos para motores diésel, para lo cual el MAG, con el apoyo de la FAO, se halla abocado a promover desde la producción de materia prima, en este caso de la soja, que sea sostenible y viable, pues según referente del MAG existe un enorme mercado aún no desarrollado, aunque con problemas a resolver aún.

A principios de la década pasada se dieron condiciones propicias para atraer inversiones, permitió el desarrollo del polo agroindustrial de Villeta y la posibilidad de ampliar la capacidad de procesamiento de otras industrias existentes, llevando la capacidad total para agregar valor a la soja de 1,5 millones de Ton/año a 4,5 millones de Ton/año. Sin embargo, desde el año 2013 no se dieron nuevas inversiones en materia de procesamiento debido a la inseguridad jurídica que enfrenta el sector a causa de los constantes cambios en las reglas que afectan a la competitividad del sector¹

¹ CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 14 octubre 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

Marco legal en el sector de biodiesel

En la actualidad en el Paraguay existen Leyes, Decretos y Resoluciones vigentes que apoyan la producción y consumo de biocombustibles líquidos para el transporte, en particular el etanol y el biodiesel (**Tabla 2.1**). El impulso de los biocombustibles se ha dado formalmente con la promulgación de la Ley N° 2748 del año 2005 «*De Fomento de los Biocombustibles*», que en su Artículo 4° ha declarado de interés nacional la producción industrial y de su materia prima agropecuaria y el uso de biocombustibles, con el fin de contribuir con el Desarrollo Sostenible del país.

En el 2013, el Decreto 10703 reglamenta la Ley 2748/05 “De fomento a los biocombustibles” reconfirmando el porcentaje mínimo de mezcla de biodiesel del 1%; y crea la **Unidad Interinstitucional de monitoreo y fiscalización a la industria y comercialización del Biodiesel**, que encabeza el Ministerio de Industria y Comercio (MIC), e integran el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Hacienda (MH). Entre las principales funciones de esta Unidad se encuentran la formulación de propuestas para el fomento a la producción sustentable y competitiva del Biodiesel, y la elaboración del precio de referencia para la comercialización de los distintos tipos de biodiesel.

Paralelamente a estas disposiciones legales, en el 2015 desde el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN) se establece la Norma Paraguaya (NP) 16 018 05 que establece los requisitos y métodos de ensayo generales para el biodiesel puro (B100) que se emplea en motores diésel y la NP 16 019 16 sobre combustibles, que trata del almacenamiento, transporte, abastecimiento y control de calidad de biodiesel y/o mezcla de gasoil/biodiesel (**Tabla 2.2**).

En el 2018, el Ministerio de Industria y Comercio (MIC) emite la Resolución 295/2018 que *“establece el procedimiento de control y certificación de calidad del Biodiesel, conforme las Normas paraguayas vigentes, producción a partir de materia prima nacional por medio de fuentes de energías renovables de origen vegetal o animal de las plantas productoras de biocombustibles habilitadas por el Ministerio de Industria y Comercio”*.

En el 2019, la Ley N° 6389/2019 estableció el régimen de promoción para la elaboración y uso obligatorio del Biocombustible apto para la motores diésel, que apunta a velar por el cumplimiento de los objetivos propuestos en la Ley N° 5211/2014 de Calidad del Aire. Esta legislación, específicamente buscaba fomentar otros tipos de biocombustibles para motores diésel, que no necesariamente eran considerados como biodiesel debido a la definición clara y precisa de la legislación en cuanto a la calidad y/o procesos de producción propios del biodiesel. A fin de establecer pautas más precisas de la aplicación de la Ley 6389/2019, se promulgó el Decreto 3500 del año 2020, que es la disposición legal más reciente en materia de biodiesel en el Paraguay; sin embargo, no existen disposiciones jurídicas específicamente para el biodiesel producido de aceite de soja. El marco legal deja dudas para las empresas de la cadena de valor, donde la más importante es la interpretación del inciso “a” del art. 39 del Decreto referido, ya que se habla de beneficios de las industrias productoras de biocombustible comprarán sus materias primas exentas de IVA²

² CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 14 octubre 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

El Decreto referido, establece el cronograma de incremento gradual de las mezclas de Biocombustibles aptos para motores diésel (Gasoil Tipo III), conforme con la siguiente directiva:

- *Para el año 2020, el Gasoil Tipo III deberá contener como mínimo tres por ciento (3%) de Biocombustible apto para motores diésel.*
- *Para el año 2021, el Gasoil Tipo III deberá contener como mínimo cuatro por ciento (4%) de Biocombustible apto para motores diésel.*
- *Para el año 2022, el Gasoil Tipo III deberá contener el cinco por ciento (5%) de Biocombustible apto para motores diésel, dentro del límite del 5% establecido por la Ley N° 6389/2019.*

El tope máximo fijado para el 2022 de 5% es bastante bajo³. Sin embargo, los datos del MIC (2021) señalan que, en el año 2020, se alcanzó un porcentual de mezcla del 2,04%, con lo cual la previsión del 3% de mezcla no se ha podido cumplir. Al respecto, desde CAPPRO se ha señalado, incluso antes de la promulgación de la Ley en el 2019, que para un cumplimiento efectivo de la disposición legal y se fomente la producción de biodiesel, entre otras cosas la necesidad de un corte gradual⁴, pero es recomendable que el Gobierno instale una Mesa Público-Privada permanente para abordar los temas actuales críticos e incluso se elabore un nuevo Proyecto de Ley para reemplazar la Ley 6389/19⁵. El marco legal que rige para el sector de biocombustibles para motores diésel se resume en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Marco legal vigente sobre biocombustibles en Paraguay.

Año	Leyes/Decretos/ Resoluciones/NP	Denominación
2005	Ley 2748	De fomento de los biocombustibles
2019	Ley 6389	Que establece el régimen de promoción para la elaboración sostenible y utilización obligatoria del biocombustible apto para la utilización en motores diésel
2013	Decreto 10703	Por el que se reglamenta la Ley N° 2748/2005 “De fomento a los biocombustibles” y se derogan los Decretos N° 7412/2006 y N° 4952/2009
2018	Resolución 295	Por la cual se regula el procedimiento de control y seguimiento de la calidad del biodiesel tipo I, se establece la obligatoriedad en cuanto a la mezcla del referido biodiesel con el gasoil tipo III y se abroga la Resolución N° 367/2015”
2019	Resolución 1085	Por la cual se establece el porcentaje mínimo obligatorio de biodiesel para el gasoil tipo III y se abrogan las Resoluciones Números 235/2007, 326/2009, 1253/2018, 02/2019 y 414/2019
2020	Decreto 3500	Por el cual se reglamenta la Ley N° 6389/2019 “Que establece el régimen de promoción para la elaboración sostenible y utilización obligatoria del biocombustible apto para la utilización en motores diésel”
2015	NP 16 018 05	Combustible biodiesel puro (B100). Requisitos generales.
2016	NP 16 019 16	Combustibles. Almacenamiento, transporte, abastecimiento y control de calidad de biodiesel y/o mezcla de gasoil/biodiesel

Fuentes: Adaptado del MIC/Dirección de combustibles alternativos y renovables (2021), INTN (2015; 2016).

³ CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 14 octubre 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

⁴ CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 17 ago. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

⁵ DICAPAR (Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay) 21 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

Desde el punto de vista de las **normativas** nacionales mencionada arriba, el Paraguay sigue los estándares internacionales establecidos para el biodiesel. Los parámetros de calidad del biodiesel responden a especificaciones técnicas, homologadas y aprobadas por el INTN, como un combustible alternativo para motores diésel. Los parámetros analizados conforme los casos estudiados son la densidad, la viscosidad, la acidez, contenido de agua, metanol, esteres, índice de inflamación y turbidez. El análisis del producto final con una frecuencia de cada 2 horas. Uno de los parámetros de mayor control es el contenido de agua para el biodiesel de soja, que se realiza en planta de producción del biodiesel y en la planta de almacenaje y despacho al momento de efectuar la mezcla con el diésel tipo III de origen fósil.

Tabla 2.2. Laboratorios acreditados por el ONA⁶ y parámetros considerados para el biodiesel.

Laboratorio	Parámetro analizado	Ensayo (Límite o intervalo)	Norma de referencia ^a
Paraguay Energy Operaciones y Logística S.R.L. GUIDE S.R.L. OIAT-INTN ¹	Densidad a 15°C	Rango: (0,850 a 0,930) g/ml	ASTM D 1298-12b (Reaprobado 2017) Método ASTM D 4052-2018a
Paraguay Energy Operaciones y Logística S.R.L. Bureau Veritas Paraguay S.R.L. OIAT-INTN	Viscosidad cinemática a 40°C	Rango: Mínimo: 3,0 a máximo 6,0 mm ² /s	ASTM D 445 / ISO 3104 - 2019a
Paraguay Energy Operaciones y Logística S.R.L. Bureau Veritas Paraguay S.R.L. GUIDE S.R.L.	Punto de inflamación (°C)	Punto de Inflamación de Copa Cerrada - Método Pensky – Martens Rango: mínimo 100 °C	ASTM D93-ISO 3679 - 2020
Paraguay Energy Operaciones y Logística S.R.L. GUIDE S.R.L. OIAT-INTN	Contenido de Agua (ppm)	Determinación de agua por titulación culombimétrica (Karl Fischer) Rango: Máximo 400 ppm	ASTM D 6304/ISO 12937 - 2016E1
	Punto de enturbiamiento (°C)	Punto de enturbiamiento Rango: -31 a 10 °C	ASTM D2500 (2017)
GUIDE S.R.L. OIAT-INTN	Índice de acidez (mg KOH/g)	Índice de acidez de productos derivados del petróleo mediante titulación potenciométrica. Rango: Máximo 0,5	ASTM D664 / EN 14104/IRAM 6558 - 18E2 Procedimiento B
	Azufre (ppm)	Azufre total en hidrocarburos por el método de fluorescencia ultravioleta Rango: 1.0 a 8000 mg/kg de azufre total	Método ASTM D5453-19a
-	Contenido de éster ^b %(m/m)	Rango: mínimo 96,5	EN 14103
-	Punto de enturbiamiento (°C)	Rango: Máximo 4,0	ASTM 5771 ASTM D 2500

^a Laboratorio de combustibles y lubricantes del organismo de investigación y asistencia tecnológica – Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología; ^b Incluye la cadena de 17 carbonos. Fuente: Adaptado de INTN (2015).

⁶ <https://www.conacyt.gov.py/laboratorios-de-ensayos>

Las empresas productoras de biodiesel cuentan con laboratorio de análisis, pero no para todas las determinaciones, en ese caso se recurre a laboratorios externos, cuyo costo asumen las empresas. El MIC lleva el control y registro de Laboratorios de Biocombustibles aptos para motores diésel para realizar los análisis fisicoquímicos, que deberán estar acreditados ante el Organismo Nacional de Acreditación (ONA). En la actualidad, conforme los registros del ONA, existen cuatro Laboratorios de Ensayos acreditados que analizan la mayoría de los parámetros de interés para el sector del biodiesel (**Tabla 2.2**), pero faltan más laboratorios especializados para la industria de biodiesel en el país⁷.

Las instituciones y sus competencias en el sector de biodiesel

Las Leyes mencionadas y sus Decretos establecen que el MIC, a través del Viceministerio de Comercio, es la institución que da cumplimiento a los requisitos exigidos a las empresas y organizaciones que deseen producir biocombustibles; así como los proyectos presentados por las mismas para su promoción. Como parte del proceso, las empresas denominadas "Productores promovidos" por el MIC deben contar con la Licencia Ambiental que otorga el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), conforme la Ley 294/93 de Impacto Ambiental. Por su parte, le compete al MAG certificar el origen de toda materia prima utilizada para la producción de biocombustibles y garantizar la disponibilidad de la materia prima en cantidad adecuada para la demanda interna. Los biocombustibles solo pueden ser importados si existe una probada escasez de este en la oferta doméstica (Jull *et al.*, 2007; Parra *et al.*, 2018).

En el año 2006, a instancias de la Red de Inversión y Exportación (REDIEX), se crea la Mesa Sectorial de Biocombustibles compuesta por actores de los sectores públicos, privados y la academia. Desde esta Mesa sectorial, ha surgido a finales del 2007 la iniciativa de mezcla del biodiesel con el gasoil⁸. En abril del 2021 se realizó una reunión interinstitucional⁹ entre el MIC y representantes varios entes, entre ellos la Cámara de Distribuidoras de Combustibles del Paraguay (DICAPAR), la Cámara de biodiesel del Paraguay (BIOCAP), INPASA y varios emblemas Puma Energy, Copetrol, Barcos & Rodados, Petrobras, COPEG, Integral, Petromax, PETROPAR y Fuelpar, ocasión en que asumieron el desafío de ir buscando las estrategias para el incremento gradual de la mezcla de biocombustible apto para motores diésel.

Actualmente, desde REDIEX se conforma la Plataforma de Biocombustibles y Energías Renovables para articulación interinstitucional, facilitación de nexos de productores y desarrolladores de tecnologías y seguimiento a las oportunidades de negocios. Esta plataforma la integran representantes del sector privado: la Cámara Paraguaya de Biocombustibles de Origen Vegetal (BIOCAVE), la BIOCAP y DICAPAR. Desde esta instancia, se articula con el Ministerio de Hacienda en el proceso de implementación de exenciones fiscales y otras medidas de fomento a la producción de biodiesel, estipuladas en el Decreto 3.500/2020 (MIC/REDIEX, 2020).

Sobre los **incentivos fiscales**, la Unidad interinstitucional de monitoreo y fiscalización de la industria y comercialización del biodiesel, mencionada anteriormente, está abocada a la implementación de la Ley

⁷ DICAPAR (Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay) 21 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

⁸ <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/se-encuentra-en-marcha-el-plan-de-biodiesel-964138.html>

⁹ <https://www.mic.gov.py/mic/w/contenido.php?pagina=1&id=1908>

6389/2019 y su Decreto reglamentario 3500/2020, a fin de considerar los incentivos fiscales, donde el Ministerio de Hacienda y la SET son instituciones clave.

Otros espacios para el tratamiento del biodiesel son el Comité Técnico de Normalización de Biodiesel (CTN N° 16) del INTN, Grupo Ad Hoc de Biocombustibles del Mercosur (GAHB), Global Bioenergy Partnership (GBEP) y Plataforma Internacional de Biofuturo^{10,11}

Referencias

EIA (Energy Information Administration). 2015. Paraguay International Energy Data and Analysis. Disponible en: <http://www.eia.gov/beta/international/country.cfm?iso=PRY>

INTN (Instituto Nacional de Tecnología y Normalización). 2015. Norma Paraguaya NP 16 018 05. Combustibles. Biodiesel puro (B100). Requisitos generales. Asunción Paraguay, INTN CDU: 662.7, Cuarta edición, 15p.

INTN (Instituto Nacional de Tecnología y Normalización). 2016. Norma Paraguaya NP 16 019 16. Combustibles. Almacenamiento, transporte, abastecimiento y control de calidad de biodiesel y/o mezcla de gasoil/biodiesel. Asunción Paraguay, INTN CDU: 662.7, Primera edición, 21p.

Jull, C., Redondo, P.C., Mosoti, V. and Vapnek, J., 2007. Recent Trends in the Law and Policy of Bioenergy Production, Promotion and Use. *FAO Legal Papers Online #68*. FAO, Rome. Disponible en: <http://www.fao.org/uploads/media/lpo68.pdf>

MADES (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible)/DNCC (Dirección Nacional de Cambio Climático). 2021. Actualización de la NDC de la República del Paraguay al 2030. Asunción, Paraguay. 126p.

Ministerio de Industria y Comercio. 2021. Resumen mensual de ventas de biodiesel (en litros) por productor. Dirección de Combustibles Alternativos y Renovables, MIC. s/p.

MIC (Ministerio de Industria Y Comercio)/REDIEX(Red de Inversión y Exportación). 2020. Análisis de sectores con mayor potencial post Covid-19. Disponible en: https://www.mic.gov.py/mic/w/mic/MIC_Rediex_Plan_post_covid_2020.pdf

Parra, G., Pirelli, T. and Miller, C. 2018. Situación del país y sector de la bioenergía. In: Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay. Resultados y recomendaciones de la implementación de los Indicadores de la Asociación Global de Bioenergía. FAO, p13-33

¹⁰ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

¹¹ BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

3. Descripción de la cadena de valor de biodiesel de soja

Introducción

El análisis de la cadena de valor de biodiesel de soja es un necesario diagnóstico que merece la pena realizar. No existen muchos datos sobre la descripción de la cadena de valor del biodiesel de soja en el país, las existentes mayormente hacen referencia a los actores involucrados, pero carecen de estimaciones cuantitativas del aporte de cada eslabón.

En este apartado, se describe las características de la cadena de valor a nivel macro y se esquematiza a nivel de detalle los procesos que involucran a la producción industrial del biodiesel a nivel micro. En esencia, la cadena de valor del biodiesel de soja involucra etapas y actores, en el cual la producción de biomasa para materia prima y los procesos industriales son altamente significativos, sin quitar la importancia de los otros eslabones de la cadena. En la producción de biomasa para materia prima se tienen a la agricultura empresarial y a la familiar. En el 2020, la superficie de cosecha fue de 3.631.000 hectáreas, la cantidad cosechada es alrededor de **11 millones de ton/año**, con un rendimiento promedio de **3.036 kg/ha** (MAG, 2020). En la tabla 4.5 del Indicador 8, se detalla el histórico de la superficie cosechada anual, producción total anual y rendimiento promedio anual (kg/ha). La producción agroindustrial se encarga de la extracción de aceite y la transformación posterior del aceite de soja en biodiesel. En la zafra 2019/2020, **unas 3.290.659 Ton han sido industrializadas (32% de la cosecha)**, el restante se destina a exportación como grano (63,5%) y semilla (4,4%) – **Tabla 3.1**. Conforme a estos datos, se estima un total de **1.083.880 ha de soja industrializada**.

Los procesos y productos identificados

En el análisis general de la cadena de valor del biocombustible derivado de la soja para motores diésel, se identifican los eslabones de la cadena donde participan varios actores claves (públicos y privados), desde la producción primaria de soja hasta la venta del biodiesel, que se describe dentro de una cadena macro (**Figura 3.1**).

Así mismo, en la planta de elaboración industrial del biodiesel existen procesos y productos que se generan, que son descriptos en el ítem "d" (**Figuras 3.4 y 3.6**) de este apartado y que corresponden a una cadena micro. En secuencia, se describe de forma sucinta cada una de las etapas de la cadena de valor del biodiesel de soja en el Paraguay, especificando los procesos de la producción de biodiesel a nivel industrial.

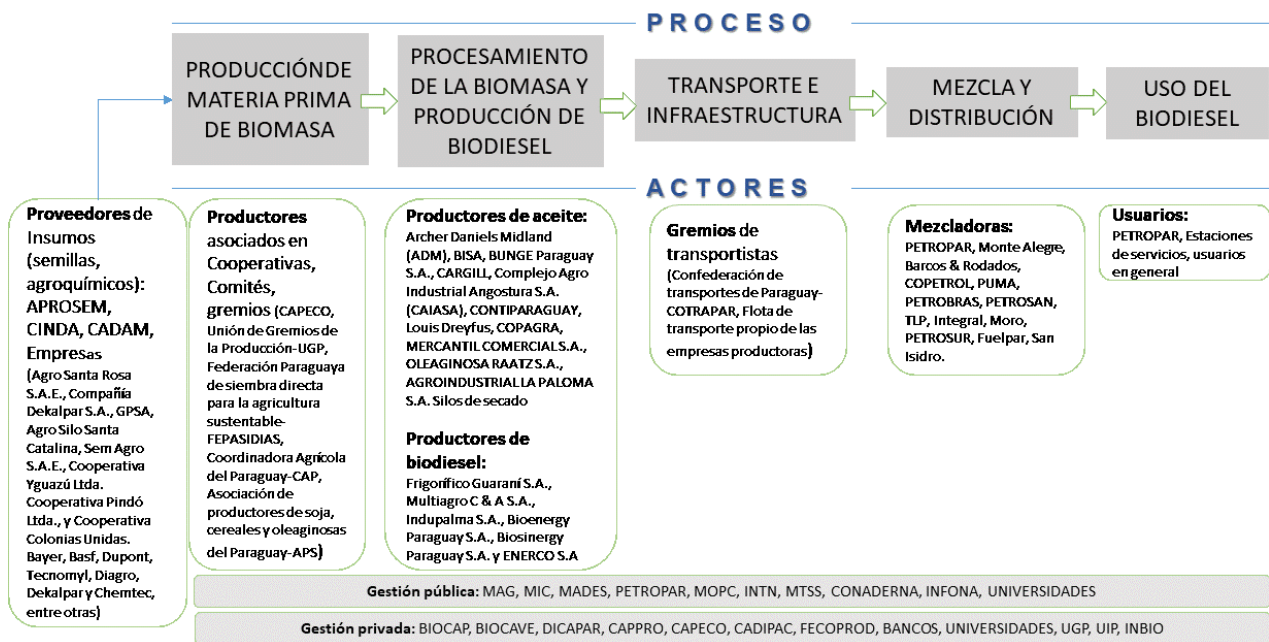


Figura 3.1. Cadena de valor general (macro) del biodiesel: desde la producción primaria de soja hasta la venta del biodiesel

a) Producción de biomasa como materia prima

La soja como una de las fuentes primarias de producción del biodiesel en el Paraguay en la actualidad es de tipo transgénico. El cultivo de soja transgénica fue aprobado legalmente desde el 2004 por Resolución Nº 1691 del Ministerio de Agricultura y Ganadería mediante (Morínigo *et al.*, 2018).

En este eslabón participan los productores provenientes de la agricultura empresarial y de la agricultura familiar, los proveedores de insumos agrícolas (semilla y agroquímicos) para la producción de soja y el mercado de demanda de productos.

- Productores participantes

Los productores primarios se pueden agrupar en dos; por un lado, los productores organizados y apoyados por las cooperativas de producción de las cuales reciben insumos y a su vez entregan su producción final. Las cooperativas a su vez buscan comercializar con compradores que ofrecen mejores precios de tal forma a que los asociados reciban más beneficios. Por otro lado, existen otros productores vinculados a empresas privadas que les proveen de insumos agronómicos y a las que al final de la cosecha entregan una parte de su producción para cubrir los créditos obtenidos y el resto busca comercializar con compradores que pagan mejor precio. Desde el punto de vista gremial, existen tres grandes nucleaciones, la Cámara Paraguaya de Exportadores y comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), la Unión de Gremios de la Producción (UGP) y la Federación Paraguaya de siembra directa para una agricultura sustentable (FEPASIDIAS).

La producción de soja, se cultiva en grandes y medianas extensiones de tierra, donde el 44% de las fincas tiene más de 1.000 ha, el 43% tiene entre 100 y 1.000 ha, y sólo el 13% tiene menos de 100 ha (WWF, 2016).

- Insumos agronómicos

Los insumos usados en la producción primaria de soja son las semillas y agroquímicos (insecticidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes).

Los proveedores de semillas son en total 51 empresas, agremiadas en la Asociación de Productores de Semillas del Paraguay (APROSEMP), muchas de ellas además proveen de agroquímicos a los productores. Otras especializadas en la provisión de agroquímicos son las Cámaras de Fitosanitarios y Fertilizantes (CAFyF) y otras dedicadas a las industrias química agrupadas en la Cámara de Industrias Nacionales de Defensivos Agrícolas (CINDA). Las empresas que proveen semillas y agroquímicos más reconocidas en el mercado nacional son Agro Santa Rosa S.A.E., Compañía Dekalpar S.A., GPSA, Agro Silo Santa Catalina, Sem Agro S.A.E., Cooperativa Yguazú Ltda. Cooperativa Pindó Ltda., y Cooperativa Colonias Unidas. Bayer, Basf, Dupont, Tecnomyl, Diagro, Dekalpar y Chemtec, las más conocidas.

El valor de las semillas y los agroquímicos se estima en 1.800 millones de dólares para el 2018 (Invernizzi, 2019; APROSEMP, 2021). A todo ello, en este eslabón de la cadena deben sumarse las empresas proveedoras de maquinarias e implementos agrícolas, agrupadas en la Cámara Distribuidora de Automotores y Maquinarias (CADAM).

Respecto a las semillas usadas, todas son genéticamente modificadas tolerantes a distintos tipos de herbicidas, lepidópteros o sequía condición necesaria para el método de siembra directa (**Tabla 3.1**).

Tabla 3.1. Semillas comerciales, empresas proveedoras y efectos en el cultivo de soja

Eventos liberados comercialmente	Empresa	Res. MAG N°	Características
MON 40-3-2 (Soja RR)	MONSANTO	631/2013	Tolerante al glifosato
MON87701 x MON89788	MONSANTO	153/2013	Resistente a lepidópteros y al glifosato
CV127	BASF	247/2014	Tolerante al herbicida Imidazolinona
FG72 x A5547-127	BASF	268/2019	Tolerante a los herbicidas: glifosato, glufosinato de amonio y a inhibidores de HPPD (como Isoxaflutole)
HB4 x RR	Instituto de Agrobiotecnología de Rosario-INDEAR	269/2019	Tolerante al glifosato y a la sequía
SYHTOH2	SYNGENTA y BASF	273/2019	Tolerante a los herbicidas glufosinato de amonio y mesotrione
DAS-81419-2 x DAS-44406-6	DOW AGROSCIENCIAS	274/2019	Resistente a lepidópteros y resistente a los herbicidas glifosato, 2,4D y glufosinato de amonio
MON 87708 x MON89788	MONSANTO	275/2019	Tolerante a los herbicidas glifosato y dicamba
MON87751 x MON87701 x MON87708 x MON89788	MONSANTO	276/2019	Resistente a lepidópteros y tolerante a los herbicidas glifosato y dicamba

Fuente: Adaptada de SENAVE/MAG tomado de Base-IS (2020)

- Manejo de cultivo y suelo

El sistema de cultivo de la soja es altamente **mecanizado** (WWF, 2016). La siembra de soja en Paraguay se realiza en la actualidad bajo dos tipos de manejo de suelo: **el sistema cultivo convencional (SCC) y sistema de siembra directa (SSD)** (Cubilla *et al.*, 2012). En el primer caso, tras la cosecha de otros cultivos, se realiza el laboreo del suelo para eliminar las hierbas (malezas) en las parcelas dejando el suelo preparado para la siembra sobre suelo desnudo cuando las condiciones climáticas favorecen; y en el segundo caso, se efectúa la siembra de forma directa, sin laboreo de suelo. **El 90% de las áreas de producción de soja en el país es bajo el SSD** (Cubilla *et al.*, 2012).

Según el INTA (2009), en la Argentina para cultivo de soja, el consumo de gasoil para SSD con tecnología de punta 17,1 litros/ha y para SCC de 33,1 litros/ha. Tomando en consideración esta referencia, en el Paraguay para el último año 2020, se tendría un consumo de gasoil de alrededor de 55.880.000 litros en el SSD para las actividades de siembra, fertilización y pulverización; y de aproximadamente 12.018.000 litros en SCC para las mismas actividades y el laboreo de suelo con disco.

En la mayoría de las fincas es con **manejo rotativo**, alternando el cultivo de la soja en verano, con cultivos de trigo y avena en invierno, y en algunos casos de **uso más intensivo con soja zafriña o maíz**; manteniendo así el suelo bajo cobertura la mayor parte del año (González, 2017).

En la preparación del suelo, se aplica **Glifosato** al 66 %, 2 litros por hectárea (herbicida pre-emergente no selectivo de amplio espectro), corrector de pH 0,05 litros/hectárea y Clorimuron al 75% 0,05 litros/hectárea (herbicida post-emergente para el control de malezas de hoja ancha).

Además, se realiza la **fertilización** con formulaciones y dosis variadas de nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K) y otros micronutrientes (Azufre, Calcio, Magnesio, Zinc, Boro), **entre 100 a 200 kilogramos/hectárea** (González, 2017; FCA, 2021), pero esta cantidad es referencial, pues es recomendable aplicar conforme a los resultados analíticos de laboratorio y la expectativa de rendimiento (Cubilla *et al.*, 2012). Varias investigaciones han demostrado que el SSD disminuye la exposición de los sitios de adsorción (Gatiboni *et al.*, 2007), registran mejores niveles de materia orgánica (Amado *et al.*, 2006), nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, pH, capacidad de intercambio catiónico (Cubilla *et al.*, 2012) y mejora el rendimiento (García, 2011).

Finalmente, cuando las hojas, vainas y tallos alcanzan el 70% de madurez fisiológica se aplica **desecante** (eje. Paraquat) en razón de 2,5 litros/hectárea más adherente (aceite vegetal) alrededor de 0,7 litros/hectárea. En ocasiones, en ciertas porciones del área de cultivo, se realiza control mecánico (carpida) para eliminar la *Conyza spp.* (Mbu'y), aunque no en la generalidad de los casos (González, 2017; FCA/UNA, 2021).

El uso del agua en el cultivo de la soja se produce en la mayoría de los casos en áreas destinadas para la producción de semilla. **La superficie irrigada se estima en unas 30.000 hectáreas, lo que significa que más del 99% de la superficie cosechada es secano.** En general, se utiliza el sistema pivot central que incrementa la productividad en torno a 1.000 kilos/hectárea frente a los campos sin sistema de riego (Ogasawara, 2017). El momento de riego y la cantidad de agua a aplicar difieren en cada finca, cada quién maneja un criterio técnico particular y no existe una regla única.

Tabla 3.2. Síntesis de las operaciones culturales e insumos usados en la producción de soja por hectárea cultivada

Etapa	Operaciones/Insumos	Unidad	Cantidad
Labores	Desecado para siembra*	Frecuencia	1
	Siembra y fertilización	Frecuencia	1
	Aplicación de defensivos químicos	Frecuencia	3
	Desecado para cosecha	Frecuencia	1
	Laboreo de suelo para siembra**	Frecuencia	1
	Cosecha	Frecuencia	1
Insumos de entrada	Semilla	Bolsa	1
	Fertilizante formulado	Kilogramo	200
	Fertilizante foliar	Mililitro	300
	Insecticida Benzoato	Mililitro	50
	Diflubenzuron 30% -Fisiológico	Mililitro	60
	Piretroide	Mililitro	100
	Tiametoxam	Gramo	100
	Acefato	Kilogramo	1
	Herbicida 2-4D	Litro	1,5
	Herbicida glifosato*	Litro	2,5
	Herbicida paraquat	Litro	2,5
	Funguicida Mazen 1° Aplicación	Mililitro	200
	Funguicida Cripton 2° Aplicación	Mililitro	400
	Funguicida Orkesta Ultra 3° Aplicación	Mililitro	800
	Tratamiento de semilla - Fipronil	Mililitro	88
	Tratamiento de semilla - Maxín	Mililitro	66
	Coadyudante	Mililitro	50
Aceite vegetal (adherente)	Litro	0,7	

Fuente: adaptado de FCA/UNA (2021); Enciso (2020). * Sólo en SSD, ** Sólo en SCC

- Cosecha

La cosecha de la soja en su totalidad es mecanizada, con uso de cosechadoras de alta gama y precisión, con cabezales aplicados a la soja.

La superficie cosechada (ha) anual de soja en el país, tomando como año base el 2005, ha tenido una tendencia de incrementos anuales crecientes y regulares ($R^2= 0.93$) que a 2020 alcanzó alrededor de 3.631.000 hectáreas (84% a más), creciendo a un ritmo del 5,6% anual. Así mismo, la producción total (Ton) anual ha mostrado un aumento creciente, aunque fluctuante ($R^2= 0.71$) alrededor del 174% a más en este periodo con un crecimiento en torno al 12% anual (**Figura 3.2, Tabla 4.5**).



Figura 3.2. Superficie cosechada (ha/año), producción (Ton/año) y rendimiento (kg/ha) de la soja en el periodo 2005-2020 en el Paraguay. Fuentes: FAOSTAT, www.capeco.org.py, Base-IS (2020).

b) Transporte de la biomasa and stocking (silos)

Desde las parcelas agrícolas, los granos cosechados son transportados en camiones de mediano porte y que denominan “des-alijo”, aunque las grandes empresas productoras utilizan camiones de gran porte, que transportan a los silos para su proceso de limpieza y secado.

En Paraguay existen aproximadamente 700 silos de acopio distribuidos en nueve departamentos. Más del 90% de estos silos son destinados a granos de soja y maíz. La capacidad de almacenaje es alrededor de 17.000 toneladas (Invernizzi, 2019). La capacidad estática de estos acopios fue de 7,46 millones de toneladas en el 2010, que aumentó a 11,02 millones de toneladas en el año 2020, aumento del 48%.

c) Destinos finales de la soja

La soja en el mercado internacional ocupa un lugar preponderante para el país. Entre el 2015 y el 2018, las exportaciones de Paraguay promediaron unos 8.500 millones de dólares, donde la soja y sus derivados representaron el 37%, sin considerar la energía eléctrica (Invernizzi *et al*, 2019). La exportación de granos de soja ha aumentado cerca de dos veces más desde la zafra 2006 al 2020; y el costo del biodiesel por litro, se incrementó de 1,03 SD/litro en el 2015 a 1,26 UD/litro en el 2020, paralelamente con las exportaciones. A nivel interno, también se ha incrementado la industrialización en un 178% en ese mismo periodo. El año 2011 ha sido un año atípico por las inclemencias climáticas donde ambos datos se redujeron (**Tabla 3.3**).

En el 2020 Paraguay exportó un record de **6,51 millones de toneladas de soja (63,5% del total)**. Mientras que, en el primer semestre del año 2021, se ha exportado más de 4 millones de toneladas de granos de soja (disminución de 10,3 % en comparación al mismo periodo anterior), siendo los principales mercados Argentina, Brasil y Rusia que concentraron el 91% de todos los envíos en el 2021. Paraguay exporta soja en granos a Argentina, donde se procesa y se produce biodiesel para exportación. Sin embargo, en Paraguay se exporta **el 63,5% de la soja como grano y se importa gasoil de petróleo**. De la soja industrializada se obtiene la harina y el aceite que en su mayor parte se exporta, además de obtener borra y cascarilla que es más para el uso interno.

Tabla 3.3. Destino de la soja (Ton/año) en Paraguay

Año	Exportación como grano	Industrialización	Semilla
2005/2006	2.380.344	1.180.842	80.000
2006/2007	4.136.117	1.305.000	140.000
2007/2008	4.438.085	1.390.000	140.000
2008/2009	2.282.705	1.224.500	140.000
2009/2010	4.654.429	1.558.000	250.000
2010/2011	5.138.364	1.570.000	420.000
2011/2012	2.971.039	772.000	300.000
2012/2013	4.932.448	3.069.742	200.000
2013/2014	4.856.121	3.133.421	200.000
2014/2015	4.447.514	3.486.073	220.000
2015/2016	5.371.132	3.625.805	220.000
2016/2017	6.316.349	3.669.795	350.000
2017/2018	6.237.190	3.675.385	350.000
2018/2019	4.888.651	3.373.357	250.000
2019/2020	6.510.141	3.290.659	450.000

Fuente: www.capeco.org.py

En términos de aporte de divisas al país por exportación, a julio del 2021 el complejo soja (granos y derivados) ha generado en torno a los USD 2.835,09 millones, que mostró un incremento del 38% comparado con el mismo periodo en el 2020. Monto éste que a su vez, representa el 44% de todas las exportaciones registradas hasta ese momento¹². La tendencia (**Figura 3.3**) del precio del aceite de soja en el país es de incremento exponencial desde mayo del 2020 (684 USD/Ton, equivalente a 0,62 USD/litro) a mayo de 2021 (1499 USD/Ton, equivalente a 1,36 USD/litro)¹³.

¹² CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 17 ago. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

¹³ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

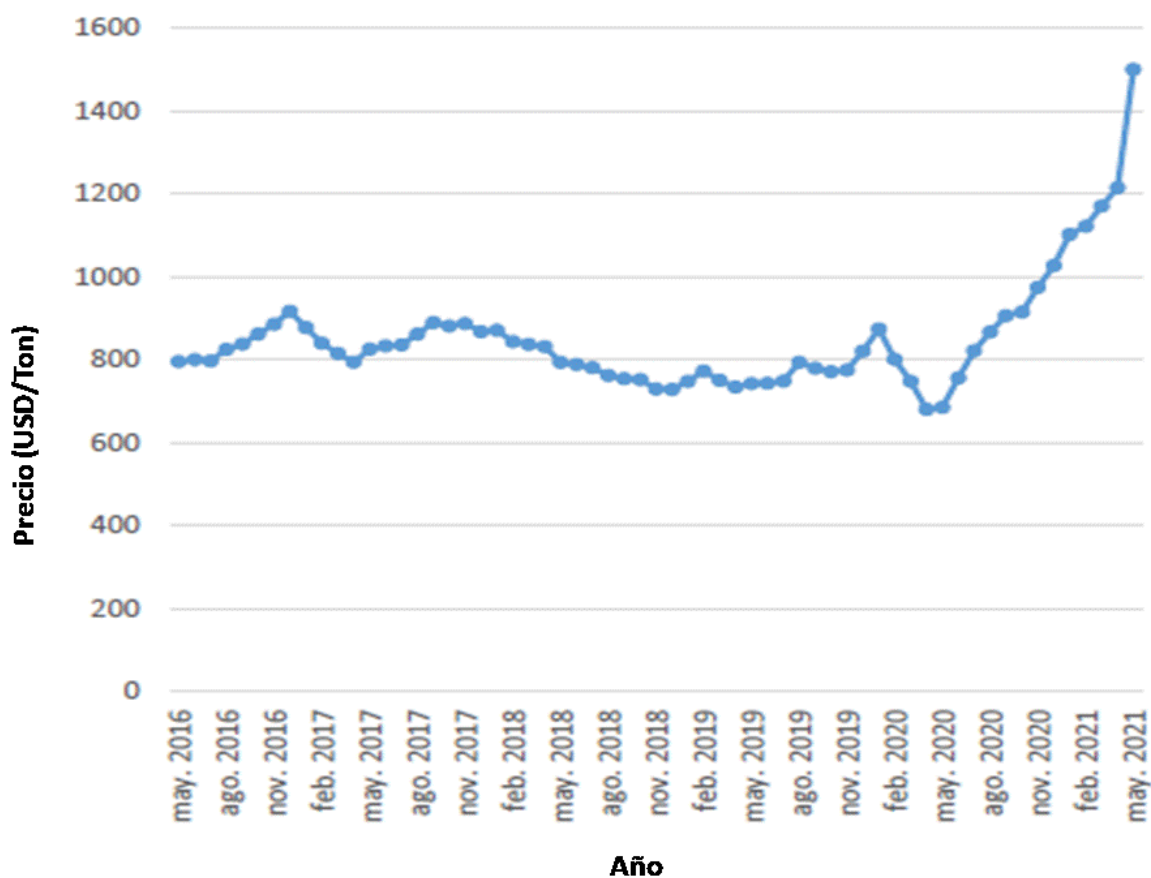


Figura 3.3. Evolución del precio de aceite de soja¹⁴.

d) *Procesamiento de biomasa y producción de biodiesel*

En la producción de biodiesel participa el sector agroindustrial de producción de aceite de soja en primera instancia y las empresas productoras de biodiesel en secuencia.

Producción de aceite de soja

La elaboración del aceite de soja en la Planta¹⁵ comprende básicamente tres etapas y en cada una de ellas se generan subproductos útiles para fines diversos. A continuación, se describe de forma breve los procesos aplicados en cada etapa, que se presenta en la **Figura 3.4**.

¹⁴ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

¹⁵ Planta Agro Industrial La Paloma S.A. (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

Etapas:

1. **Proceso de preparación**

- ✓ Recepción y análisis de granos: Silo de semillas, silo pulmón, balanza de pesaje
- ✓ Limpieza: la zaranda que separa las impurezas del grano, en la mesa densimétrica se separa los granos buenos conforme su peso específico.
- ✓ Acondicionado: ablanda el grano por medio temperaturas superiores a 80°C
- ✓ Quebrado: se produce la rotura y partido del grano (En esta parte el grano se separa de la cáscara). Las cascarillas de soja se usan para balanceados de animales, especialmente para engorde de ganado vacuno (Colonias Unidas, s.f).
- ✓ Laminado: forma capaz para el siguiente proceso de expandido
- ✓ Expandido: a través del expander se incrementa el área específica de contacto
- ✓ Enfriado: a través del enfriador de expandido, proceso necesario para acondicionar la masa para pasar por el extractor de aceite. Aquí baja a alrededor de 55°C.

2. **Proceso de extracción (línea de sólido)**

- ✓ Extracción de aceite: Extractor + Hexano con bombas de regado del extractor. Subproductos harina de soja
- ✓ Desolventizado: se produce el tostado, secado y enfriado del sólido. Como sub-producto se obtiene el aceite (de miscela) – Tanque de miscela
- ✓ Depósito en celda de harina: se deposita a granel donde se prepara para la venta directa.

3. **Procesos de destilación (Línea de líquido)**

- ✓ Destilación: en el tanque de miscela se mezcla el disolvente y aceite proveniente de la extracción del aceite y se acumula en el tanque, donde se produce la extracción del disolvente usado, separándolo del aceite crudo.
- ✓ Desgomado: parte del proceso de refinado. Se hidrata el aceite con la adición de agua caliente, pues algunas impurezas como los fosfolípidos, gomas y proteínas son solubles en aceite, pero insolubles en agua. De este modo, las impurezas se pueden separar.
- ✓ Neutralizado: parte del proceso de refinado, donde se obtienen el aceite neutro.
- ✓ Enfriamiento: a través de una torre

Por su importancia económica en el volumen de negocio, el producto principal del proceso de industrialización de la soja es la harina. Los principales productos obtenidos como balance de flujo de la soja procesada son la harina (74%), el aceite (20%), la cáscara (5%) y la borra alrededor del 1%^{16,17} (**Figura 3.4**). Los porcentuales son estimaciones que pueden tener alguna variación mínima, dependiendo de la industria procesadora. De estos datos, se deduce que 1 Ton de soja produce 200 kg de aceite que equivaldría a 221,2 litros de aceite (**Tabla 3.4**). Entonces por hectárea de producción de soja en el 2020, se obtendría un total de 671 litros de aceite, superior a lo obtenido en el 2005 que con menor rendimiento de la soja se obtuvo 261,2 litros/ha (IICA, 2010). Tan solo tomando en consideración estos

¹⁶ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

¹⁷ CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 17 ago. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

datos, se puede tener una perspectiva del total de soja destinada a la producción de biodiesel y de la potencialidad instalada para proyectar aumentos en porcentajes de mezcla y/o exportación de biodiesel. Como dato referencial, en el 2020, se comercializó **28.470.704 litros de biodiesel** (MIC, 2021) que corresponde al **3,8%** del total de litros aceite de soja producido a nivel nacional.

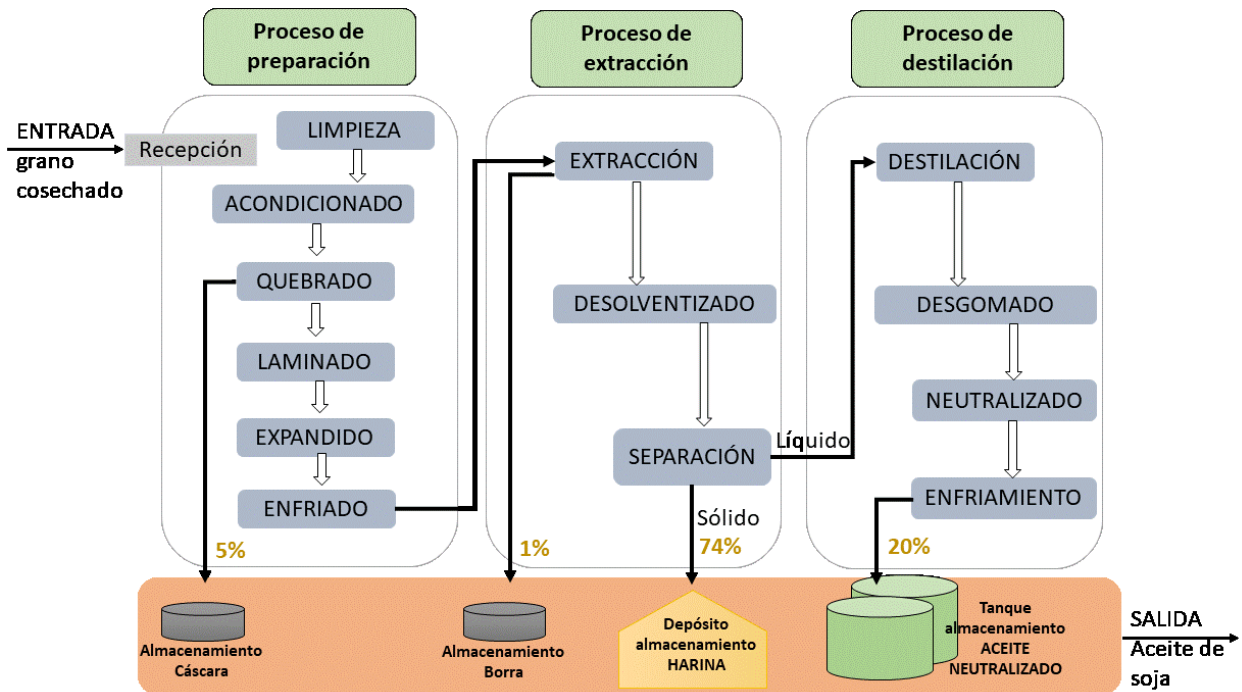


Figura 3.4. Proceso de producción de aceite. Caso de estudio Complejo Agroindustrial La Paloma S. R. L. (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú, Paraguay)

Del proceso industrial de la soja, en volumen, la **harina de soja** se obtiene una cantidad superior. En el 2020, se ha exportado un total de 2.144.174 Ton de los cuales, Chile ha comprado el 27%, la Unión Europea el 21%, el Reino Unido el 13% y el resto a varios otros países. El consumo interno en este año fue de 396.342 Ton¹⁸ (CAPECO, 2021). En el caso del **aceite**, en el mismo año se exportó unas 650.807 Ton (CAPPRO, 2021), con destino final la India en un 43%, Brasil en un 11% e igual porcentaje para Bangladesh y el resto a varios otros países (CAPECO, 2021). El resto para consumo interno, entre los cuales el **biodiesel** que en este año fue de unas 28.470.704 litros, equivalente a 25.736 Ton,¹⁹ (MIC, 2021). Si se considera el año base 2005-2006, se observa una tendencia creciente en ambos subproductos, donde el aceite para consumo interno muestra un incremento a ritmo constante, siendo el biodiesel uno de las demandas internas (**Figura 3.5**). Además, el 5% de **cascarillas** resultante es

¹⁸ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

¹⁹ Considerando que la densidad del aceite es de 0,904 Ton/m³.

aprovechado en mezcla de balanceados para alimentación animal tras ser expelitizado y el 1% restante es **borra** que puede ser reutilizado en el proceso o venta como ácido graso^{20,21}.

Según informaciones proporcionadas por los entrevistados, las industrias productoras de aceite en el país son numerosas, algunas de ellas son Archer Daniels Midland (ADM), BISA, BUNGE PARAGUAY S.A., CARGILL, Complejo Agro Industrial Angostura S.A. (CAIASA), CONTIPARAGUAY, Louis Dreyfus, COPAGRA, MERCANTIL COMERCIAL S.A., OLEAGINOSA RAATZ S.A., AGROINDUSTRIAL LA PALOMA S.A.; todas producen aceite de soja. En el ranking de los mayores exportadores de soja en el 2021 se encuentran: Cargill (16%), Viterra (12%), ADM (10%), Cofco (8%), Sodrugestvo (7%), Agrofert (6%), Copagra (6%), LDC (5%), LAR (4%), Bunge (4%) y otros el 22%. Las escalas de producción son muy variadas²².

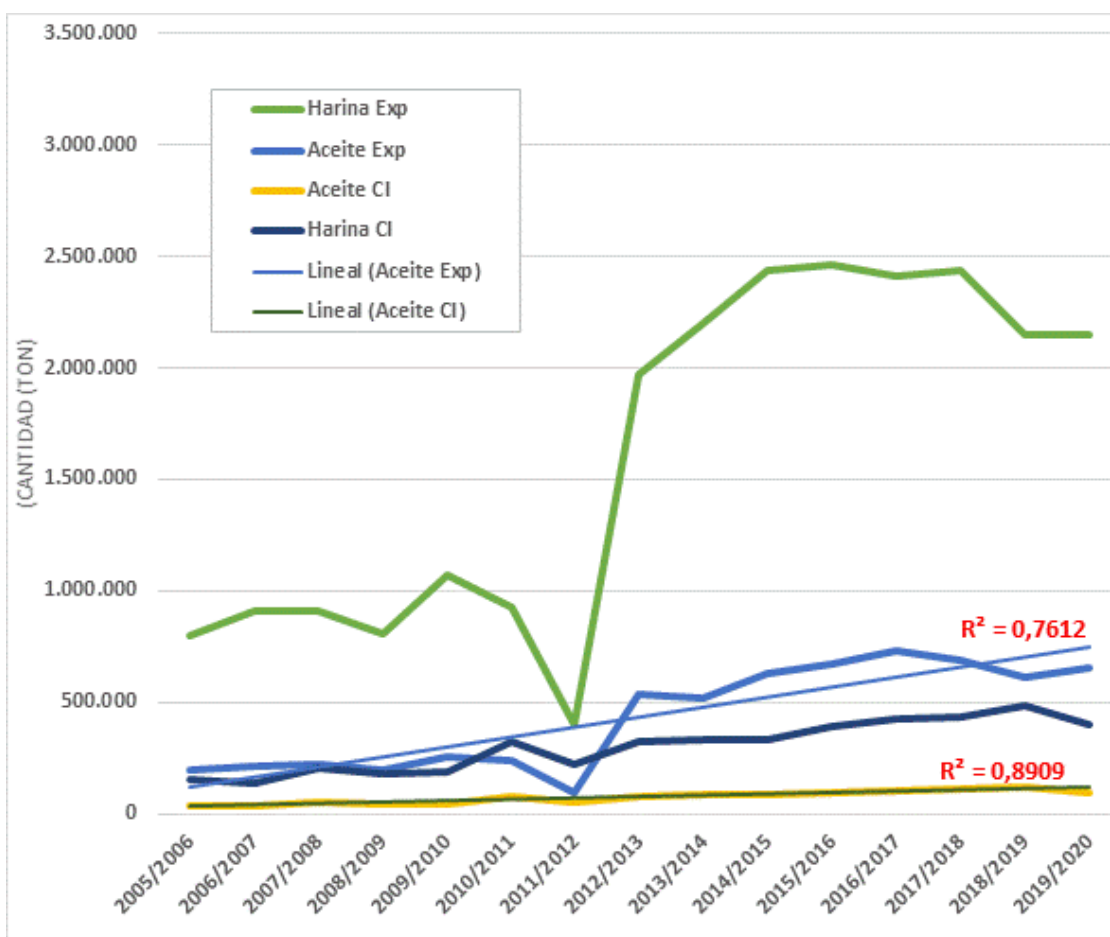


Figura 3.5. Evolución de cantidad (Ton/año) de aceite y harina de soja de exportación (Exp.) y de consumo interno (CI) entre el 2006 a 2020. Fuente: Con base a datos de CAPECO, <http://capeco.org.py/soja-es-mol-gran/>

²⁰ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

²¹ BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

²² BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

Estudio de Caso: Complejo Agroindustrial La Paloma S. R. L.

Se procesa alrededor de 100 Ton/día de granos de soja, con capacidad instalada de 200 a 250 Ton/día de granos procesados. La cantidad promedio de aceite de soja procesada se estima en 20 Ton/día. En esta planta industrial el biodiesel se produce todo el año, con algunas fluctuaciones durante el año en la cantidad producida. Se realiza el desgomado para reducir las pérdidas al final del proceso, aunque se podría utilizar el aceite sin desgomar pero no es beneficioso para el proceso.

La empresa es propiedad de tres productores accionistas, que además compran de otros productores de la zona. Para que la planta no genere pérdidas se requieren de un mínimo de 20 hectáreas/día de soja. Los productores de soja, clientes de esta planta, asumen un compromiso de entrega de una parte de la producción de grano a la empresa, pero los productores también tienen la libertad de vender a otros silos compradores. En la planta, los granos de soja llegan en general entre 13,5% a 14% de contenido de humedad, sin descuento. Se almacena en el silo a una humedad de entre 11 a 11,5%.

Producción de biodiesel de soja

Tal como se señaló, gran parte del aceite de soja obtenido del proceso industrial se exporta y del excedente o remanente mínimo de aceite de soja que queda en el país se destina para la producción del biodiesel. El aceite es un subproducto, resultante del proceso de fabricación de la harina como producto principal de negocio en las industrias. Por tanto, el biodiesel producido ni siquiera se puede decir que un subproducto de primera categoría como el aceite o la Harina²³.

En volumen, el biodiesel producido es ínfimo, teniendo en cuenta los porcentajes mínimos de mezcla en Paraguay, como así también el elevado precio del Biodiesel para competir con los precios de la región. Si bien el precio del biodiesel en Paraguay es relativamente alto en comparación a los de la región, se debe principalmente a que en los países como Brasil y Argentina la producción de Biodiesel la realizan empresas multinacionales de gran envergadura, en gran cantidad considerando también los elevados porcentajes de mezclas exigidos en sus respectivas normativas. En cambio, Paraguay la producción de biodiesel es realizada por Mipymes y en porcentajes que se ajustan a los porcentajes de mezclas muy poco elevadas aun con el Gasoil Tipo III²⁴.

El aceite de soja neutralizado pasa por varios procesos para que finalmente se obtenga el biodiesel. En general, la cadena micro de la producción de biodiesel de soja, se representa en un flujograma de entrada, proceso y salida de productos y subproductos, que, dependiendo de la empresa productora, puede variar en volumen. La **Figura 3.6** resume la etapa de producción del biodiesel²⁵.

²³ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 17 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (entrevista). Asunción, Paraguay, CEAMSO

²⁴ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

²⁵ Planta Biosinergy Paraguay S.A., parte del Complejo Agroindustrial La Paloma S. A. (Asociada a la BIOCAP).

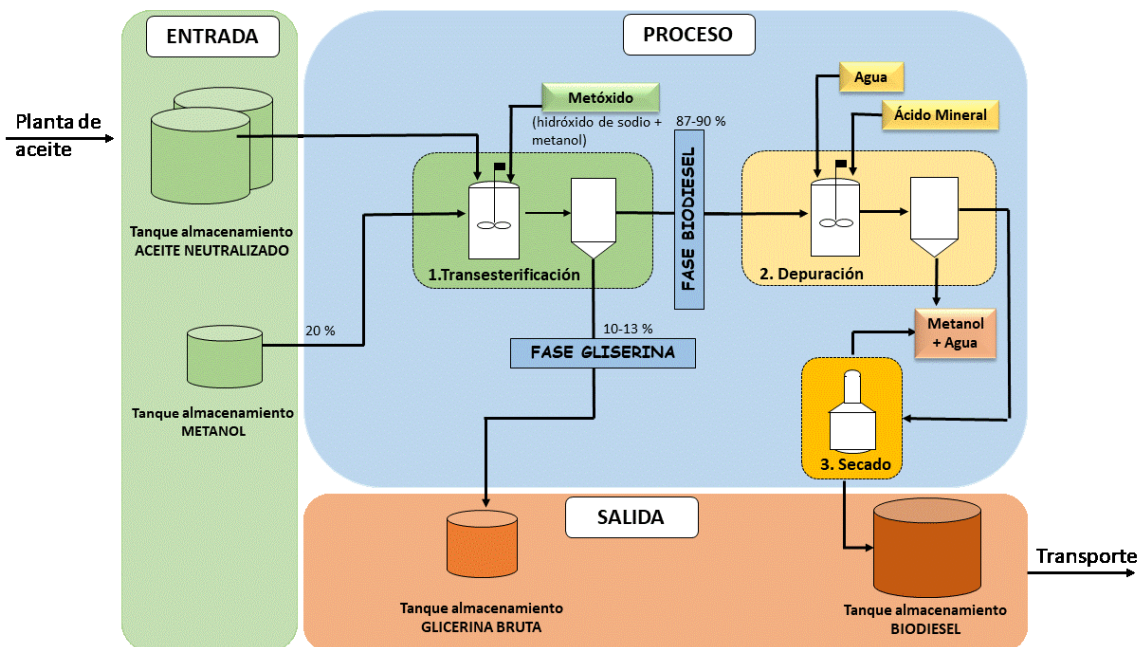


Figura 3.6. Proceso de elaboración del biodiesel de soja en la Planta Biosinery Paraguay S.A.²⁶.

En el proceso de producción, se obtiene biodiesel entre 87 al 90% y entre el 10 y 13% se obtiene glicerol. El 90% del biodiesel producido va para la mezcla de combustible apto para motores diésel y resto se comercializa como Metil-éster para uso como agroquímico, especialmente adherente para herbicidas, insecticidas, desecantes en general. El glicerol crudo producido en la planta de biodiesel, es comercializado en el mercado local para uso como combustible en calderas, curtidurías o reprocesamiento.

Tabla 3.4. Relaciones de producción de biodiesel

Datos	Unidad	Valor
Biodiesel obtenido tras el proceso de trans-esterificación	%	87 – 90
Glicerol obtenido tras el proceso de trans-esterificación	%	10 – 13
La relación de equivalencia de aceite y biodiesel	relación	1:1
El precio por litro del biodiesel (pagado al productor)	guaraníes	9.200*
El precio por litro de biodiesel mezclado (pagado por el consumidor final)	guaraníes	5.750*
Superficie cosechada de soja en el año 2020 (A)	hectáreas	3.631.000
Rendimiento de la soja en el año 2020 (B)	Kg/ha	3036
Producción total de soja en el año 2020 (A*B)/1000	Ton	11.023.716
Cantidad de leña usada para secado de 1 Ton de grano de soja (Cabrera, 2011)	m ³	0,24
Cantidad de biomasa requerida (eucaliptus) para 1 ton de biodiesel	kg	50
Contenido de aceite de la semilla de soja en promedio (C)	%	20
Aceite por hectárea de producción de soja en el 2020 (D = B*C/100)	litros	607,2
Aceite por 1 Ton de soja (E)	kg	200
Densidad estimada del aceite (F)	Ton/m ³	0,904
Biodiesel de 1 Ton de soja (G = E/F)	litros	221,2

²⁶ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay)/Biosinery Paraguay S. A. 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (entrevista). Asunción, Paraguay, CEAMSO

Biodiesel por hectárea de soja ($H=G*B/1000$)	litros	671,6
Superficie de soja destinada para biodiesel en el año 2020	hectáreas	42.433
Producción total potencial de biodiesel en el año 2020 ($I = D*A$)	litros	2.094.360.00
Energía necesaria para producir 1 litro de aceite de soja, calculada en base 1 ton de soja procesada	Megacaloría/Ton watt	215 38

*1 USD = 6.914 Gs. Fuente: Elaboración propia

Los datos disponibles señalan que durante los últimos tres años la producción de biodiesel ha mostrado un patrón de crecimiento en la demanda (**Figura 3.7**). En el periodo 2015-2020 ha mostrado un incremento de más del 500% de la cantidad producida en el país (MIC, 2021).

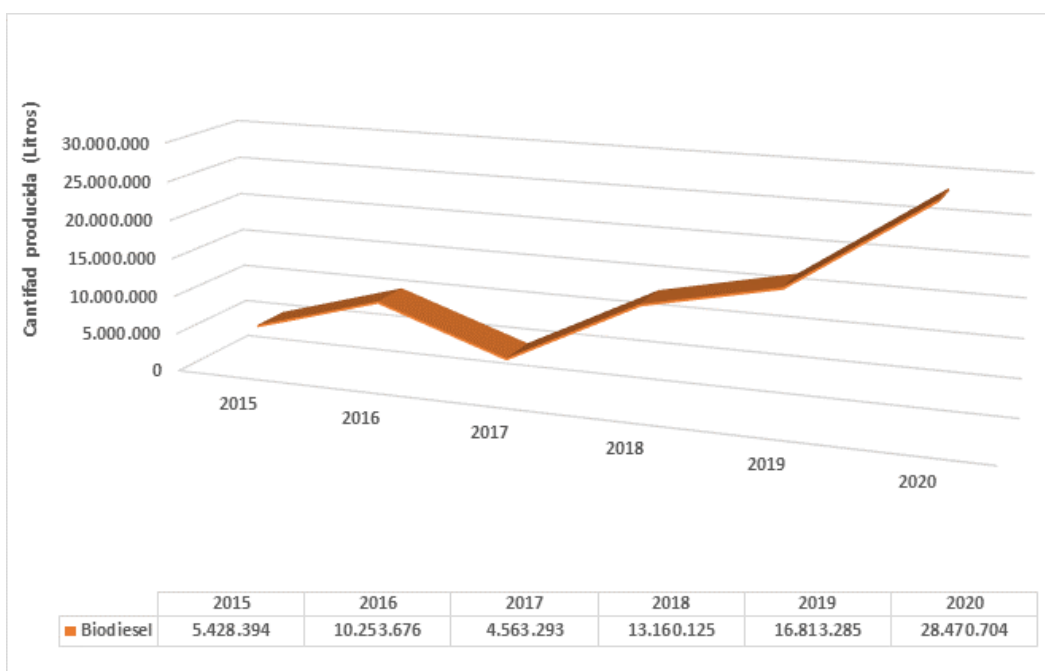


Figura 3.7. Cantidad producida de biodiesel en el periodo 2015-2020. Fuente: MIC (2021)

Las industrias procesadoras de aceite para biodiesel son registradas en el MIC en la categoría de productores promovidos. A la fecha, según datos proporcionados por el MIC (**Tabla 3.5**), son: Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. (INPASA), la BIOCAP que componen las industrias Biosinergy Paraguay S. A., Frigorífico Guaraní S. A y ENERCO S. A.²⁷; la BIOCAVE que conforman Multiagro C & A S.A., Indupalma S.A., Bioenergy Paraguay S.A. y ALGISA²⁸; todas preferencialmente producen biodiesel a partir de aceite de soja, excepto la primera que se encuentra produciendo de aceite de maíz, aunque la planta es flex, pudiendo ser usado para producir biodiesel también de soja.

²⁷ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

²⁸ BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

La capacidad instalada total es de **139.439.600 litros/año de producción de biodiesel en el país**. De esta capacidad instalada, INPASA tiene una potencialidad productiva del 52%, siendo la empresa de mayor volumen de capacidad de producción, aunque casi la totalidad producida es de aceite de maíz.

Actualmente, la producción total de biodiesel es mucho menor que la capacidad instalada en el país. Esto es debido a que la Ley 2748/2005, entonces ya ha previsto la mezcla de hasta un 3%, que no se ha cumplido; y además, el Decreto Reglamentario N° 10703/2013 abrió la posibilidad y la expectativa de un gran Mercado interno con los elevados porcentajes de mezclas que en su momento se proponían. Así mismo, la Ley 6389/2019 y el Decreto 3500/2020 previeron alcanzar el 4% de mezcla de biodiesel de manera obligatoria, pero los registros indican que no se ha podido llegar ni al 2% de manera efectiva²⁹.

Tabla 3.5. Capacidad instalada de biodiesel de productores habilitados y operando.

CAPACIDAD INSTALADA DE LOS PRODUCTORES DE BODIESEL HABILITADOS Y OPERANDO							
N°	Empresa	Ubicación	Departamento	Tipo de Materia Prima	Capacidad Instalada (lts/mes)	Capacidad Instalada (lts/año)	% Participación
1	INPASA	Distrito de Guayaibí - Departamento de San Pedro	San Pedro	Aceite de Maíz y Aceite de soja	6.000.000	72.000.000	52%
2	FRIGORIFICO GUARANI	Ruta 2 Mcal. Estigarribia km 30,5 - Itaugua	Central	Aceite de soja	1.675.800	20.109.600	14%
3	MULTIAGRO	Ruta 2 Mcal. Estigarribia km 28 - Itaugua	Central	Aceite de soja	1.200.000	14.400.000	10%
4	INDUPALMA	Roque Gonzalez - Paraguari	Paraguari	Aceite de soja	1.200.000	14.400.000	10%
5	BIOENERGY	Parque Avay Villeta	Central	Aceite de soja	780.000	9.360.000	7%
6	BIOSINERGY DEL PARAGUAY SA	Ruta 10 La Paloma del Espiritu Santo	Canindeyu	Aceite de soja	500.000	6.000.000	4%
7	ENERCO	Compañía Isla Valle - Aregua	Central	Aceite de soja	260.000	3.200.000	2%
Capacidad Total Instalada					11.615.800	139.469.600	100%

Fuente: Dirección de Combustibles Alternativos y Renovables, Viceministerio de Comercio y Servicios del MIC (2021).

Desde el punto de vista tecnológico, existen ya empresas en la zona de Santa Rita, departamento de Alto Paraná, que fabrican equipamientos para la elaboración de biodiesel, en especial los que apuntan a la transformación del aceite de soja en biodiesel³⁰.

e) Transporte e infraestructura

El transporte del biodiesel se efectúa desde la planta de producción hasta la planta de mezcla, almacenaje y despacho, que es la figura jurídica responsable de la Mezcla con el combustible fósil (diésel) **a través de camiones cisternas vía terrestre³¹ de 30.000 litros³²**. En la actualidad, no existe una infraestructura de almacenamiento útil que facilite la distribución de biodiesel en todo el país³³. Por lo general, son almacenadas en los tanques destinados específicamente para el biodiesel en las diversas Plantas de Almacenaje y Despacho, sea de la Petrolera Estatal (PETROPAR) y/o las del Sector Privado,

²⁹ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

³⁰ DICAPAR (Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay) 21 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

³¹ BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

³² DICAPAR (Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay) 21 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

³³ *Ibidem*.

siempre y cuando fueran importadoras de Gasoil/Diésel derivado del petróleo que son las obligadas o sujetas de la obligación de compra del biodiesel para la mezcla con el producto importado³⁴.

La mayoría de las empresas productoras de biodiesel, producen especialmente para comercializar a las Plantas de Almacenaje y Despacho, como así también a las Empresas Distribuidoras de Combustibles, a los efectos de dar cumplimiento efectivo a los porcentajes de mezcla exigidos en la legislación vigente y que no se “stockean” dichos productos durante un tiempo prolongado, mismo por la alta higroscopicidad del biodiesel, por lo que la producción se realiza de manera planificada³⁵.

f) Mezcla y distribución

La mezcla del biodiesel se realiza con el Gasoil derivado del petróleo, en este caso es el Gasoil Tipo III. Este es un combustible necesario y como no se produce en el país debe ser importado; sin embargo, en el caso de los biocombustibles, la Ley N° 6389/2019 establece (Art. 9) que en ningún caso se permite su importación. En el caso de la importación del combustible para mezcla, según datos proporcionados para este estudio por parte del Ministerio de Industria y Comercio, se tienen a unas trece empresas importadoras y mezcladoras³⁶ (**Figura 3.1**), con tamaños variados que van desde 20.000 m³/año a 1.500.000 m³/año de importación de Gasoil Tipo III³⁷

La legislación nacional habla de las “mezcladoras”, que pueden ser la refinería, planta de almacenajes y despacho de combustibles, empresa distribuidora de combustibles que cuenta con la obligación de adquirir biocombustible y llevar a cabo la mezcla de este último con gasoil para el cumplimiento de la mezcla obligatoria.

Desde el punto de vista de sus componentes, el biodiesel no es un hidrocarburo, es un Metil Ester de Ácido Graso con propiedades físicas y químicas parecidas al gasoil de origen fósil que, en el caso de Paraguay, la legislación prevé una gradualidad en el porcentual de mezcla hasta el 5% en el año 2022, según la Ley 6389/2019. La legislación vigente estipula que toda Planta de almacenaje y despacho y/o empresa distribuidora de combustible, que realice importación del diésel derivado del petróleo, se encuentra sujeta a la obligación de compra del biodiesel para su mezcla con el producto importado en el porcentaje establecido por la Ley³⁸.

El procedimiento de la mezcla se realiza en las plantas de combustibles, a través de salpicones de mezcla en los tanques de Gasoil Tipo III o en línea en las Islas de carga de camiones cisternas. Por tanto, la mezcla del biodiesel con el Diesel/Gasoil Tipo III se realiza únicamente en las plantas de almacenaje y

³⁴ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

³⁵ BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

³⁶ MIC (Ministerio de Industria y Comercio) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

³⁷ DICAPAR (Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay) 21 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

³⁸ *Ibidem*

despacho, que podría considerarse una fase intermedia, entre la producción industrial y la comercialización final en las gasolineras o Estaciones de Servicios, en ninguna parte de las legislaciones vigentes se contempla que las mezclas deban realizarse directamente en las estaciones de servicios.

En 2020 no se alcanzó el objetivo de la mezcla del 3% ya que fue del 2,04%. Para el 2021 en curso, la mezcla de biodiesel con el gasoil es del **1,45%**, con variaciones en el año (Tabla 3.6), tal y como establece la legislación vigente; en lo que va del año 2021, queda aún un porcentual que precisa de un esfuerzo adicional para alcanzar el mínimo establecido.

Tabla 3.6. Cantidad (Litros) anual de Gasoil tipo III demandada y de biodiesel producido y mezclado

Año	Gasoil Tipo III	Biodiesel	% mezcla
2015	900.533.784	5.428.394	0,60%
2016	1.327.229.726	10.253.676	0,77%
2017	1.471.090.906	4.563.293	0,31%
2018	1.507.752.536	13.160.125	0,87%
2019	1.489.637.148	16.813.285	1,13%
2020	1.392.997.564	28.470.704	2,04%
2021*	863.904.576	12.519.970	1,45%

*De enero a Julio. Fuente: MIC (2021).

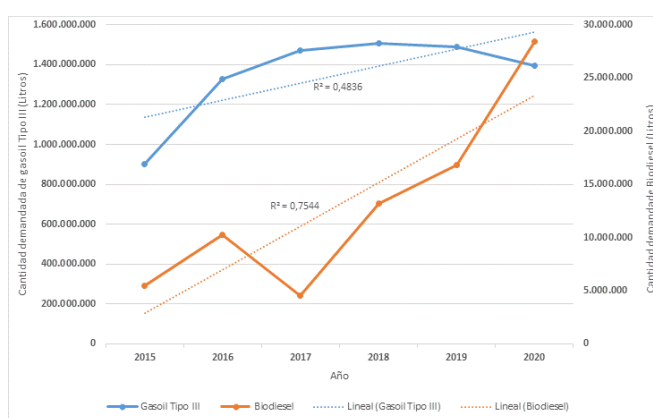


Figura 3.8 Tendencias de demanda de gasoil tipo III y biodiesel

De los datos proveídos por el MIC (2021), durante el año 2021, los porcentajes de mezcla han fluctuado entre el 0,97% en mayo y el 1,86% en abril. No todas las empresas producen todos los meses, incluso una de ellas no registra actividad productiva en el año y dos empresas que producen todos los meses y en mayores cantidades que otras empresas. En el año señalado, se observa que el **63% del biodiesel producido proviene del maíz y el 37% es de soja como materia prima (Tabla 3.7; Figura 3.8)**. El biodiesel de soja lidera Frigorífico Guaraní con unos 3.432.309 litros acumulados de venta en el periodo, con un promedio mensual de 490.327 litros, que representa alrededor del 27% del total. Según indicaciones de los entrevistados, hoy en día las empresas no alcanzan trabajar al 100% de la capacidad instalada; de hecho, Frigorífico Guaraní, con una capacidad instalada de 1,675,800 litros/mes, en los primeros siete meses de 2021, ha trabajado al 29% de su capacidad en promedio.

Tabla 3.7. Producción (litros) y porcentual de mezcla del biodiesel. Periodo enero a julio de 2021

Mes	MULTIAGRO	BIOENERGY	INDUPALMA	Frigorífico Guaraní	INPASA (de maíz)	ENERCO	BIOSINERGY	Venta total biodiesel	Venta total Gasoil tipo III	% de Mezcla
Enero	89.798	-	88.552	385.768	932.647	-	-	1.496.785	104.995.609	1,43%
Febrero	-	-	115.376	423.890	1.340.701	21.352	37.265	1.938.584	126.294.777	1,53%
Marzo	-	-	-	507.315	1.995.759	20.867	88.248	2.612.189	157.824.146	1,66%
Abril	-	-	-	366.528	1.575.848	-	91.830	2.034.206	109.494.485	1,86%
Mayo	-	-	-	627.266	522.339	21.933	32.257	1.203.795	123.470.324	0,97%
Junio	-	-	102.287	667.046	926.150	-	86.839	1.782.322	110.038.938	1,62%
Julio	151.440	-	164.011	454.476	600.736	-	81.426	1.452.089	131.786.297	1,10%
TOTAL	241.238	-	470.226	3.432.309	7.894.180	64.152	417.865	12.519.970	863.904.576	1,45%

Fuente: Dirección de Combustibles Alternativos y Renovables, Ministerio de Industria y Comercio (2021).

g) Uso del biodiesel

El uso del biodiesel hoy en el país es una realidad. En el año 2020, las ventas de biodiesel en el mercado nacional resultaron en 28.470.700 litros lo que significó un crecimiento del 69,3 % respecto al año 2019 (MOPC, 2021). Por las informaciones obtenidas no hay superávit en la producción, la flota de transporte actual, como el transporte de autobuses público-privados, automóviles, camiones, equipos pesados, tractores, etc., puede utilizar diésel mezclado, incluso con porcentuales mayores a lo previsto en la legislación paraguaya, pues el uso de biodiesel mejora la combustión en los motores³⁹.

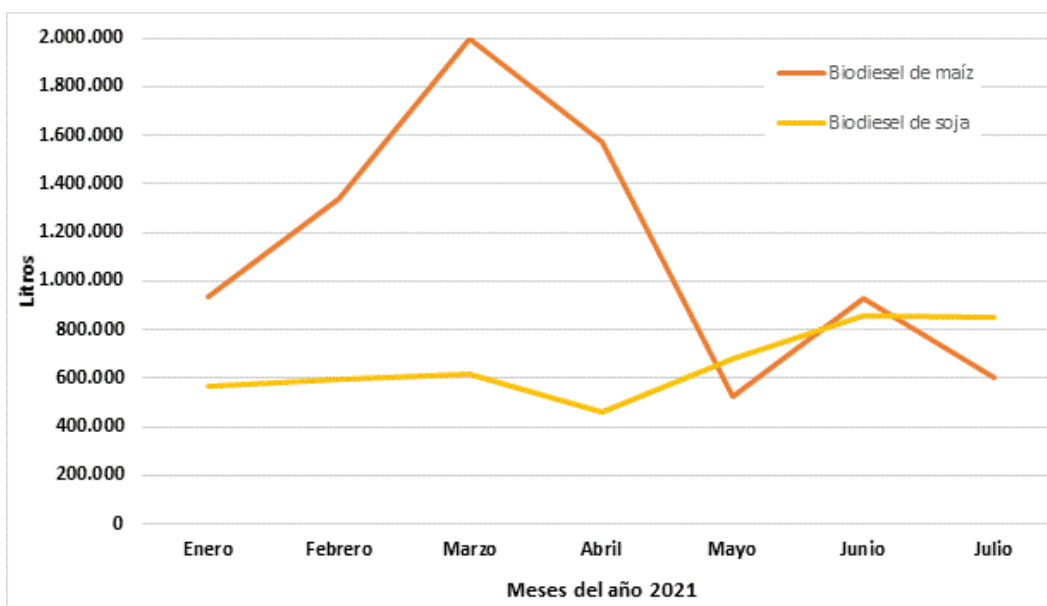


Figura 3.9 Cantidad de litro de biodiesel de soja y de maíz producida de enero a julio del 2021 (MIC, 2021)

Según el marco legal vigente en materia de combustibles derivados del petróleo y/o biocombustibles, la literatura hace mención a “**Importadores**” al referirse a quienes adquieren del exterior el gasoil de origen de petróleo. La importación de biocombustibles, entre ellos el del biodiesel, no está permitido, tal y como indica la Política de mezcla del biocombustible apto para motores diésel, que dice: “*En ningún caso se permitirá la importación de biocombustible*” (Art. 5°, Ley 6389/2019). A fin de ilustrar el uso del biodiesel, se menciona que en una de las empresas productoras visitadas⁴⁰, el 90% biodiesel producido va para combustible y el resto como Metil-éster para uso como agroquímico, especialmente adherente para herbicidas, insecticidas, desecantes en general. El precio de Metil-éster en el mercado es de 10.000Gs/litro. Para el combustible, el mayor consumidor son importadores/mezcladores de

³⁹ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

⁴⁰ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

combustibles como Petrosur, Monte Alegre, San Isidro y Puma Energy. Para agroquímicos comercializa con Agrofuturo y Aktra⁴¹.

Desde REDIEX (2020), se señala que el mercado de biodiesel es aún incipiente y se pretende alcanzar una mezcla hasta un 5 %. Con la demanda actual para el 2 % de mezcla con el gasoil Tipo III al año 2020, la capacidad productora instalada da abasto. Esta entidad dependiente del MIC, afirma que no existe mayor demanda porque el **precio del biodiesel es alto** y es necesaria una producción de biodiesel en gran escala, así como de materia prima variada, para ser competitivos en precio. Una cuestión que puede ayudar a la producción a gran escala es la instalación de industrias procesadoras de biodiesel con miras tanto al mercado local como al de exportación. Sin embargo, no hay políticas de Precios en el país. Se deja a la libre competencia, pero la realidad es que el precio del biodiesel en el Paraguay está fijado por un reducido número de productores en base a costos que ellos mismos presentan⁴².

El precio actual del producto compuesto por diésel + biodiesel en las Estaciones de Servicios para su venta es de Gs. 5.730⁴³. Según los entrevistados, las leyes vinculadas a los precios del biodiesel en Paraguay NO contribuyen a que se dé impulso al sector, se requieren de reformas impositivas, se requiere quizás de diferenciación en la legislación por tipo de materia prima y/o estructuras de costos de producción, y/o acuerdos con otros sectores productores de la materia prima e insumos para la producción de biodiesel que permitan mejorar los precios⁴⁴. Según entrevistas realizadas, el precio promedio de compra que realiza PETROPAR es de 10.300 gs/litro de biodiesel. El precio del aceite de soja es alrededor de 1300 dólares/Ton. El subproducto que es la glicerina cruda su precio es entre 1.000 a 1.500 gs./kg⁴⁵ pero después de reprocesada y refina (Glicerina Vegetal USP) el precio es de 70.000 a 90.000 gs./litro en el mercado local⁴⁶.

A fines de agosto de 2021, empresas del rubro de combustibles plantearon ante el MIC⁴⁷ **suspender la mezcla obligatoria del biodiesel con el gasoil tipo III**, por elevado costo para del biodiesel (>10.000 gs/litro) y por el impacto en el costo final que tiene en el gasoil, que a su vez finalmente se traslada al consumidor final. En respuesta a este reclamo, desde la industria INPASA S.A.⁴⁸ se sostuvo que si bien es cierto que el precio del biodiesel se disparó porque los insumos, como el maíz y el aceite de soja, también duplicaron sus costos, la mezcla al % previsto en la ley con el gasoil tipo III no está teniendo un alto impacto.

⁴¹ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay)/Biosinergy Paraguay S. A. 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

⁴² DICAPAR (Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay) 21 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

⁴³ Equivalente a 0,83 USD/litro, al cambio del día 13/10/2021: 1 dólar = 6.902 guaraní. <https://www.bcp.gov.py/>

⁴⁴ BIOCAVE (Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal) 13 set. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

⁴⁵ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay)/Biosinergy Paraguay S. A. 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

⁴⁶ Química industrial Paraguay www.quimicaindustrial.com.py

⁴⁷ <https://www.ultimahora.com/distribuidoras-piden-al-mic-parar-la-mezcla-biodiesel-n2958798.html>

⁴⁸ <https://www.ultimahora.com/desmienten-impacto-elevado-del-biodiesel-n2958981.html>

Referencias

Amado T., J.C.; Cubilla M., M.; Schleindwein, J.; Santi A., L.; Cubilla, L.E. 2006. Manejo del suelo para la obtención de altos rendimientos en soja en el sistema de siembra directa en Paraguay y en el Sur del Brasil. In: Anales III Congreso de Soja del MERCOSUR, Argentina, Rosario 27-30 de junio de 2006 / Bolsa de Comercio de Rosario.

APROSEMP. 2021. APROSEMP en números Capacidad semillera. Disponible en: <http://www.aprosem.org.py/uploads/capsemillera.pdf> (Consultado en julio de 2021)

CAPPRO. 2021. Importancia del Complejo Soja (Granos y Derivados) en Exportaciones del País. Disponible en: <https://capro.org.py/estadisticas> (Consultado en setiembre de 2021)

CAPECO. 2021. Uso de la soja. Disponible en: <http://capeco.org.py/uso-de-la-soja-es/>

CAPECO. 2021. Exportaciones por destino final. Disponible en: <http://capeco.org.py/exportaciones-por-destino-final-es/> (Consultado en agosto de 2021)

Colonias Unidas. S.f. Catálogo de balanceados, línea bovina. Disponible en: <http://colonias.com.py/home/wp-content/uploads/2017/06/Catalogo-Colonias-Unidas-Linea-Bovinos-IMPRESION.pdf> (Consultado en julio de 2021)

Cubilla Andrada, M.M.; Wendling, A; Eltz, F.L.F.; Telmo J.C.; Amado J. M. 2012. Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el Sistema de siembra directa en Paraguay. Disponible en línea: <http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2011/06/LIBRO-Recomendaciones-de-Fertilizacion-para-Paraguay-Martin.pdf> (Consultado agosto de 2021).

Enciso. V. 2020. Soja: Datos, estadísticas y comentarios. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias-UNA, Área de Economía Rural, 18p. Disponible en: <https://www.agr.una.py/ecorural.php> (consultado setiembre de 2021).

Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Asunción. 2021. Resultados de Investigaciones: Costo de producción de soja, zafra 2016/2017. Distrito de Naranjal, Paraguay, 15p. Disponible en: http://www.agr.una.py/publicaciones_inv.php (consultado agosto de 2021).

García, F.O. 2011. Pensando la nutrición de cultivos en función del sistema de producción. In: II Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. San Lorenzo, Paraguay, 25 y 26 de agosto, p11-15.

Gatiboni, L.; Kaminski, J.; Rheinheimer, D.; Flores, J.P.C. 2007. Biodisponibilidad de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, **31**:691-699.

González G., A. 2017. Calidad ecológica y beneficio económico de la producción transgénica y orgánica de la soja en dos fincas del departamento de Itapúa, Paraguay. Tesis de grado de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Agrarias (UNA), 90p.

IICA. 2010. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel. Programa hemisférico en agroenergía y bicombustibles Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, C.R.: IICA, 377p.

- Invernizzi R., A; Enciso C., V.; León, M. 2019. Análise da cadeia de valor da soja do Paraguai e seus derivados. 57° Congreso SOBER, Agricultura, alimentação e desenvolvimento. 21 al 25 de julio de 2019, UESC. 17p.
- INTA. 2009. Balance energético de la producción de biodiesel a partir de soja en la República Argentina. INTA, Argentina, 20p.
- Ogasawara, J. 2017. Estudio de los diferentes sistemas de riego agrícola utilizados en el Paraguay (Informe final). Plan de Acción en favor de los PMDER. Paraguay - Componente N°1. MAG/ALADI, 172p.
- Morínigo Aguayo, J; Achinelli Báez, M; Barrios Leiva, O. 2018. La soja en el Paraguay. Una aproximación a la cuantificación económica. Periodo 1994-2016. Población y Desarrollo, **24(46)**:24-36. DOI: 10.18004/pdfce/2076-054X/2018.024(46).024-036.
- Ministerio de Industria y Comercio. 2021. Resumen mensual de ventas de biodiesel (en litros) por productor. Dirección de Combustibles Alternativos y Renovables, MIC. s/p.
- REDIEX. 2020. Paraguay: Guía de Inversiones 2019-2020. Disponible en: http://www.rediex.gov.py/wp-content/uploads/2021/06/Gu%C3%ADa-de-Inversiones-Paraguay-Espa%C3%B1ol_baja-1.pdf (Consultado en agosto de 2021).
- World Wildlife Foundation. 2014. El crecimiento de la soja: Impactos y soluciones. Disponible en: http://awsassets.panda.org/downloads/reporte_final_soja_esp_2.pdf
- World Wildlife Found. 2016. Análisis social, económico y ambiental de la producción de soja y carne en Paraguay. Asunción, Paraguay: WWF-Paraguay, 104p.

4. Resultados de la implementación de los indicadores

En este capítulo se presenta una evaluación rápida de la sostenibilidad del sector de biodiesel de soja en Paraguay mediante el uso de indicadores GBEP resumidos en la **Tabla 4.1**.

Tabla 4.1 Pilares e indicadores considerados en el sector de biodiesel de soja

PILARES		
AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
INDICADORES		
1. EMISIONES DE GEI EN TODO EL CICLO DE VIDA	9. ASIGNACIÓN Y TENENCIA DE LA TIERRA PARA NUEVA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA	17. PRODUCTIVIDAD
2. CALIDAD DEL SUELO	10. PRECIO Y OFERTA DE UNA CANASTA ALIMENTARIA NACIONAL	18. BALANCE NETO DE ENERGÍA
3. NIVELES DE COSECHA DE RECURSOS MADEREROS	11. CAMBIO EN INGRESOS	19. VALOR AGREGADO NETO
4. EMISIONES DE CONTAMINANTES DEL AIRE QUE NO SON GEI, INCLUYENDO SUSTANCIAS TOXICAS DEL AIRE	12. EMPLEOS EN EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA	20. CAMBIO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y EN EL USO TRADICIONAL DE LA BIOMASA
5. USO Y EFICIENCIA DEL AGUA	13. N/C	21. FORMACIÓN Y RECUALIFICACIÓN DE LOS TRABAJADORES
6. CALIDAD DE AGUA	14. N/C	22. DIVERSIDAD ENERGÉTICA
7. DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL PAISAJE	15. N/C	23. INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE BIOENERGÍA
8. USO DE LA TIERRA Y CAMBIO DE USO DE LA TIERRA CON LA PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA PARA BIOENERGÍA	16. INCIDENCIA DE LESIONES, ENFERMEDADES Y MUERTES LABORALES	24. CAPACIDAD Y FLEXIBILIDAD DEL USO DE LA BIOENERGÍA

Fuente: FAO (2018:6) Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay. Versión en Español. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma; N/C= No considerado en este estudio.

PILAR AMBIENTAL

4.1 Indicador 1: Emisión de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida

4.1.1 Planteamiento utilizado

En la mayoría de los eslabones de la cadena macro de la producción del biodiesel existen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) cuyas determinaciones son necesarias. Existen informes Nacionales recientes como es el documento del Segundo Informe Bienal de Actualización de Paraguay (IBA2) (MADES/PNUD/FMAM, 2019), que da referencias generales que se pueden vincular con el sector de la producción primaria para la evaluación de la sostenibilidad del biodiesel en el país.

En este indicador es necesario tener en cuenta el Marco Metodológico Común de la GBEP (FAO, 2010), que señala los pasos para el análisis completo del ciclo de vida de emisiones GEI provenientes de la producción y uso de bioenergía, en este caso del biodiesel de soja. Al respecto, en esta evaluación se hace mención a valores de emisiones de GEI general y otros estimados para el biodiesel de soja en el país.

Los valores referenciales de las emisiones de GEI a nivel general en el país, se han tomado del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), con valores expresados en Kt CO₂ eq. Sin embargo, para calcular las contribuciones de los GEI, en el ciclo de vida de del biodiesel, se emplea la herramienta

proveída por el Instituto de Medio Ambiente y Energía (IFEU) de Heidelberg, que son establecidas para calcular los indicadores del pilar ambiental 1 y 4 de la GBEP, expresados en CO₂eq (Cazenave et al. 2018) Pero se hace constar que también son relevantes para la evaluación el gas metano CH₄ y el óxido nitroso (N₂O). El N₂O, es de interés en la evaluación, pues es un gas que se produce como resultado de la actividad microbiana en el suelo, la utilización de fertilizantes nitrogenados, la quema de leña y otras fuentes que podrían relacionarse con el proceso de producción del biodiesel (ej. el uso de leña para el secado de granos de la soja en los silos comerciales). Al revisar los datos, no todos están disponibles, y por tanto, en la estimación del aporte de emisiones debido a la cadena de valor del biodiesel, se toma como unidad de medida en gCO₂ eq/MJ, sobre la base del estudio de Cubells (2018).

4.1.2 Resultados clave

La línea base de estudio del biodiesel de soja y las etapas de la cadena de valor, fueron señaladas en el capítulo anterior. Los últimos datos generales sobre las emisiones de GEI en Paraguay corresponden al año 2015, donde el total fue de 75.099,89 Kt CO₂ eq., con una absorción de -23.806,62 Kt CO₂ eq. y se ha generado unas emisiones netas de 51.293,28 Kt CO₂ eq (MADES/PNUD/FMAM, 2019)

En la revisión por **categorias** clave que dan origen a las emisiones, es sugerente en el INGEI que utilizó la metodología propuesta en las Directrices del IPCC de 2006. Conforme a ello, el aporte de las tierras forestales convertidas en tierras de cultivo en el Paraguay fue del 37,7%, las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados fueron del 7% y, en menor medida, las actividades de combustión de combustibles debido al transporte terrestre del 5%, entre las que podrían tener relación con la cadena de valor del biodiesel (**Figura 4.1**) (MADES/PNUD/FMAM, 2019).

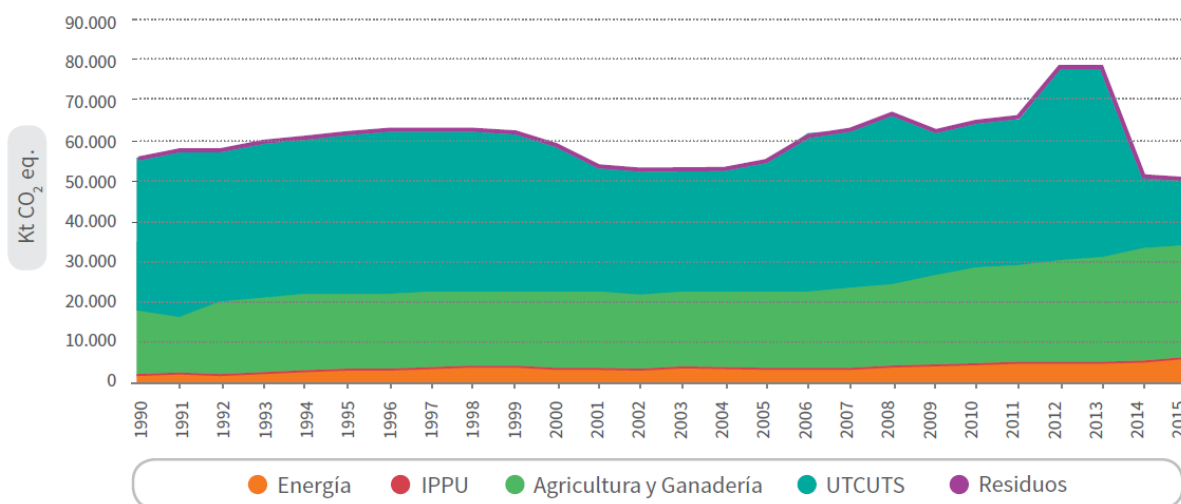


Figura 4.1 Evolución de las emisiones de GEI en ktCO₂eq. por sector (MADES/PNUD/FMAM, 2019). Siglas en inglés: IPPU=Procesos Industriales y Uso de Productos, UTCUTS= Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura

En este indicador es aún poco precisa la inferencia que se pueda hacer con respecto a las aportaciones de la cadena de producción del biodiesel a las emisiones de los GEI en el país, por lo que se requiere de un nivel más detallado de estudio. Sin embargo, se presenta como una aproximación las etapas de la

cadena de valor consideradas de importancia para la medición de los GEI en el caso estudiado, en el **Tabla 4.2.**

Tabla 4.2 Etapas y emisión de GEI en la cadena de valor del biodiesel

Etapas en la cadena de valor	Cantidad de emisión
Cambio de uso de suelo	23.56 gCO ₂ -eq/MJ ^a
Producción de materia prima (cultivo) - Dos tipos de manejo de suelo SDD and SCC/ Dos escalas (pequeña y grande) - Siembra (consumo de diésel por la mecanización) Uso de fertilizantes (cantidad total y diésel utilizada para su distribución en el campo) - Uso de pesticidas y herbicidas (cantidad total y diésel utilizada para su distribución en el campo) - Cosecha (consumo de diésel por la mecanización)	9,46 gCO ₂ -eq/MJ ^a
Transporte de la materia prima a silos de almacenamiento	1.84 gCO ₂ -eq/MJ ^{a, b}
Proceso vinculado al secado de materia prima en los silos	ND
Transporte de materia prima para planta aceitera	b
Producción de aceite	1.14 gCO ₂ -eq/MJ ^a
Producción de biodiesel	0.13 gCO ₂ -eq/MJ ^a
Transporte de aceite vegetal a la planta de biodiesel	b
Transporte de biodiesel a la planta de mezcla	b
Transporte a la estación de venta de biocombustible	ND
Uso del biodiesel	0,97 gCO ₂ -eq/MJ ^a

^a Cubells (2018), ^b Valor total de emisiones en distintas etapas de transporte. ND= No disponible

Según el estudio realizado por Cubells (2018), se estima que en las etapas del ciclo de vida del biodiesel a partir de soja se genera unos **37.1 gCO₂eq/MJ** de emisiones de GEI. En *cambio de uso de suelo* vinculado al cultivo de soja, la cantidad obtenida a través de la herramienta es de 23.56 gCO₂-eq/MJ (Cubells, 2018). Este valor es menor comparado con el cultivo de caña de azúcar para producir etanol que es de 33.27 gCO₂-eq (FAO, 2018), pues en el SSC se realiza rotación de cultivos con maíz y/o trigo y las emisiones por cambio de uso de suelo son compartidas. La misma fuente, señala que en la *producción primaria* de la soja se estima que se genera unos 9,46 gCO₂-eq/MJ, lo cual se relaciona en el uso de pesticidas, fertilizantes y combustión de diésel en las maquinas agrarias que producen en esta fase niveles altos de emisiones, ya que generan grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). En *transporte* de: materia prima a silos de almacenamiento, de materia prima a planta aceitera, de aceite vegetal a planta productora de biodiesel, de biodiesel a plantas mezcladoras y de éstas a las estaciones de expendio de combustible, estimando un recorrido de 719 km en total, se generaría unos 1.84 gCO₂-eq/MJ (Cubells, 2018).

Como datos vinculados a este indicador, la referencia del INTA (2009), para cultivo de soja en la Argentina, el consumo de gasoil para SSD con tecnología de punta 17,1 litros/ha y para SCC de 33,1 litros/ha. Tomando en consideración esta referencia, en el Paraguay para el último año 2020, se tendría un consumo de gasoil de alrededor de 55.880.000 litros en el SSD y de aproximadamente 12.018.000 litros en SCC.

Estos resultados son aproximaciones generales que requieren de un estudio detallado por actividades específicas en el ciclo de vida. Una lista preliminar de todas las fuentes potenciales de emisiones de GEI y no GEI a lo largo de la cadena de valor del biodiesel en sus distintas fases, se presenta aquí: producción de soja en todo el proceso de cultivo, consumo de diésel para el uso de máquinas en los distintos sistemas (SSD, SCC, cultivo tradicional); distintas escalas productivas (pequeñas, medianas y grandes propiedades); y distintas prácticas, tales como: distribución de glifosato, distribución de fertilizantes, riego, cantidad y tipo de fertilizantes utilizados especialmente para fertilizantes nitrogenados, cosecha y transporte de granos. Además, en los procesos varios de post-cosecha: secado en silo, transporte de la biomasa, energía utilizada para procesamiento de biomasa para aceite, producción de biodiesel, transporte del biodiesel, mezcla y otros.

4.1.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

En este indicador es aún poco precisa la inferencia que se pueda hacer con respecto a las aportaciones de la cadena de producción del biodiesel a las emisiones de los GEI en el país, por lo que se requiere de un nivel más detallado de estudio. Obtener datos más precisos, servirán como herramientas para la toma de decisiones en políticas públicas que incentiven y desarrollen este sector en el país con prácticas sustentables.

Los indicadores GBEP son relevantes para el país debido a que su aplicación completa y sistemática permitirá contar con un análisis válido de emisión/reducción emisiones de GEI y GNEI que sirvan de sostén a políticas públicas de fomento de biocombustibles. Por otro lado, el seguimiento a estos indicadores implica indirectamente un seguimiento a los compromisos nacionales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el cumplimiento de metas del Plan Nacional de Desarrollo 2030.

En este indicador es relevante monitorear las causas de las emisiones y cómo mejorarlo a través de políticas públicas; en particular en *"cambio de uso de suelo"* vinculado al cultivo de soja, la cantidad obtenida a través de la herramienta es de 23.56 gCO₂-eq/MJ que es un valor alto con respecto a las emisiones totales (37.1 gCO₂eq/MJ), situación que amerita una particular atención en termino de políticas.

4.1.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Los resultados de la evaluación rápida de este Indicador, brinda una referencia inicial, que necesita ser profundizado a nivel de detalle. Ello posibilitaría la obtención de datos de toda la cadena de valor del biodiesel de soja a nivel país, cuya aplicación rigurosa y sistemática permitirá contar con mayor precisión de las emisiones o reducción de emisiones de GEI. Por tanto, para la medición detallada de este indicador, se debería identificar cuáles son los pasos de la cadena de valor que pueden producir los mayores impactos ambientales en términos de emisiones actuales de GEI.

Referencias

Cazenave, G.; González Soria, L. y Susanne Koeppen. 2018. Indicador 1: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en todo el ciclo de vida. In: FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay. Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía (Capítulo 4). FAO, p53-69,

Cubells Gugiari, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

IICA. 2010. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel/IICA, Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles – San José, C.R. p124–127. Disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan045305.pdf>

IICA. 2010. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel/IICA, Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles – San José, C.R. p91-114. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B1884e/B1884e.pdf>

MADES/PNUD/FMAM. 2019. Resumen del Capítulo Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Segundo Informe Bienal de Actualización de Paraguay (IBA2). Proyecto IBA2. Asunción, Py. 40p.

FAO. 2010. Marco Metodológico Común de la Asociación Global para la Bioenergía (Global Bioenergy Partnership - GBEP) para el Análisis del Ciclo de Vida de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) procedentes de la bioenergía. Disponible en: http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/GHG_clearing_house/GBEP_Meth_Framework_V_1_SPANISH.pdf

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación.

Pereira, LI. 2019. O agronegócio da soja no Paraguai: as contradições de um modelo de desenvolvimento. *Brazilian Journal of Latin American Studies*, **18(34)**:182-199. <https://doi.org/10.11606/issn.1676-6288.prolam.2019.155811>

4.2 Indicador 2: Calidad de suelo

4.2.1 Planteamiento utilizado

La soja se constituye en el principal rubro oleaginoso, y de la agricultura toda, del Paraguay. El crecimiento en áreas de cultivo y el aumento de producción de los últimos años refleja el dinamismo del sector. Existen algunas investigaciones que se han centrado en el desarrollo de técnicas conservacionistas a ser utilizadas para el manejo sostenible del suelo para su conservación y disminución de los impactos derivados del cultivo de soja.

La producción de soja es altamente mecanizada en el Paraguay y la siembra se realiza en plantaciones de **monocultivo** con dos formas de manejo del suelo: el **sistema de cultivo convencional (SCC)** y **sistema de siembra directa (SSD)** (Cubilla *et al.*, 2012). En el primer caso, la labranza convencional del suelo para eliminar las malezas y posterior siembra sobre suelo desnudo, incluso en este caso se practica el **doble monocultivo de soja** (soja sobre soja), donde las consecuencias para la sostenibilidad productiva se traducen en un mayor número de ocurrencia de plagas, enfermedades y malezas cada vez más difíciles de controlar, como también en una constante degradación de los suelos agrícolas (UNICOOP, 2015). En el segundo caso, **se efectúa la siembra de forma directa, sin laboreo de suelo. Esta forma de manejo constituye el 90% de las áreas de producción de soja** (Cubilla *et al.*, 2012). Tanto en el SSD como el SCC, se realiza rotación con otros cultivos (trigo o maíz o avena) para mantener en cobertura el suelo en el mismo año (González, 2017).

En la Región Oriental se centran los principales suelos destinados a la producción de granos en el país, los mismos, especialmente los situados al Este y Sudeste de la región, son bien desarrollados, profundos, bien drenados y ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio, pobres en fósforo (P), pero bien provistos de bases intercambiables como el potasio (K), calcio (Ca) y el magnesio (Mg) (Cubilla, 2014). Las técnicas conservacionistas de manejo de suelo, y en especial el sistema de siembra directa (SSD), han sido incentivadas en los últimos años con la finalidad de reducir la degradación del suelo, pues es responsabilidad del productor procurar el mejor ambiente posible para asegurar la producción sostenible.

4.2.2 Resultados clave

La superficie cosechada de soja en Paraguay ha tenido una tendencia regular de aumento anual (**Figura 3.2 y Tabla 4.5**). En la zafra 2020 fue cosechado un total de 3.631.000 hectáreas que en base a un rendimiento promedio de 3.036 Kg/ha dio una producción de 11.023.716 toneladas (MAG, 2021).

En general, existen dos factores químicos limitantes del suelo para la producción agrícola, principalmente cuando se trata de cultivos de leguminosas, como la soja; estos son la acidez y el bajo nivel de fósforo (P) extractable (Cubilla, 2014). En la mayoría de los departamentos de la región oriental del Paraguay la tasa de degradación de los suelos es de un nivel medio; mientras los niveles altos de degradación, se encuentran en los departamentos de Amambay, Concepción, San Pedro, Canindeyú, Caaguazú, Guairá, Caazapá e Itapúa (CEPAL, 2012).

Con la expansión de los cultivos transgénicos, como la soja resistente a varios tipos de herbicidas, tales como glifosato, glufosinato de amonio, dicamba y Imidazolinona (Base-IS, 2020), trajo consigo una falsa impresión de la no necesidad de las prácticas de la rotación de cultivos incluyendo el uso de abonos verdes (UNICOOP, 2015).

Aún no existe información que brinde con nivel de detalle sobre la gestión de los suelos destinados al cultivo de soja, sin embargo, en el documento "Evaluación regional del impacto en la sostenibilidad de la cadena productiva de la soja: Argentina – Paraguay – Uruguay" se realizan estimaciones en porcentajes de las áreas bajo siembra directa y bajo siembra convencional (**Tabla 4.3**). Las zonas destinadas al cultivo de soja se dividen de la siguiente manera: El **área tradicional** comprende los departamentos de Itapúa, Alto Paraná y Canindeyú; el **área tradicional menor** comprende los departamentos de Caazapá,

Caaguazú y San Pedro; y el **área de extensión** o área nueva comprende los departamentos de Concepción, Guairá y Misiones. En dicho documento se menciona que la tendencia al monocultivo especialmente en verano es muy acentuada para las áreas tradicionales del cultivo de la soja.

Tabla 4.3. Estimaciones de área bajo siembra directa y bajo siembra convencional

	Siembra Directa	Convencional
Área Tradicional	90 %	10 %
Área Tradicional Menor	80%	20 %
Área Nueva	50%	50%

Fuente: OEA (2009), en base de datos de Cooperativas y Asociación de Productores.

El área tradicional distribuye el 90 % bajo siembra directa en la sucesión soja-avena; soja-trigo; soja-sin cultivo en invierno, soja-maíz tardío y en verano soja-soja, girasol y maíz. El área Tradicional menor acompaña estas combinaciones con menor porcentaje de cobertura de siembra directa y el área nueva estimativamente solo cubre el 50% de la superficie con alguna de las sucesiones tanto en invierno como en verano.

Desde el año 1992 una política de cooperación MAG- GTZ han impulsado el “Proyecto Conservación de Suelos”, que permitió extender la adopción del sistema de siembra directa, logrando que un mayor porcentaje de suelos se gestione de esta manera.

4.2.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Las estadísticas agrícolas aún no han incorporado informaciones desagregadas sobre las superficies con prácticas conservacionistas más allá del sistema de siembra directa o labranza cero. Se ha avanzado en investigaciones (en su mayoría tesis de grado) que revelan la eficiencia de estas prácticas para minimizar los impactos en el suelo.

El glifosato residual en el suelo, además de dañar a organismos vivos a nivel edáfico, puede contaminar el agua por las escorrentías superficiales, lo cual representa un riesgo para la salud humana (Pereira *et al.*, 2021). Campusano Cortina (2017) han reportado niveles de la toxicidad y peligrosidad y que genera múltiples efectos que compromete la salud de la población agrícola que tiene historia de exposición. Según esta referencia, experimentos realizados han demostrado citotoxicidad y genotoxicidad luego de la exposición al glifosato. Sin embargo, Ladriegan & Felpoggi (2018) señalaban que las industrias agroquímicas habían contaminado las revisiones científicas realizadas en Europa poniendo en dudas este y otros hallazgos.

Por tanto, prácticas agronómicas como la rotación de cultivos, el SSD, cultivos en franja para aumentar la biodiversidad cultivada, por citar algunas, son esenciales para reducir la necesidad de uso de pesticidas y herbicidas, restaurar la biodiversidad del suelo y reducir los riesgos de plagas y enfermedades, que finalmente ayudarían a disminuir la necesidad de cambio de uso de la Tierra y a la sostenibilidad de la cadena de valor del biodiesel.

4.2.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Es necesario contar con una base de datos nacional sistematizada de la superficie de suelo que actualmente se manejan con prácticas sostenibles de conservación, si bien existe suficiente avance en investigaciones que se utilizan para evaluar las tierras utilizadas para la producción de materia prima bioenergética, están dispersas y no muchas se encuentran disponibles en forma de publicación científica, por lo cual se dificulta el acceso a la misma.

Lo anterior, ayudaría a tener un inventario de productores que aplican métodos de conservación de suelo promocionados por el MAG, identificar en qué zonas del país se encuentra el porcentaje de áreas de adopción de las prácticas de manejo de cultivos de SSD y SSC, y complementar con otras prácticas (mencionadas arriba) diferentes a éstas que aportarían a la sustentabilidad de la productividad del suelo para la soja.

Referencias

Campuzano Cortina, C; Feijoó Fonnegra, LM; Manzur Pineda, K; Palacio Muñoz, M; Rendón Fonnegra, J; Zapata Díaz. JP. 2017. Efectos de la intoxicación por glifosato en la población agrícola: revisión de tema. *Rev CES Salud Pública*. **8(1)**:121-133.

Cubilla. 2014. Manejo de suelo, fertilidad y nutrición de la soja para aumentar la capacidad productiva en la región oriental del Paraguay. Testing Operation Manager – Monsanto, Paraguay.

CEPAL. 2012. Los costos de la inacción ante la desertificación y degradación de las tierras en escenarios alternativos de cambio climático. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4009-costos-la-inaccion-ladesertificacion-degradacion-tierras-escenariosalternativos>

Cubilla Andrada, M.M.; Wendling, A; Eltz, F.L.F.; Telmo J.C.; Amado J. M. 2012. Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el Sistema de siembra directa en Paraguay. Disponible en línea: <http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2011/06/LIBRO-Recomendaciones-de-Fertilizacion-para-Paraguay-Martin.pdf> (Consullado agosto de 2021).

INTA. 2009. Balance energético de la producción de biodiesel a partir de soja en la República Argentina. INTA, Argentina, 20p.

González G., A. 2017. Calidad ecológica y beneficio económico de la producción transgénica y orgánica de la soja en dos fincas del departamento de Itapúa, Paraguay. Tesis de grado de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Agrarias (UNA), 90p.

Hahn Villalba, E., *dir.* 2017. Diagnóstico de la Fertilidad de los suelos de la Agricultura Familiar Paraguaya – Región Oriental. Libro Digital (pdf): ISBN 978-99967-0-323-2. Asunción, Paraguay.

Ladrikan, PJ; Felpoggi, J. 2018. The need for independent research on the health effects of glyphosate-based herbicides. *Environ Health* **17**, 51. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0392-z>

López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S. y Ríos, E. 1998. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. MAG/SSERNMA/DOA. Asunción, Paraguay

MAG, 2018. Síntesis estadísticas producción agropecuaria año agrícola 2017/2018. San Lorenzo, PY. 50p. Disponible en: http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20Estadisticas%202017_2018%20pdf%20NOV.pdf

OEA, 2009. Evaluación regional del impacto en la sostenibilidad de la cadena productiva de la soja: Argentina - Paraguay - Uruguay / [Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de los Estados Americanos]. Disponible en: <http://www.oas.org/dsd/environmentlaw/trade/soja/librosoja.pdf>

Pereira, H.A.; Hernández, P.R.T.; Netto, M.S. *et al.* 2021. Adsorbents for glyphosate removal in contaminated waters: a review. *Environ Chem Lett* **19**, 1525–1543. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01108-4>

UNICOOP. 2015. Prácticas recomendadas para el buen manejo de suelos en la producción de granos. Central Nacional de Cooperativas UNICOOP en el marco del Proyecto UniSol. Santa Rita. PY. 76p. Disponible en: <https://www.unicoop.com.py/admin/archivos/manual-de-buen-manejo-de-suelos-en-la-produccion-de-granos.pdf>

4.3 Indicador 3: Niveles de cosecha de recursos madereros

4.3.1 Planeamiento del indicador

El indicador pretende evaluar si los bosques se están cosechando más allá de su capacidad de auto-renovación, y si la cosecha está siendo utilizada con fines energéticos.

Los niveles de captura sostenibles pueden calcularse en base al tipo de bosque, clima, suelos y regímenes de gestión. Los niveles de extracción disponibles, no incluyen la extracción / recolección ilegal e informal. Ambos niveles son medidos y reportados en el marco del Proceso de Montreal.

El Programa Nacional de Consumo de Biomasa (PNCB) previó el inicio del Registro de las Industrias Consumidoras de Biomasa del país desde julio del 2021, en virtud del Decreto N° 4056/2015 (MOPC, 2020). Dicho documento, señala que el Viceministerio de Minas y Energía, en coordinación con el Instituto Forestal Nacional (INFONA), el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y el Ministerio de Industria y Comercio (MIC), debe establecer los regímenes de Certificación, Control y Promoción del uso de bioenergía que garanticen la sostenibilidad de estos recursos energéticos renovables en el país.

A las empresas o particulares que posean plantaciones o manejen bosques nativos y que deseen certificar bajo el esquema del PNCB, para comercializar biomasa certificada al sector industrial consumidor, se les brinda información para iniciar los trámites de la certificación de sus bosques, que estará supeditado a la acreditación de los organismos de inspección por parte del ONA.

4.3.2 Resultados clave

A nivel mundial, la energía es la principal aplicación de la biomasa forestal obtenida de los bosques y de los árboles fuera del bosque (FAO, 2009). En Paraguay, cerca del 70% de la extracción anual del bosque natural es utilizada como formas de combustión, especialmente la leña (Cabrera, 2011), esta viene siendo la principal fuente de energía para los secaderos de soja y se encuentra disponible para los procesos de secado de granos.

Se tienen valores referenciales de consumo de **0,24 m³ estéreos de leña por tonelada de soja** para secaderos de 75 Ton/hora y de 0,22 m³ estéreos para capacidades de 100 tn/hora (Cabrera, 2011). El período de mayor demanda es durante la época de cosecha de granos. Las especies más utilizadas para tales fines se presentan en la **Tabla 4.4**.

Tabla 4.4 Especies forestales más utilizadas con fines energéticos

Especies forestales exóticas	Especies forestales Nativas
<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Patagonula americana</i>
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Parapiptadenia rigida</i>
	<i>Anadenanthera colubrina</i>
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>
	<i>Holocalyx balansae</i>
	<i>Apuleia leiocarpa</i>

Fuente: Adaptado de Cabrera (2011)

En determinadas regiones del país, la utilización de leña de especies de plantaciones *Eucalyptus grandis* y sus clones cobra mayor importancia sobre las especies nativas; no obstante, a nivel país y para los diferentes usos, las especies del bosque nativo continúan siendo significativas (MOPC-VMME, 2019).

La cantidad de leña usada para secado de granos está estrechamente relacionada con la tecnología -en equipo- utilizada, características físicas y energéticas de la leña y el contenido de humedad de entrada y humedad de salida del grano. En la **Tabla 4.5** se muestra el consumo de biomasa para el secado de soja de exportación. Para realizar este cálculo, se consideró una humedad promedio de entrada del grano de soja de 16,5% y una humedad de salida de 14% (Δ humedad), aceptable para los estándares de exportación. Sin embargo, para la producción de aceite en el caso de la planta Agroindustrial La Paloma, el grano de soja para su industrialización debe contener 13%.

Tabla 4.5. Consumo de Biomasa para el Secado de Soja de Exportación

Producción (ton-año)	Exportación (= 61% (reducido a 50% - ton)	Δ humedad (%)	Factor de consumo leña (x % humedad)	Consumo total de leña (ton-año)
10.262.275	3.118.595	2,5	0,013	101.354
CONSUMO TOTAL DE LEÑA (m³-año)^(*)				158.040
OFERTA TOTAL MÍNIMA DE BIOMADA PARA ENERGÍA (m³-año)**				1.102.068
BIOMASA USADA EN SECADO DE SOJA EXPORTACIÓN (%)				14,3

(*) Considerando 50% leña bosque nativo: densidad: 769 kg/m³ y 50% leña plantaciones: densidad 550 kg/m³.

Fuente: MOPC/VMME (2019); ** Ramírez *et al.* (2018)

Los datos del 2020 señalan que el 32% de la producción nacional de se destina la industrialización. Los parámetros utilizados en el cálculo del consumo de leña para el secado de soja de exportación son también aplicables al secado de la soja industrializada, con excepción del Δ humedad que varía en función de la humedad de salida que, en este caso, se reduce a 8 %. En la **Tabla 4.6** se muestran los resultados del cálculo del consumo de leña para el secado de soja de industrialización.

Tabla 4.6 Consumo de Biomasa para el Secado de Soja de industrialización

producción (ton)	industrial (= 39% (ton)	Δ Humedad (%)	Factor de consumo leña (x % humedad)	Consumo total de leña (ton/año)
10.262.275	4.025.085	8,0	0,015	483.010
CONSUMO TOTAL DE LEÑA (m³-año)*				753.151
OFERTA TOTAL MÍNIMA DE BIOMADA PARA ENERGÍA (m³-año)**				1.102.068
BIOMASA USADA EN SECADO DE SOJA INDUSTRIAL (%)				68,3

* Considerando 50% leña bosque nativo: densidad: 769 kg/m³ y 50% leña plantaciones: densidad 550 kg/m³.

Fuentes: MOPC/VMME (2019); ** Ramírez *et al.* (2018)

En líneas generales, en el secado, el factor-consumo de leña que se utiliza es el equivalente a 0,013 (exportación) y 0,015 (industrialización) ton de leña por cada porcentaje de humedad reducido. Basado en el volumen de exportación de soja para el año 2017-2018 y que, de este total, solo el 50% es secado; el consumo de biomasa (leña), para el secado de la producción comercial de soja, asciende a 911.191 m³-año; de los cuales, se estima que 379.951 m³-año provienen del bosque nativo y, 531.240 m³-año, de plantaciones de *Eucalyptus spp* (MOPC/VMME, 2019)

De los datos de la tabla 3.4, se deduce que la cantidad de biomasa leñosa requerida en el caso de la especie *Eucalyptus spp* para la producción de **1 Ton de biodiesel es de 50 kg⁴⁹**.

4.3.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Es escasa una oferta de biomasa producida sosteniblemente para atender las necesidades energéticas de los sectores industriales consumidores de biomasa forestal. La demanda por biomasa forestal se cubre a partir de desechos no aprovechables industrialmente, provenientes de procesos de cambio del uso del suelo, aprobados mayormente a través de planes de uso de la tierra. La excesiva demanda de biomasa contra la escasa oferta de biomasa sostenible resulta en un alto consumo de madera proveniente del bosque nativo, que indirectamente induce a un proceso de degradación de los bosques remanentes. Es importante encontrar mecanismos promoción, certificación y control de las plantaciones forestales y el manejo sostenible de los bosques nativos, maximizar el control de la deforestación y del comercio ilegal de productos y subproductos y sancionarlo, pero, además, implementar un registro actualizado y permanente de las plantaciones y manejo bosques nativos certificados bajo el esquema de PNGB

4.3.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se sugiere contar con datos actualizados tanto de la oferta de biomasa como la demanda para el biodiesel de soja en términos cuantitativos. Es necesario un esfuerzo en la planificación a nivel país de a) las áreas de bosques nativos con manejo adecuado y certificación controlada para el uso de biomasa con fines energéticos y b) mejorar los registros de datos de plantaciones identificando de manera adecuada las áreas recomendadas para tales fines y estableciendo instrumentos legales que protejan áreas sensibles al Cambio de Uso de la Tierra.

Referencias

Cabrera Ayala, LM. 2011. Evaluación del consumo de leña en secaderos de soja. Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, PY. 58p

Ramírez Haedo, D; Vera de Ortiz, M; Rejalaga Noguera, L. 2018. Indicador 3: Niveles de cosecha de recursos madereros. In: Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay, FAO, Roma, p-86-94.

MOPC. 2021. A partir de Julio se iniciará la implementación del programa de certificación de biomasa en las industrias. Disponible en: <https://www.mopc.gov.py/index.php/noticias/partir-de-julio-se-iniciara-la-implementacion-del-programa-de-certificacion-de-biomasa-en-las-industrias>

MOPC, VMME. 2019. Producción y consumo de biomasa forestal con fines energéticos en el Paraguay. San Lorenzo, PY. 52p.

4.4 Indicador 4: Emisiones de contaminantes del aire que NO son GEI incluyendo sustancias tóxicas del aire

4.4.1 Planteamiento utilizado

Al hacer una observación general del ciclo de producción del biocombustible de soja, desde el cultivo de la misma hasta su uso como biocombustible, los contaminantes no GEI que se emiten durante el mismo son: dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), material particulado (PM₁₀), y polvo.

4.4.2 Resultados clave

La contribución de contaminantes atmosféricos en cada etapa del ciclo de vida de la soja se describe a continuación:

En **la etapa de cultivo** las principales fuentes de emisiones de PM son el cultivo del suelo y la recolección de cultivos. Estas emisiones se originan en los sitios donde operan los tractores y otras maquinarias, se cree que las mismas consisten en una mezcla de fragmentos orgánicos del cultivo y materia mineral y orgánica del suelo. Hay una considerable sedimentación de polvo cerca de las fuentes y el lavado de partículas finas por partículas grandes. Las operaciones de campo también pueden dar lugar a la resuspensión del polvo ya asentado. Las emisiones de PM dependen de las condiciones climáticas (EMEP/EEA, 2009).

Algunos estudios con técnicas convencionales e isotópicas muestran que la eficiencia en el uso de los fertilizantes en los principales cultivos nunca es absoluta; por tanto, ese porcentaje restante se fuga del sistema agrícola pasando al agua y a la atmósfera. Los procesos microbianos en el suelo durante esta etapa contribuyen a la emisión de óxido nítrico (NO); los principales determinantes de la producción de NO en la producción de cultivos y suelos agrícolas son la concentración de nitrógeno mineral, la

temperatura, la concentración de carbono del suelo y la humedad del suelo. Se considera que actividades como la labranza aumentan las emisiones de NO.

En la **etapa de transporte** se originan:

- óxidos de nitrógeno (NO_x);
- dióxido de azufre (SO₂);
- monóxido de carbono (CO);
- compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), polvo y material particulado, todos debido a la combustión incompleta del diésel utilizado en los camiones de transporte y máquinas de cosecha.

Para la **etapa de procesamiento y producción de biocombustible** se generan emisiones NO_x, polvo y SO₂, además de CO, COVDM, PM y NH₃, provenientes de los procesos de quema dentro de las calderas.

En el **uso del biocombustible** se emiten CO, NO_x, SO₂, HCs totales y PM₁₀. Esto debido en mayor medida a la combustión incompleta del biocombustible.

4.4.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Las tasas de emisión de estos gases al ambiente en la etapa de cultivo son altamente dependientes de las condiciones del suelo y las prácticas de manejo del mismo; por consiguiente, el correcto manejo del suelo es clave para reducir la emisión.

No existe estudios a nivel país sobre el análisis de las emisiones de contaminantes no GEI a la atmósfera durante el ciclo de vida de la soja, desde su producción en cultivo hasta su uso como biocombustible, sería indispensable generar este tipo de información para poder estimar los niveles de emisiones y así poder realizar la correcta medición de este indicador. Si bien, está claro que existen emisiones, con investigaciones se podría estimar la cantidad y desarrollar estrategias, en el caso de que estas emisiones fueran altas, para reducir los impactos.

4.4.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

A partir revisión realizada, se ha constatado que no se dispone de suficientes investigaciones ni de datos específicos en las instituciones públicas con el nivel de detalle esperado para plantear este indicador. Sin embargo, sí se cuenta con cierto grado de información relativa al "contexto" pero no es suficiente, solo da un indicio de qué gases se podría encontrar en cada etapa del proceso, la información no es tan precisa para realizar estimaciones. Es necesario realizar estudios a nivel país que nos brinde información más precisa.

Referencias

EMEP/EEA, 2009. EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 – 4.D Crop production and agricultural soils. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission->

inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/4-d/4-d-crop-production-and-agricultural-soils.pdf/view

Di Paola, I. 2018. Producción de biodiesel de soja en Argentina. Análisis crítico del desempeño ambiental de la biomasa energética en zonas extra-pampeanas. Universidad Nacional De Cuyo- Facultad De Ciencias Agrarias Grupo de investigación CLIOPE – UTN, FRM. Observatorio Meteorológico. Ciudad de Mendoza, Mendoza. AR.

Llanes Cedeño, E., Rocha-Hoyos, J., Salazar Alvear, P., Medrano Barboza, J. 2017. Producción e Impacto del Biodiesel: Una Revisión. Universidad Internacional SEK. INNOVA Research Journal 2017, Vol 2, No. 7, 59-76. ISSN.2477-9024. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/318470970> Produccion e Impacto del Biodiesel Una Revisión

4.5 Indicador 5: Uso y eficiencia del agua

4.5.1 Planteamiento utilizado

Agua utilizada de fuentes renovables y no renovables:

- a) Porcentaje de recursos hídricos renovables reales totales (TARWR, siglas en inglés); y
- b) Porcentaje de las extracciones de agua anuales totales (TAWW, siglas en inglés) desagregadas en fuentes de agua renovables y no renovables.

El a y b son evaluados en el estudio de la FAO para bioetanol.

Volumen de agua extraída de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional, usada para la producción y procesamiento de materias primas para bioenergía por unidad de bioenergía producida.

- c) Consumo de agua para la producción de soja; y
- d) Consumo de agua para procesamiento de biomasa y producción de biodiesel.

Unidades de medida: Porcentajes, hectáreas irrigadas

4.5.2 Resultados clave

El total de las extracciones de agua anuales (TAWW en inglés) para el año 2012 fue de 2.413 millones de m³, siendo la actividad agrícola la que extrae mayor cantidad, un 78,6 % del total. La precipitación media anual en Paraguay es de 1.130 mm, suponen unos 459,6 km³/año en todo el territorio paraguayo. De este aporte, se convierten en Recursos Hídricos Internos Renovables (RHIR) 117 km³/año. Los Recursos Hídricos Renovables totales (TRWR) son 387,8 km³/año (FAO, 2016; Franco et al., 2018).

En los cultivos en general, las tierras bajo riego en el año 2000 sumaron en total 67.000 ha, esta superficie fue en aumento debido a diversos factores como lo son: la creciente demanda de alimentos, el cambio climático y la cantidad y calidad de producción (ALADI, 2017). En la **Figura 4.2** se muestra que para el año 2012, la superficie equipada para riego en Paraguay fue de 136.200 ha, de las cuales 59% provenía de aguas superficiales, el 39% de aguas residuales de uso directo y el 2% de la mezcla de aguas superficiales con subterráneas (FAO, 2016). En el caso de la soja, tal como se señaló en la descripción de

la cadena de valor, sólo se registran riego en la producción destinada a la semilla, unas 30.000 ha, lo que significa que casi el 99% de la producción de soja ocurre en condiciones de secano (Ogasawara, 2017). Por lo tanto, el componente relacionado con la producción de materia prima bioenergética es menos del 1% del área total cultivada con soja. Esto significa que la soja se cultiva principalmente como cultivo de secano, sin necesidad de riego en Paraguay.

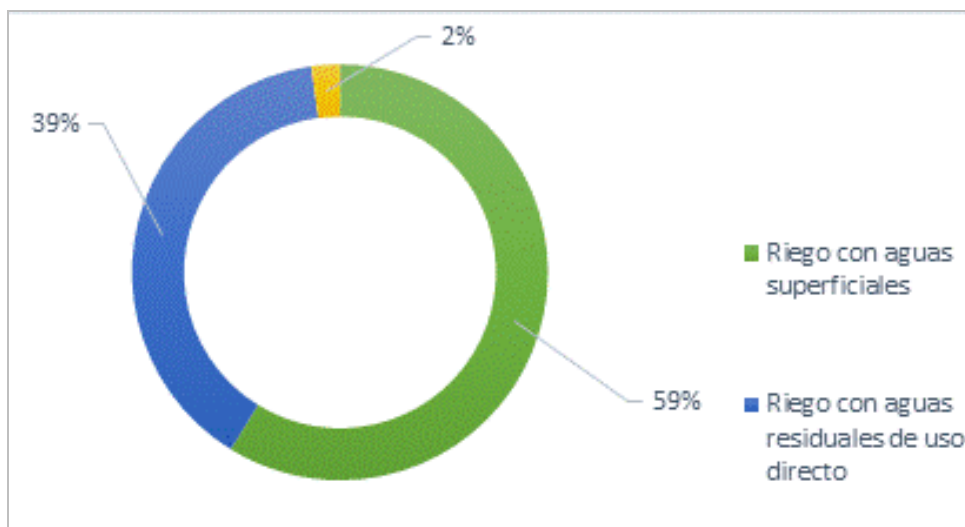


Figura 4.2. Superficie de riego en Paraguay en el 2012 (Fuente: FAO, 2012)

La soja es una especie adaptada completamente a las condiciones y factores que ofrece el ambiente de casi todos los departamentos de la región oriental del país. Estudios realizados por el Instituto de Biotecnología Agrícola en cooperación con la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción sobre el balance hídrico en soja, en condiciones controladas, arrojó como resultado que teniendo en cuenta el requerimiento teórico de evapotranspiración del cultivo (ETC) 490,14 mm, una precipitación efectiva de 304,85 mm más riego de 115,6 mm el porcentaje de ETC cubierto es del 86%. Se ha dicho que el sistema de riego más utilizado para los cultivos de soja es el del sistema pivot, estos usan como reservorio aguas represadas de arroyos o nacientes relativamente grandes debido al gran caudal de agua que requiere el sistema. Otros casos de fuente de succión de agua son directamente de grandes arroyos, grandes lagos (ALADI, 2017)

En la fase de procesamiento (extracción de la aceite de soja y procesamiento de la aceite de soja para producir biodiesel), según informes presentados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), se estima la demanda de agua estimada en las plantas para la producción de 1 Ton de biodiesel es de entre 4,29 a 9,9 m³ de agua (Coronel, 2015; Samudio y Samudio, 2019).

4.5.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

En los cultivos de soja se tienen etapas en donde los requerimientos hídricos son mayores, sin embargo, presenta una buena respuesta al uso del riego, pero esta técnica debe realizarse utilizando sistemas con alta eficiencia de manera a evitar la lixiviación de nutrientes. Producir bioenergía a partir de soja según las fuentes consultadas estima un gran consumo de agua comparado con otro tipo de bioenergía (e.g.

etanol de maíz y caña de azúcar), se recomienda la cuantificación del uso de la misma y aplicar técnicas que reduzcan su uso por debajo de materia prima procesada.

4.5.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

No se ha encontrado información sistematizada sobre los caudales de los principales ríos, de modo a poder cuantificar la extracción de agua por cuenca, debería de considerarse generar esa información a fin de posibilitar las mediciones y el monitoreo a futuro, podría darse en el marco de proyectos de cooperación entre la academia e instituciones públicas de competencias en el tema. Las estadísticas públicas disponibles presentan muchos vacíos; por ejemplo, superficie regada por cultivos, esta información podría ser incluida en la "Síntesis estadísticas" de la producción agropecuaria del MAG. Por otro lado, se sugiere que se realice la medición del consumo de fuel por litros de agua distribuida; así como medir el consumo de agua en la parte industrial de la cadena de valor sigue siendo desconocido y debe cuantificarse en el futuro.

Referencias

AgroClimate Fecoprod sitio web. Disponible en: <http://fecoprod.agroclimate.org/>

ALADI - Asociación Latinoamericana de Integración, 2017. Estudio de los diferentes sistemas de riego agrícola utilizados en el Paraguay. Programa de cooperación a favor de Paraguay. Publicación DAPMDER/N° 04/17

Álvarez, M.C., 2014. Disponibilidad hídrica del Paraguay. Instituto Desarrollo, Asunción. Disponible en: <http://desarrollo.org.py/admin/pdf/publications/30-09-2015-10-39-22-840620127.pdf>

Coronel, J. 2015. Relatorio de impacto ambiental industria de biocombustible de Paraguay Green Oil Company S.A. Disponible en: http://mades.gov.py/sites/default/files/users/control/pagresa_j.coronel.pdf

Dirección Nacional de Aeronáutica Civil sitio web. Dirección de meteorología e Hidrología. Disponible en: <http://www.meteorologia.gov.py/>

Facultad de Ciencias Agrarias/UNA – INBIO. 2012. Evaluación económica de la aplicación de Riego Complementario en Cultivos Extensivos Comerciales. Cultivos de soja y maíz. Resultados del primer ciclo de ensayos.

FAO. 2016. AQUASTAT sitio web. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sistema de Información global sobre el agua. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>

FAO. 2016. AQUASTAT sitio web. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sistema de Información global sobre el agua. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>

Franco Ibars, R. A.; Rejalaga Noguera, L; Corvalan Pozzo, H. A.; González Soria, L. 2018. Indicador 5: Uso y eficiencia del agua. In: Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de

azúcar en Paraguay. Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía, p103-115.

Ogasawara, J. 2017. Estudio de los diferentes sistemas de riego agrícola utilizados en el Paraguay (Informe final). Plan de Acción en favor de los PMDER. Paraguay - Componente N°1. MAG/ALADI, 172p.

Rabery, S., Franco, R. y Enciso, V., 2012. "Evaluación Económica de la Aplicación de Riego Complementario en Cultivos Extensivos Comerciales". Cultivos de soja y maíz. INBIO/ FCA.

Samudio, C. y Samudio, A. 2019. Relatorio de impacto ambiental, Complejo industrial de producción de biocombustible ECB Paraguay S.A. Disponible en: www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2020/01/6004_CARLOS.Samudio.pdf

4.6 Indicador 6: Calidad de agua

4.6.1 Planteamiento utilizado

El nitrógeno y el fósforo (incluyendo fertilizantes abonos y pesticidas) pueden dar lugar a un exceso de nutrientes y pesticidas que fluyen en cursos y cuerpos de agua, principalmente a través de la escorrentía superficial y la infiltración de las aguas subterráneas. Las aguas residuales de las instalaciones de producción de bioenergía son potencialmente de alto contenido de N y P, que contribuyen a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). La descarga de agua de alta DBO₅ a los canales y cuerpos de agua es problemática. Las técnicas de modelización deben ser aplicadas. Sin embargo, los datos de vigilancia de la calidad del agua y los valores tomados de la literatura se pueden utilizar para estimar las cargas.

4.6.2 Resultados clave

El uso de pesticidas o productos fitosanitarios en el Paraguay es extendido, los establecimientos agrícolas, incluida la soja, utilizan fertilizantes para mejorar la producción y la carga química de los plaguicidas es absorbida por el suelo agrícola, encontrándose restos de productos tóxicos en ríos y arroyos por procesos de escorrentías superficiales (Facetti, 2002).

El desarrollo de nuevas variedades de soja adaptadas a diversas condiciones de suelo y temperatura, han favorecido en gran medida la extensión del cultivo. Si bien cerca del 90% las variedades de soja sembradas siguen correspondiendo a la variedad genéticamente modificada RR (Roundup Ready), para ser resistente al glifosato (Secretaría del Ambiente, 2004). El uso de glifosato, así como de plaguicidas y otros productos químicos es muy frecuente en el país en casi todos los cultivos extensivos, en especial de la soja. Sin embargo, no se dispone de un monitorio sistemático de datos sobre la calidad del agua. Cáceres (2015) ha explorado el uso del glifosato en la siembra de soja RR en la micro cuenca del arroyo Alegre (Itapúa) donde no se detectó la presencia de glifosato dentro de los límites de cuantificación del análisis, lo que pudo deberse al tipo de suelo arcilloso con óxidos de hierro donde el glifosato es fuertemente adsorbido a las partículas del suelo.

En general, la información científica o técnica en cuanto a la calidad de las aguas superficiales o subterráneas en Paraguay sigue siendo escasa y en muchos casos el acceso a la misma se dificulta. Algunas investigaciones presentadas en el I Congreso paraguayo de Ciencias del Suelo (2015) afirman

que una gran proporción de Fósforo llega a las aguas a través de fuentes difusas, lo que se asocia con la erosión del suelo y la transferencia de sedimentos por escorrentía superficial. El transporte de Fósforo en las cuencas hidrográficas es muy variable espacialmente debido a diferencias de relieve, geología, cambios en las condiciones hidrológicas y, principalmente, por usos antrópicos como la agricultura o ganadería.

En uno de los pocos monitoreos de la calidad de agua superficial en espacios agrícolas y en aguas profundas, se pudo detectar trazas de pesticidas y metales pesados en cuencas comprendidas por los departamentos de Itapúa y Alto Paraná, áreas productoras de soja en el país (Facetti, 1995).

4.6.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Los escasos registros y monitorios de la calidad de las aguas disponibles no son sistematizadas, ni son parte del diagnóstico de la calidad de las aguas a nivel nacional. Se debe mejorar la aplicación de buenas prácticas agrícolas en la aplicación de fitosanitarios y fertilizantes de manera a evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

4.6.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Al igual que para el indicador 5 las estadísticas públicas y los estudios técnicos y/o científicos presentan muchos vacíos y la información existente es en ocasiones poco accesible, por lo que se recomienda implementar un sistema que mejore la difusión y accesibilidad a los mismos.

Referencias

Cáceres, C. 2015. Sistemas de producción de soja en la cuenca del arroyo Alegre y presencia de glifosato en el curso hídrico principal. Tesis de Grado en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 112p.

CIF/FCA/UNA, 2011. Mapa de cobertura de la tierra Paraguay 2011.

Facetti, J. F. 1995. Estudio de la contaminación industrial urbana en el Paraguay. Asunción, Paraguay: Cooperación Técnica Paraguay-Alemana, Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. "GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit"

Facetti, J. F. 2002. Estado ambiental del Paraguay: presente y futuro. Paraguay: Secretaría del Ambiente & Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

I Congreso paraguayo de Ciencias del Suelo, 2015. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. Campus UNA - San Lorenzo, Paraguay

4.7 Indicador 7: Diversidad biológica en el paisaje

4.7.1 Planteamiento utilizado

La fragmentación de los ecosistemas forestales es una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad en el país. Paraguay cuenta con 406.752 km² de extensión que conforman 11 ecorregiones (SEAM, 2013), de las cuales cuatro han sido clasificados como de importancia global y regional por la diversidad y endemismo existente. La producción de soja se ha centrado en la Región Oriental del país y su expansión ha traído consigo cambios en los paisajes boscosos.

El Convenio Sobre la Diversidad Biológica reconoce los vínculos entre la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano, incluyendo aquellos de los bosques tropicales, y resalta que el valor de la biodiversidad permanece inadecuadamente reflejado en políticas más amplias y en estructuras de incentivos diseñadas para atender las causas de la deforestación.

Entre las normativas paraguayas que aluden a la de protección de la biodiversidad se mencionan: la Ley 352/94 de áreas protegidas, que está vinculada a la Ley 96/1992 de vida silvestre, la Ley 1561/2000 que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaria del Ambiente, la Ley 422/73 forestal, Ley N° 6676/2020 que ***"Prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la Región Oriental (...) con el "objeto regular la protección, la recuperación y el mejoramiento del bosque nativo en la Región Oriental para que, en un marco de desarrollo sostenible, el bosque cumpla con sus funciones ambientales, sociales y económicas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país y en cumplimiento de la Ley N° 5875/2017 Nacional de Cambio Climático"***⁵⁰ y la Ley 3001/2006 de valoración y retribución de los servicios ambientales en el Paraguay. Además, otras Leyes que tienen efectos discrecionales como la Ley 294/2005 de impactos ambientales, la Ley 3239/2007 de los recursos hídricos y la Ley 4241/2012 de restablecimiento de márgenes protectores de los cursos hídricos.

4.7.2 Resultados clave

Conforme la distribución de las áreas de producción sojera en el Paraguay, ésta se extiende en su mayor parte en la unidad ecorregional del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Esta ecorregión cubre gran parte del territorio de la Región Oriental, representado en su mayor parte por fragmentos degradados, aún en situación de resguardado dentro de las Áreas Silvestres Protegidas del país, y por múltiples fragmentos de bosques primarios y secundarios altamente degradados, incluso en las márgenes protectoras de bosques ribereños de cursos hídricos.

⁵⁰ Denominada "Ley de deforestación cero", que en el país comenzó en el 2004 y en diciembre de 2020 se extendió por 10 años más. (<https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/9496/ley-n-6676-prohibe-las-actividades-de-transformacion-y-conversion-de-superficies-con-cobertura-de-bosques-en-la-region-oriental>)

Desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, constituye uno de los 25 más reconocidos Hotspot del mundo, donde la vegetación original ha sido reducida, pero que, en conjunto alberga más del 60% de la biodiversidad de todas las especies terrestres del planeta, cerca de 400 especies de aves y 7851 especies estimadas de flora, muchas de ellas endémicas y amenazadas (OEA, 2009; PNC ONU-REDD+ Py/SEAM/ INFONA/FAPI, 2016). A partir del 2004 y con la puesta en vigencia de la Ley 2425, conocida como "Ley de Deforestación Cero", que prohíbe actividades de transformación y conversión de superficies boscosas, la tasa de deforestación ha disminuido, sin embargo, sigue sucediendo.

Las áreas reconocidas oficialmente de alto valor de biodiversidad en el Paraguay son aquellas que se enmarcan dentro de las Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay, que adquieren su dimensión social de patrimonio natural a perpetuidad, a través de la promulgación de la Ley 352/94, Decretos y Resoluciones reglamentarias (SEAM y PNUD, 2009)

Según el Mapa de cobertura de la tierra del Paraguay año 2011, la superficie con cobertura boscosa fue de 17.364.215 ha, que corresponde al 42,7% del territorio nacional, del total de superficie de cobertura boscosa para dicho año, 1.748.189 ha representaba el BAAPA, a su vez la superficie cultivada comprendía a 13.406.182 ha, representa el 33% del país, de esta totalidad 2.870.539 ha correspondía a soja (**Figura 4.3**).

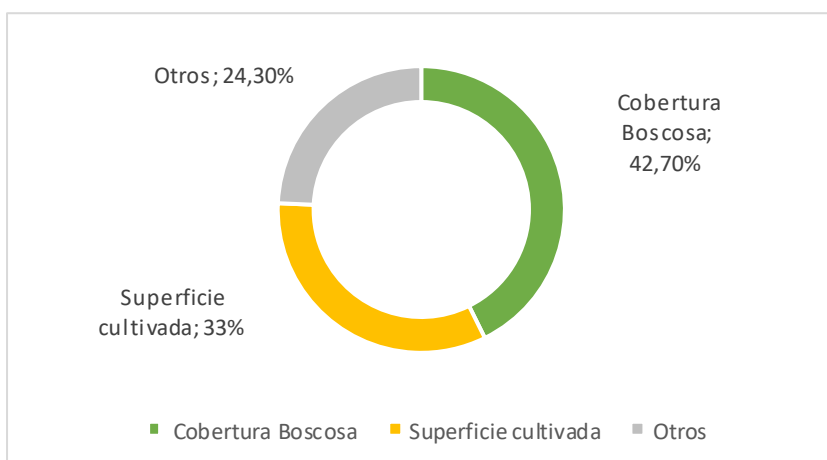


Figura 4.3. Superficie de cobertura boscosa y tierra cultivada en Paraguay. Fuente: FCA/UNA (2011).

El crecimiento exponencial que tuvo el área sembrada de soja ha estado relacionado durante las primeras décadas de su establecimiento, especialmente en el área tradicional (Alto Paraná, Itapuá y Canindeyú), a la deforestación masiva del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Actualmente, gran parte de la superficie de uso agrícola de estos departamentos corresponde al complejo sojero (WWF, 2016). La **Tabla 4.7** muestra la variación superficie cultivada de soja y superficie boscosa para la zona tradicional, la zona tradicional menor y la zona de expansión de cultivos de soja en base al Censo Agrícola Nacional (CAN) del año 1991 y 2008.

Tabla 4.7. Variación superficie cultivada de soja y superficie boscosa declarada por propietarios.

ÁREAS	Sup. Bosc. 1991 (ha)	Sup. Bosc. 2008 (ha)	Var. Sup. Bosq. 1991-2008 (%)	Sup. Soja 1991 (ha)	Sup. Soja 2008 (ha)	Var. Sup. Soja 1991-2008 (%)
Zona Tradicional	936.575	529.099	-44	488.057	1.692.397	247
Itapuá	207.072	143.184	-31	210.523	480.721	128
Alto Paraná	202.772	164.789	-19	228.504	741.842	225
Canindeyú	526.731	221.126	-58	49.030	469.834	858
Zona Tradicional Menor	1.019.413	752.032	-26	63.385	717.230	1.032
Caazapá	123.162	110.364	-10	8.931	110.314	1.135
Caaguazú	216.473	140.227	-35	21.799	318.664	1.362
Amambay	264.180	224.785	-15	17.367	185.463	968
San Pedro	415.598	276.656	-33	15.288	102.789	572
Zona de Expansión	425.940	291.359	-32	583	53.840	9.135
Concepción	360.056	233.300	-35	187	21.198	11.236
Guairá	31.729	26.423	-17	237	10.054	4.142
Misiones	34.155	31.636	-7	159	22.588	14.106

Fuente: WWF (2016) en base a CAN 1991 y CAN 2008

La superficie de bosque declarada por los propietarios se redujo en todos los departamentos correspondientes a las zonas de cultivo de soja. La mayor reducción se dio en la zona tradicional (44%), seguida de la zona de expansión (32%).

Datos oficiales, disponibles a través del Programa Nacional Conjunto ONU REDD+ (2015), hablan de una tasa de deforestación de 30.185,24 ha/año para la Región Oriental para el periodo 2013-2015, incluso dentro del sistema de expansión de la soja en la Región Oriental existen remanentes originales del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Hasta la fecha han existido pocos esfuerzos en realizar estudios de base y monitoreo de las especies de fauna y flora presentes, demostrándose así la necesidad de llenar esos vacíos de información sobre biodiversidad, sobre todo en ciertos grupos. Teniendo en cuenta la degradación del área referida a causa de la deforestación.

4.7.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Estos remanentes boscosos, algunos altamente degradados, siguen siendo fuente importante de diversidad biológica. Considerando esto, se vuelve cada vez más importante la conservación de los mismos y el establecimiento de corredores biológicos entre ellos.

El avance del cultivo soja sobre otros ecosistemas, además del bosque, como los pastizales naturales, supone un impacto importante, pero existe poca información que profundice en ello, además de no encontrarse contemplado de manera específica en la legislación.

Es necesario delinear políticas de desarrollo del sector de cultivos bioenergéticos consustanciada con la Política Ambiental Nacional establecida desde el 2005 en el Paraguay. Es urgente generar acuerdos interinstitucionales (MADES, INFONA, MAG, MIC, Vice ministerio de Minas y Energía del MOPC, Ministerio público, Ministerio de Hacienda, Universidades, sector productivo y otros sectores participantes) que apunte a conciliar intereses económicos, ambientales y sociales entorno a la diversidad biológica del paisaje y los procesos bioenergéticos en el país. Esto será un aporte fundamental para la sustentabilidad de los ecosistemas naturales y culturales productivos.

El marco de las políticas públicas es importante contemplar acciones que garanticen la restauración de los ecosistemas degradados a nivel de paisaje, muy especialmente en las áreas identificadas críticas para la conservación de biodiversidad en la región oriental del país, como son los múltiples fragmentos de bosques primarios y secundarios altamente degradados, incluso en las márgenes protectoras de cursos hídricos, entre otras.

A pesar de que existen diversas normativas de protección de la biodiversidad, las mismas deben de ser fortalecidas en cuanto a su ejecución y cumplimiento. Se ha dado a entender que pese a la existencia de la Ley 2425 "De prohibición en la Región Oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosque", la deforestación ha continuado.

4.7.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Si bien existen datos, la información se encuentra dispersa y la misma debe ser actualizada. Es necesario realizar estudios específicos para evaluar el impacto del monocultivo de soja, el uso de pesticidas y herbicidas (glifosato) en la biodiversidad. Pues se destaca que el uso de glifosato durante décadas, ha contribuido a seleccionar malezas resistentes, requiriendo finalmente dosis más altas de este herbicida.

Referencias

CIF/FCA/UNA. 2011. Mapa de cobertura de la tierra Paraguay 2011.

SEAM, 2013. Resolución N° 514/13 "Por la cual se establecen las ecorregiones para la región oriental y occidental del Paraguay"

Disponible en: http://www.mades.gov.py/w-pcontent/uploads/2018/07/res_seam_614-2013.pdf

WWF. 2016. Análisis social, económico y ambiental de la producción de soja y carne en Paraguay. Asunción, Paraguay. Disponible en:

[www.analisis-social-economico-y-ambiental-de-la-produccion-de-soja-y-carne-en-paraguay-2016-3\(4\).pdf](http://www.analisis-social-economico-y-ambiental-de-la-produccion-de-soja-y-carne-en-paraguay-2016-3(4).pdf)

OEA, 2009. Evaluación regional del impacto en la sostenibilidad de la cadena productiva de la soja: Argentina - Paraguay - Uruguay / [Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de los Estados Americanos]. Disponible en: <http://www.oas.org/dsd/environmentlaw/trade/soja/librosoja.pdf>

PNC ONU-REDD+ Py/SEAM/INFONA/FAPI, 2016. Escenarios de deforestación futura en Paraguay. Asunción, Paraguay: FAO/PNUD/PNUMA. 16 p.

SEAM y PNUD, 2009. Sistema Nacional de Áreas Silvestres. Plan Estratégico 2010-2015. Asunción, Par, SINASIP, sp. Disponible en:

http://www.seam.gov.py/sites/default/files/documento_de_proceso_sinasip.pdf (Acceso: mayo 2017)

Programa Nacional Conjunto ONU REDD+ Paraguay. (2015). Nivel de referencia de las emisiones forestales por deforestación en la República del Paraguay para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. Asunción, Paraguay. Disponible en:

http://redd.unfccc.int/files/2016_submission_frel_paraguay_es.pdf

4.8 Indicador 8: Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra relacionado con la producción de materia prima para bioenergía

4.8.1 Planteamiento utilizado

La conversión de áreas naturales y seminaturales para la producción primaria en el Paraguay ha venido creciendo en los últimos 50 años (Insfrán, 2018). Desde la década de 1960 la producción extensiva de granos (agricultura mecanizada) y las pasturas implantadas crecieron a expensa de los bosques (Cubilla, 2016)

En este indicador, son de alto interés el área total de tierra destinada a la producción soja como materia prima para el biodiesel comparada con la superficie total nacional total de tierras agrícolas. Pero también, qué dinámica va tomando en relación a las zonas del país dado por el avance de la frontera agrícola y conversión del uso del suelo para el cultivo de la soja, así como el aumento el rendimiento de la soja por unidad de superficie (kg/ha) y su relación con el incremento de biodiesel, aunque éste hay sido no significativo.

Lo anterior, tiene relación con la generación de emisiones de GEI (**Indicador 1**). Conforme el INGEI, los **sectores** considerados importantes son: a) la agricultura y ganadería, b) **el Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS)**, c) Energía, d) Residuos, y d) Procesos industriales y uso de productos (IPPU). Entre todos ellos, el UTCUTS es el que podría tener más relación con la cadena de valor del biodiesel. Según los datos históricos UTCUTS ha sido la mayor fuente de emisión de GEI en el Paraguay, con una disminución en los años 2014 y 2015. En el último año de referencia, del total de emisiones, el UTCUTS ha contribuido al 30,32%, unos 15.755,05 Kt/CO₂eq (MADES/PNUD/FMAM, 2019).

4.8.2 Resultados clave

Conforme las estadísticas agropecuarias del MAG, si se considera el año 2005 como línea base para el estudio, la superficie de cultivo de soja ha impactado en el cambio de uso de la tierra, que de 1.970.000 hectáreas cosechadas en ese año, pasó a 3.631.000 hectáreas en el 2020, con un incremento del 84% en el periodo. Así mismo, la producción registró un aumento del 174% llegando a 11.024.470 Ton en el 2020, acompañado de un incremento del 51% en rendimiento por hectárea (kg/ha) alcanzando una media de 3.036 kg/ha en el año 2020. Si bien la superficie de cosecha muestra una tendencia de incremento gradual muy regular en el periodo considerado ($R^2 = 0,93$), en los años 2006, 2009, 2012 y 2019 se observan descensos importantes en el rendimiento promedio anual que probablemente se deban a inclemencias climáticas (**Tabla 4.8**).

Tabla 4.8. Superficie cosechada (ha), producción (Ton/año) y rendimiento (kg/ha) de la soja en entre el 2005 y 2020 en el Paraguay.

Año	Superficie Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (kg/ha)
2005	1970000	3988000	2011*
2006	2200000	3800000	1727
2007	2400000	6000000	2500
2008	2463510	6311794	2256*
2009	2569951	3855000	1500
2010	2671058	7460435	2793
2011	2805465	8309793	2962
2012	2920000	4344960	1488
2013	3080841	9086000	2950
2014	3500000	9975000	2850
2015	3539770	8856312	2502
2016	3370000	9163030	2719
2017	3380000	10478000	3100
2018	3510000	11045971	3147
2019	3565002	8520350	2390
2020	3631000	11023716	3036

Fuentes: MAG/Estadísticas Agropecuarias (2005-2020), * www.capeco.org.py

Desde una perspectiva expansión geográfica de la soja en el país y tomando como base el Censo Agropecuario Nacional 1991 y el Censo Agropecuario Nacional 2008 (**Tabla 4.8; Figura 4.4**), en mayor medida se ha cultivado en el Este de la Región Oriental, en los departamentos de Itapúa, Alto Paraná y Canindeyú donde los porcentajes de áreas cosechadas respecto a la superficie total agrícola son muy superiores con relación a otras zonas del país, llegando al 94% en el departamento del Alto Paraná, 81% en Canindeyú y 80% en Itapúa. En las últimas dos décadas, ha ido avanzando en otras zonas centro del país en los departamentos de Caazapá, Caaguazú, Amambay y San Pedro. Pero en épocas más recientes, se inició el cultivo de soja en zonas más vinculadas a pastizales naturales como en Misiones y Guairá y en la selva central en el departamento de Concepción (WWF, 2016). Desde el 2012 se ha iniciado el cultivo de soja en la Región Occidental con unas 3.800 ha que para el 2020 ha aumentado a 30.000 ha (0.83% del total país) en los departamentos de Boquerón y Alto Paraguay, siendo el rendimiento promedio de 1.970 kg/ha. (MAG, 2020).

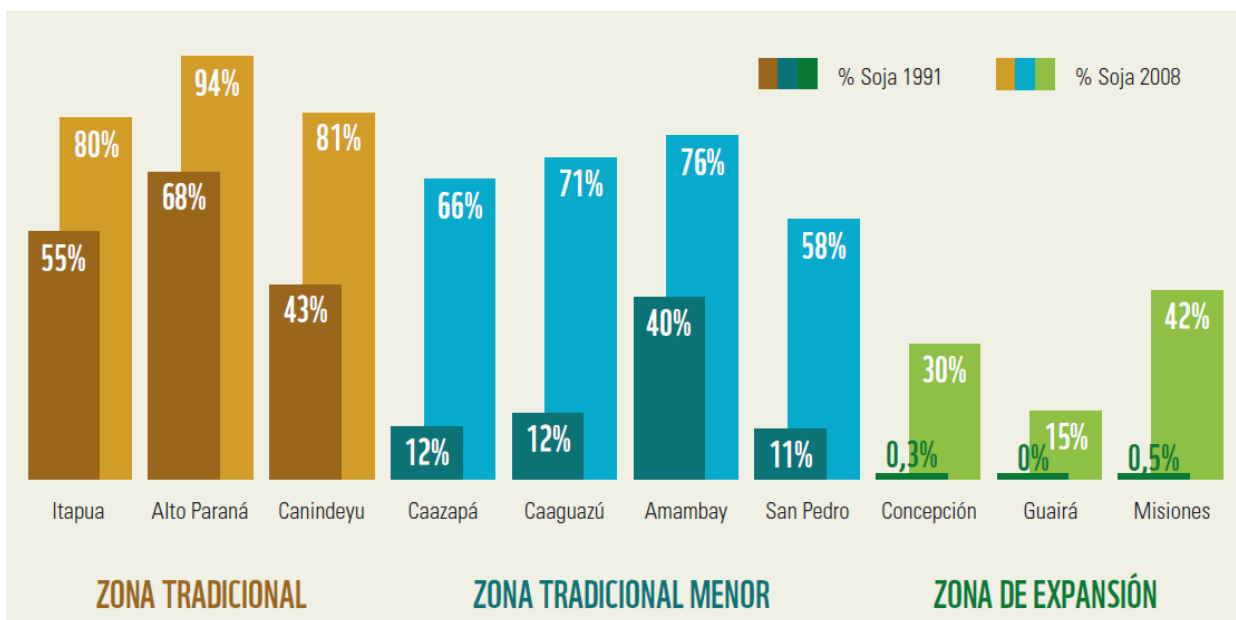


Figura 4.4. Porcentaje de soja cultivada respecto a la superficie agrícola. Dato inter-censal 1991-2008. Fuente: World Wildlife Fund (2016) basado en datos del CAN 1991 y CAN 2008.

Se cultiva en grandes y medianas extensiones de tierra, donde el 44% de las fincas tiene más de 1.000 ha, el 43% tiene entre 100 y 1.000 ha, y sólo el 13% tiene menos de 100 ha (WWF, 2014). Del total de la superficie perteneciente a medianos y grandes productores, aproximadamente el 50% corresponde a extranjeros (IICA et al., 2009)

Tabla 4.9. Superficies (ha) cosechadas de soja por zonas del país de 2009 a 2020.

ÁREAS	Superficie cultivada (ha)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Zona tradicional</i>												
Itapúa	486.142	480.748	504.940	525.256	554.351	629.900	632.090	601.735	603.521	626.732	636.553	740.000
Alto Paraná	761.450	756.086	794.132	823.052	868.678	987.000	970.000	923.418	926.158	961.780	976.851	950.000
Canindeyú	442.507	508.496	534.083	555.887	586.347	666.300	681.000	648.297	650.220	675.229	685.810	660.000
<i>Zona tradicional menor</i>												
Caazapá	169.562	132.535	139.204	144.887	152.826	173.600	176.000	167.548	168.045	174.508	177.242	195.000
Caaguazú	339.075	347.418	364.900	379.798	400.609	455.184	466.000	443.621	444.938	462.051	469.291	430.000
San Pedro	207.490	250.931	263.557	274.317	289.348	328.600	340.800	324.434	325.397	337.912	343.207	360.000
Amambay	107.745	122.262	128.414	133.656	140.980	160.000	178.000	169.452	169.955	176.492	179.258	194.000
<i>Zona de expansión</i>												
Concepción	20.171	29.780	31.279	32.556	34.340	39.000	40.470	38.745	38.860	40.355	40.987	3.300
Guairá	12.950	12.295	12.913	13.441	14.177	16.000	13.200	12.566	12.603	13.088	13.293	18.000
Misiones	22.809	30.457	31.990	33.296	35.120	39.900	36.800	35.033	35.137	36.488	37.060	50.000
Paraguarí	50	50	53	54	57	66	50	48	48	50	51	700
Alto Paraguay				300	316	350	360	343	344	357	363	5.000
Boquerón ^a				3.500	3.692	4.100	5.000	4.760	4.774	4.958	5.036	25.000
TOTALES	2.569.951	2.671.058	2.805.465	2.920.000	3.080.841	3.500.000	3.539.770	3.370.000	3.380.000	3.510.000	3.565.002	3.631.000

Fuentes: MAG Síntesis estadísticas. <http://www.mag.gov.py/index.php/institucion/dependencias/sintesis-estadistica>, WWF (2016).

4.8.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Es fundamental apuntar a la eficiencia de la productividad primaria neta (kg/ha) para minimizar el cambio de uso del suelo y por ende la presión en los recursos naturales. A pesar de que el 90% de las áreas de cultivo de soja es en SSD, es necesario dar énfasis en formas de restauración ecológica de la complejidad y resiliencia, que debido al sistema de monocultivo y las prácticas asociadas, importantes funciones y servicios ecosistémicos han sido perdidos en los espacios agrícolas. En tal sentido, prácticas como la recuperación de las conectividades lineales en las lindes de propiedades, bordes de caminos rurales, islotes forestales, márgenes de protección hídrica y de nacientes de cursos de agua y la reserva legal, son mecanismos altamente necesarios para la sustentabilidad del campo.

Lo anterior, implica centrar los esfuerzos en contar con una Ley de Ordenamiento de usos territoriales en el país que potencien las zonas agroecológicas propicias para la producción primaria, como la soja; así como otras leyes y disposiciones legales que garanticen la sustentabilidad productiva. Sumado a ello, es importante que el país fortalezca la institucionalidad para ejercer el control adecuado y cumplimiento debido de las Leyes como la 6256/2005 de deforestación cero que fue ampliado en diciembre del año 2020, la Ley 3239/2007 de los recursos hídricos, la Ley 4241/2010 de restablecimiento de márgenes protectores de cursos hídricos del país, entre otras.

4.8.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se resalta la dificultad de obtener información oficial específica sobre producción de soja destinada a la producción de biodiesel. Por tanto, requiere de estudios más profundos y a nivel de detalle que conociendo las tasas de conversiones se podría medir con mayor precisión el indicador.

Referencias

Cubilla, L., 2016. Historia y evolución de la agricultura mecanizada en el Paraguay. Asunción, Par, CAPECO, 88p.

Insfrán O, A. 2018. Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra relacionado con la producción de materia prima para bioenergía. In: Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en el Paraguay. FAO, p146-172.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/Consejo Agropecuario del Sur/Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias. 2009. El mercado de la soja en los países del Consejo Agropecuario del Sur: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay. Montevideo, Uruguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

MADES/PNUD/FMAM. 2019. Resumen del Capítulo Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Segundo Informe Bienal de Actualización de Paraguay (IBA2). Proyecto IBA2. Asunción, Paraguay. 40p.

MAG. 2020. Síntesis estadísticas. Años agrícolas 2016-2020. Disponible en:

<http://www.mag.gov.py/index.php/institucion/dependencias/sintesis-estadistica> (Consultado en agosto de 2021).

WWF. 2016. Análisis social, económico y ambiental de la producción de soja y carne en Paraguay. Asunción, Paraguay: WWF-Paraguay, 104p.

WWF. 2014. El crecimiento de la soja. Impactos y soluciones. Gland, Suiza: WWF -International. Disponible en:

http://wwf.panda.org/es/nuestro_trabajo/reduccion_de_impactos/el_crecimiento_de_la_soja_impactos_y_soluciones/

PILAR SOCIAL

4.9 Indicador 9: Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía

4.9.1 Planteamiento utilizado

Para poder analizar la propiedad de la tierra y los procedimientos para el cambio de propiedad, como también las normativas nacionales o prácticas socialmente aceptadas para determinar la propiedad legal en el Paraguay respecto a la plantación de soja, se propone la consulta de documentos de distribución de cultivos de soja en el Paraguay, la evolución del área de cultivo y producción disponibles en el estudio de OXFAM (Guereña y Rojas Villagra, 2016) comparadas con la información disponible acerca de tamaño de fincas y tierra destinada al cultivo de soja disponible en el último Censo Agropecuario 2008 (MAG, 2008).

Para analizar el marco legal de tenencia y explotación de tierras y bosques, se revisarán documentos oficiales como el Estatuto Agrario, del Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra (INDERT, 2002; BASE-IS, 2015), e información de base de producción de CAPECO entre otra información provista por entidades de referencia del área.

Información acerca de la asignación actual de tierras para producción de biodiesel de soja también formó parte de los cuestionarios realizados a grandes industrias, bajo la presuposición de que conocen el origen y estado de la tierra de donde proviene la materia prima que utilizan. Se podrían replicar estas entrevistas a empresas procesadoras y asociaciones productoras de soja para conocer la posesión de títulos legales de los cultivos pequeños, medianos y grandes de soja.

4.9.2 Resultados Clave

La producción de soja en Paraguay se inicia en la década del sesenta con el objetivo de ser cultivo complementario de verano del trigo, como parte del Plan Nacional del Trigo. Mediante la promoción de este Plan se ofrecieron incentivos financieros, apoyo técnico y estímulos fiscales, lo que impulsó una gran adopción por parte de empresas agrícolas. Otro factor que ha impulsado la adopción de la soja es que las nuevas variedades de soja, se adaptan a diversas condiciones de suelo y temperatura, y también

que la producción de soja es altamente mecanizada. Estos factores causaron la expansión del cultivo de soja, que como cultivo de rotación está presente como soja/avena negra (28%), soja/trigo (27%), soja/sin cultivo (21%), soja/maíz y soja zafriña (WWF, 2016; González, 2017).

Tabla 4.10 Cultivos asociados con la soja, según superficie de tierra

Tamaño de la Superficie cultivada de soja	Fincas de algodón con superficie de soja cultivada	Fincas de trigo con superficie de soja cultivada	Fincas de maíz con superficie de soja cultivada	Fincas de mandioca con superficie de soja cultivada
No Tiene	92%	11%	90%	94%
Menos de 1 Ha	1%	0%	0%	0%
De 1 a menos de 5 Ha	6%	8%	4%	3%
De 5 a menos de 10 Ha	1%	9%	2%	1%
De 10 a menos de 20 Ha	0%	13%	1%	1%
De 20 a menos de 50 Ha	0%	18%	1%	0%
De 50 a menos de 100 Ha	0%	14%	1%	0%
De 100 a menos de 200 Ha	0%	11%	0%	0%
De 200 a menos de 500 Ha	0%	11%	0%	0%
De 500 a menos de 1.000 Ha	0%	3%	0%	0%
De 1.000 a menos de 5.000 Ha	0%	3%	0%	0%
De 5.000 a menos de 10.000 Ha	0%	0%	0%	0%
De 10.000 y más de Ha	0%	0%	0%	0%

Fuente: Extraída de Radiografía del agronegocio sojero Análisis de la cadena productiva de la soja y su impacto socioeconómico en Paraguay (BASE-IS, 2020:67)

Sobre la distribución de la tierra en Paraguay, existen latifundios con ocupación de gran parte de la superficie productiva, tal y como se señala en la publicación de la FAO (2018): "(...) *un pequeño grupo latifundista con importante participación de extranjeros poseen casi toda la superficie agrícola y ganadera, mientras la gran mayoría de las familias campesinas carecen de tierras. Según los datos más recientes (de 2008) el índice de Gini para la distribución de la tierra es de 0,94 en la región occidental y 0,89 en la Oriental, lo que indica un empeoramiento de la concentración respecto al censo anterior (en 1991 era de 0,93 y 0,87 respectivamente)*".

Esto se reflejado numéricamente al considerar que 90% de la tierra está en manos de 12.000 grandes propietarios, mientras que el restante 10% se reparte entre 280.000 pequeños y medianos productores; además, apenas 32 empresas de capital extranjero se hicieron con el 40% del territorio paraguayo (más de 16 millones de hectáreas) convirtiendo al país en un enclave exportador de yerba mate, madera y tanino (Guereña y López Villagra, 2016). La soja se cultiva en grandes y medianas extensiones de tierra, donde el 44% de las fincas tiene más de 1.000 ha, el 43% tiene entre 100 y 1.000 ha, y sólo el 13% tiene menos de 100 ha (WWF, 2014). Del total de la superficie perteneciente a medianos y grandes productores, aproximadamente el 50% corresponde a extranjeros (WWF, 2016).

Datos del censo agropecuario nacional de 2008 (MAG, 2009) muestran que la relación entre superficie agropecuaria y productores es inversa: los medianos y grandes productores que representan entre el 7,3% y 9% utilizan el 93,7% de las tierras cultivadas; mientras que los productores dedicados a la agricultura familiar representan entre el 91% y 92,7% de personas dedicadas a la actividad agropecuaria y utilizan solo el 6,3% de las tierras cultivadas (Doibree, 2014; FAO/IICA, 2017).

Tabla 4.11 Producción de soja por estratos sociales de agricultores, según CAN 1991 y 2008

Soja	CAN 1991		CAN 2008	
	Finca	Superficie	Finca	Superficie
Total Región Oriental	26.820	552.455	28.917	2.463.541
De menos de 1 a 20 ha	14.624	51.163	15.140	64.908
De 20 a menos de 50 ha	7.222	86.495	5.347	92.182
Total Producción Cam- pesina	21.846	137.658	20.487	157.090
De 50 a menos de 100 ha	2.424	79.954	2.562	120.482
De 100 a menos de 1.000 ha	2.309	241.116	5.040	1.009.569
Total Producción Farmer	4.733	321.070	7.602	1.130.051
De 1.000 a 10.000 ha	234	70.091	789	1.015.224
De 10.000 y más ha	7	23.839	39	161.176
Total Producción Lati- fundios	241	93.930	828	1.176.400

Fuente: Extraída de Radiografía del agronegocio sojero Análisis de la cadena productiva de la soja y su impacto socioeconómico en Paraguay (BASE-IS, 2020)

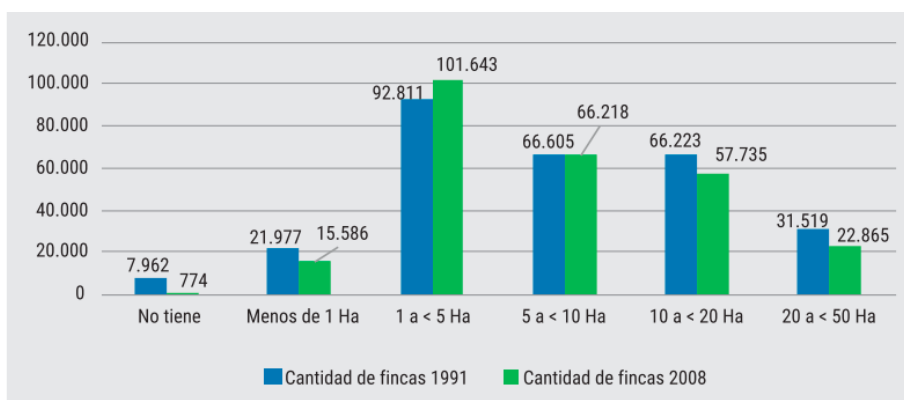


Figura 4.5. Cantidad de fincas agropecuarias hasta 50 hectáreas en la Región Oriental de Paraguay. Fuente: Base-IS (2020)

Al ir actualizándose los datos de superficie sembrada, éstos muestran que las superficies sembradas con monocultivos varían significativamente, entre ellos el monocultivo de soja no ha dejado de aumentar. Si en 2008 se sembraron de soja 2,6 millones de hectáreas, en 2015 fueron 3,3 millones de hectáreas (un 23% más). En total, en los últimos quince años (2000-2015) se han triplicado tanto la superficie de cultivo como la producción total, superando los 3 millones de hectáreas sembradas –aproximadamente el 60% de la superficie total destinada a la agricultura- y los 8 millones de toneladas producidas (Guereña y Rojas Villagra, 2016; BASE-IS, 2018). Actualmente acercándose a ocupar 3.631.000ha con una cosecha de 11 millones ton/año (MAG, 2020).

Sumando también el aumento de otros monocultivos como la caña dulce y el arroz y el hecho de que en el periodo 2008/2012 no hubo adjudicación nuevas oficiales de tierras a la agricultura campesina ni creación nueva de colonias (Doibree, 2014; Riquelme y Vera, 2013); más el hecho de la producción de

cultivos alimenticios en Paraguay perdió 80 mil hectáreas de tierra entre los periodos 2012/2013 y 2013/2014, representando solo un 6% de tierras cultivadas destinadas a producir alimentos (BASE-IS, 2015), sugieren como en el contexto de Paraguay el crecimiento de cultivos comerciales produce una notable disminución de la superficie destinada a la producción de rubros tradicionales de alimentos.

La expansión de la superficie de cultivo de soja en el país (**Tabla 4.9, Indicador 8**), en ocasiones se ha producido a costa de la agricultura familiar campesina e indígena y de los bosques mediante distintos mecanismos como: la compra directa legal o ilegal en complicidad con las autoridades; el alquiler; el uso intensivo de agroquímicos que produce contaminación y la expulsión de los ocupantes de las tierras; y la quita de tierras por endeudamiento (WWF, 2014). El cultivo de maíz zafriña por ser un cultivo de rotación de la soja contribuye indirectamente a esta concentración de la tierra (FAO, 2018).

La producción de soja se ha centrado originalmente en los Departamentos de Alto Paraná e Itapúa. Sin embargo, el cultivo se ha expandido de manera acelerada en Caaguazú y Canindeyú, por lo que estos cuatro departamentos concentran prácticamente el 80% de la superficie cultivada. Así mismo, la soja se ha instalado en Departamentos tradicionalmente ganaderos como Misiones y Concepción. También se encuentra soja en Caazapá, Amambay, San Pedro, y Guairá (WWF, 2016).

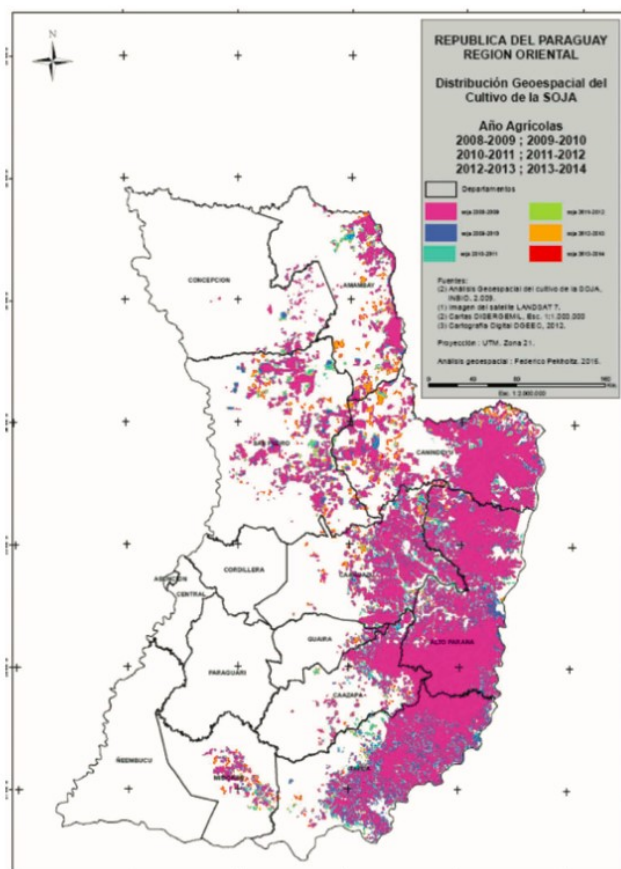


Figura 4.6. Expansión de la superficie cosechada de soja en el periodo-2008-2014. Fuente: CAPECO, extraída de Análisis social, económico y Ambiental de la producción de carne y soja en Paraguay, (WWF, 2016)

A escala global, Paraguay ha sido parte del grupo de mayores exportadores de soja en el mundo. En la zafra 2012/2013 el país ocupó el sexto lugar como productor mundial de soja y además fue el cuarto exportador mundial en esa zafra (WWF, 2016). En 2015 las exportaciones de soja en grano ascendieron a 1.588 millones de dólares, con destino principalmente en la Unión Europea (37%) y Rusia (25%) (Guereña y López Villagra 2016). En el año 2020, se ha reposicionado como quinto exportador de soja a nivel mundial, con 9,9 millones de toneladas según el último reporte del Departamento de Agricultura de EE.UU. (ICEX, 2020).

Mediante entrevistas a distintas industrias se pudo obtener datos acerca de la cantidad, uso y propiedad de tierras. Un caso puntual, requiere de unas 2.000 hectáreas como mínimo para que funcione la planta completa de industrialización de soja, pero generalmente consume unas 20.000 hectáreas al año, de las cuales 3.000 ha. son propias y 2.000 ha. de otra empresa (Trexin S.A.) ubicada en La Paloma y las demás hectáreas de otros productores locales; lo que representa un gran porcentaje de su capacidad instalada, pero cuentan con capacidad técnica y humana para aún una mayor producción⁵¹. En cuanto a la titulación de propiedades, la información obtenida reflejó que no es una exigencia que los productores tengan títulos de propiedad para entregar los productos, solo se debe firmar un contrato entre ambas partes, lo cual invita a la continuación de la investigación acerca de titulación admitiendo distintas prácticas de posesión de tierra y tratando de incorporarlas a censos y registros de datos⁵².

4.9.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Como se evidencia en este apartado, el territorio ocupado por plantaciones de soja denota el potencial del biodiesel basado en soja, debido a la gran disponibilidad de esta materia prima. Sin embargo, no se debe dejar de lado la importancia de velar por las superficies destinadas a la agricultura familiar campesina ya que ésta, además de ser la responsable de la mayor parte de los alimentos de consumo interno de los países de la región, emplean técnicas y actividades agrícolas diversificadas que son fundamentales para garantizar la sustentabilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad (Riquelme, 2016). Además, los efectos de la agricultura campesina se perciben no solo a escala de economía familiar, sino también en la economía local, por lo que este sector debe de estar acompañado por políticas públicas para mantener y mejorar estos espacios y dinámicas (Lesmo y Ferreira da Silva *et al.*, 2018).

Otra recomendación de prácticas y políticas para mejorar la sostenibilidad en relación con la asignación y tenencia de tierras para producción de bioenergía pueden garantizar el desarrollo de la agricultura campesina tradicional y sus territorios que se ven fuertemente afectados por el avance de agricultura mecanizada y comercial. Se puede lograr esto mediante incentivos de producción que incluyan otras prácticas como la conservación de bosques protectores de cursos hídricos, el correcto uso de agroquímicos, la seguridad del personal o el mantenimiento de reservas forestales (WWF, 2016).

⁵¹ Planta del Silo Grupo Ricardi, parte del Complejo Agroindustrial La Paloma S. A. (Asociada a la BIOCAP). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021. CEAMSO.

⁵² Planta Industrial INPASA (Industria Paraguaya de Alcoholes S. A. (Distrito de Guajaybi, departamento de San Pedro). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021. CEAMSO.

4.9.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Al momento de considerar la totalidad de superficie de cultivo de soja, y más en específico de soja para biodiesel, es necesario tener presente que la soja es un cultivo de rotación (con maíz, avena, trigo y eventualmente con girasol), por lo que pueda existir una superposición de datos cuando se trate de pequeños y medianos productores. También son relevantes las superficies alquiladas por parte de los pequeños productores para el cultivo de soja a medianos y grandes productores. Como también sería de utilidad detectar las distintas prácticas de agricultura en estas tierras.

Para calcular la variación real de los precios, ajustado por la inflación del período considerado, se podrá realizar el cálculo mediante la variación acumulada del IPC (Índice de Precios al Consumo) y la cotización anual promedio del dólar, de los informes del Banco Central del Paraguay (FAO, 2018).

Para conocer el estado legal de las tierras que poseen las empresas y las de los productores que le proveen soja y sus derivados, es necesario entrevistar y relevar información no solo de las grandes industrias 'modelo' sino también de las pequeñas y medianas producciones para poder sacar una media actual de la situación a nivel nacional.

Al registrar que empresas e industrias trabajan con productores sin importar la situación de tenencia de la tierra, es indicador de su aceptación a nivel sociocultural. Este fenómeno debería ser considerado en futuras mediciones e incorporado dentro de las estadísticas, para poder retratar de forma más fidedigna la realidad de la agricultura y producción paraguaya a lo largo de sus distintas escalas y estratos.

De acuerdo con lo mencionado en el informe de la FAO (2018), para el monitoreo de este indicador es necesario que las instituciones públicas responsables se comprometan a tener información actualizada, y que la compartan entre ellas para que sea consistente. El trabajo con gobiernos municipales, gobernaciones, INDERT, esencialmente, puede contribuir a proveer acceso a su sistema tributario y censos existentes. Además, debe existir el compromiso que permita el acceso a la información.

Finalmente, es necesario destinar más tiempo a recolectar información como: las estimaciones sobre la evolución de los precios de las tierras que producen soja basándose en información obtenida de fuentes primarias, ejemplo con entrevistas a productores de soja, asociaciones, industrias sojeras, así como de información del sector inmobiliario.

Referencias

BASE-IS. 2020. Radiografía del agronegocio sojero Análisis de la cadena productiva de la soja y su impacto socioeconómico en Paraguay

BASE-IS. 2018. Mapeando el Agronegocio en Paraguay. Disponible en: http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2019/03/2018Dic_Mapeando-el-agronegocio.pdf

BASE-IS. 2015. Paraguay destinó sólo el 6% de sus tierras cultivadas a sembrar alimentos en la zafra 2013/2014. Disponible en: <https://www.baseis.org.py/paraguay-destino-solo-el-6-de-sus-tierras-cultivadas-a-sembrar-alimentos-en-la-zafra-20132014/>

Cabrera, M.G., González, J.D., Cabello, E.M. n.d. Análisis de la situación de los biocombustibles en Paraguay, su impacto social e incidencia en el desarrollo territorial

Doibree. 2014. La tierra En Paraguay. CDE. Disponible en: <https://www.cde.org.py/wp-content/uploads/2014/10/La-tierra-en-el-Paraguay.pdf>

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay: Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía. Working Paper 70.

FAO e IICA. 2017. Gestión integral del riesgo de desastres en el sector agrícola y la seguridad alimentaria en los países del CAS: análisis de capacidades técnicas e institucionales – Paraguay. <http://www.fao.org/3/i8208ES/i8208es.pdf>

González G., A. 2017. Calidad ecológica y beneficio económico de la producción transgénica y orgánica de la soja en dos fincas del departamento de Itapúa, Paraguay. Tesis de grado de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Agrarias (UNA), 90p.

Guereña, A. y Rojas Villagra, L. 2016. 2016. YVY JÁRA: Los dueños de la tierra en Paraguay. Informe de investigación. OXFAM, Asunción. Disponible en: https://d1tn3vj7xz9fdh.cloudfront.net/s3fs-public/file_attachments/yvy_jara_informe_oxfamenparaguay.pdf

ICEX. 2020. Red de Oficinas Económicas y Comerciales de España en el exterior. Noticias: Paraguay es el quinto mayor productor de soja en el mundo. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/noticias/paraguay-productor-soja-new2020847238.html?idPais=PY>

Instituto Interamericano de Cooperación para La Agricultura (IICA). 2010. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiesel. Programa Hemisférico en Agroenergía y Bicomcombustibles.

Lesmo, N., Ferreiro da Silva, A., Schlindwein, M., Solis, B. 2018. Agricultura Familiar Campesina: un análisis de la producción de cultivos tradicionales en el Departamento de Concepción - Paraguay.

Riquelme, Q. 2016. Agricultura familiar campesina en el Paraguay: Notas preliminares para su caracterización y propuestas de desarrollo rural.

Riquelme, Q., Vera, E. 2013. La otra cara de la soja: el impacto del agronegocio en la agricultura familiar y la producción de alimentos. Proyecto Acción Ciudadana contra el Hambre y por el Derecho a la Alimentación. Disponible en: http://www.cde.org.py/wp-content/uploads/2014/10/LaOtraCaradelaSoja_2013.pdf

Sitio web de CAPECO: <http://www.capeco.org.py/>

WWF. 2014. El crecimiento de la soja: Impactos y soluciones. Disponible en: http://awsassets.panda.org/downloads/reporte_final_soja_esp_2.pdf

WWF. 2016. Análisis social, económico y Ambiental de la producción de carne y soja en Paraguay. Asunción, Paraguay: WWF-Paraguay.

4.10 Indicador 10: Precio y Oferta de una canasta alimentaria nacional

4.10.1 Planteamiento utilizado

Este estudio busca contextualizar de forma sucinta alguna de las posibles áreas de influencia de la producción de soja y su aprovechamiento como biocombustible en la oferta de la canasta alimentaria nacional, reconociendo la importancia económica que tiene la soja como rubro en la economía nacional.

Sin embargo, se reconoce a partir de la investigación de la FAO (2018) sobre "Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay" que el modelo Aglink-Cosimo podría contribuir como herramienta para medir el indicador 10 para el biodiesel de soja. Esta herramienta modela la cantidad de biocombustibles elaborada a partir de distintas materias primas, así como parte de la demanda generada en el consumo y la que se genera por precios competitivos.

Esta herramienta es además relevante porque permite la simulación de mercados agrícolas mundiales y todos los procesos (precios, producción, demanda y comercio) y factores implicados (endógenos y exógenos). Permitirá hallar los componentes integrales de este indicador:

- Los cambios en la demanda de productos alimenticios del ser humano y de animales y fibra
- los cambios en la importación y exportación de productos alimenticios
- los cambios en la producción agrícola debidos a las condiciones climáticas
- los cambios en los costes agrícolas derivados de los precios del petróleo y otra energía, y
- el impacto de la volatilidad e inflación de los precios de los alimentos en el nivel de bienestar nacional, regional y/o doméstico, tal y como ha sido determinado en el país.

4.10.2 Resultados Clave

Los rubros agrícolas como mandioca, maíz, poroto, maní, entre otros, sembrados por las familias campesinas en sus fincas, pequeñas y medianas, y la cría de animales menores (aves, cerdos) y vacunos en pequeña escala y sus derivados, constituyen la fuente principal de la alimentación.

Esta costumbre tradicional de proveerse de las fincas, actualmente va perdiendo vigencia, por la disminución de los principales rubros que forman parte de la canasta básica de alimentación de la población rural, por la falta de estímulos o por el avance del agronegocio que afecta los cultivos. Este fenómeno se observa en la producción de soja (Riquelme y Vera, 2013).

Hasta 1990 Paraguay fue el tercer país de mayor ingesta calórica por habitante, y en 20 años el país se constituye en el que menos consume. La disponibilidad de alimentos de la propia chacra pasa a ser mínima o nula, y por otro lado, el insuficiente dinero producto de las changas u otro tipo de empleos acentúa la escasez de alimentos en el hogar; que en consecuencia, incrementa la importación de alimentos, años tras año.

El gobierno paraguayo, con el fin de promover la mayor producción agrícola, incentivó la producción de soja reduciendo el pago de impuestos a las empresas dedicadas a este rubro. Dicha medida facilita la expansión de las áreas de producción de la agricultura empresarial, pero a la vez ocasiona la degradación de la tierra y limita el acceso a tierras de buena calidad para la agricultura familiar (FAO/IICA, 2017).

En la producción de soja, desde la práctica del sistema de siembra directa (SSD) y sistema de cultivo convencional (SCC) con alta mecanización y uso de biotecnología agrícola, la productividad aumentó de manera sostenida en los últimos años; con ello, el valor agregado a través del aporte de proteína vegetal en la alimentación humana y en la producción del biodiesel como un subproducto del aceite.

A través de entrevistas a Mauricio Cubells⁵³ sobre Valor Agregado Bruto, se accedió a costos y precios de toda la cadena de producción de biodiesel de soja, desde la producción de materia prima hasta su venta en el mercado nacional, así como también información sobre la producción nacional de biodiesel con la cual se estimó la cantidad de materia prima necesaria para su obtención.

En la producción de soja, los campesinos deciden producir soja por encima de los productos de agricultura familiar (de subsistencia), por lo que los campesinos dejan de tener seguridad alimentaria por tratar de obtener ingresos para poder adquirir una canasta familiar. Al tratarse de un cultivo comercial de rotación, producir soja incluso provee la oportunidad de percibir ingresos en épocas de zafriña, ya que la tierra puede ser destinada a otro cultivo como maíz o trigo⁵⁴.

4.10.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Para minimizar el riesgo de competir con otros usos, así como evaluar las compensaciones o pérdidas con respecto a las exportaciones, se necesitaría pensar de manera sustentable la producción de soja, repensando una estrategia de desarrollo adecuada que incluya al modelo de producción campesina.

Considerando al biodiesel como un subproducto del aceite de soja y teniendo en cuenta su poca exigencia de producción necesaria para los bajos porcentajes de mezcla requeridos, la producción de biodiesel de soja no requiere de conversiones suplementarias de tierras a las actuales existente, sino requiere de procesos de industrialización, lo que resulta en una baja incidencia en la canasta alimenticia como tampoco afectaría a la sustitución por la producción de alimentos.

Una consideración fundamental de prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad es el cambio climático y sus impactos para todo tipo de productores, pequeños y medianos y grandes. La agricultura empresarial a gran escala como la de la soja ya se ha visto afectada en rendimiento y producción en épocas de sequías y altas temperaturas; por el otro lado además, el sésamo, caña de azúcar, algodón y hortalizas, cultivos principales de la agricultura familiar, también se ven afectados por las sequías periódicas, lo que amenaza la sostenibilidad de la canasta alimentaria (FAO/IICA, 2017).

Se debe evaluar conforme a los datos de la GBEP que, la bioenergía también trae riesgos tales como la pérdida de la biodiversidad, la deforestación, la presión adicional sobre los recursos hídricos y una mayor demanda de insumos agrícolas, la tierra y las materias primas. Si la bioenergía no es generada de manera sostenible, puede añadir presión sobre la biodiversidad, la escasez de recursos hídricos, la deforestación, la calidad de suelo y la seguridad alimentaria⁵⁵.

⁵³ Comunicación personal. Entrevista a Mauricio Cubells, 7-agosto-2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (entrevista virtual). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

⁵⁴ ibídem

⁵⁵ ibídem

4.10.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Para este indicador es indispensable considerar los efectos de la producción y el uso del biodiesel de soja en los precios y oferta de la canasta alimentaria nacional. Indagar cómo el reemplazo de cultivos de subsistencia por el cultivo de la soja, afecta a la seguridad alimentaria y al acceso de productos básicos. Es necesario también plantear escenarios históricos y futuros para evaluar el impacto del consumo de biocombustibles de soja.

Es necesario analizar la influencia de los costos de distribución de la materia prima y/o productos, ya que podrían perjudicar a los productores primarios, productores de aceite o productores de biodiesel, en cuyo caso se podrían tener en cuenta otras alternativas de mezcla y comercialización como pueden ser las estaciones de expendio mezcladores en lugar de tener que llevarlos a las plantas mezcladoras⁵⁶.

Estudiar las dinámicas de selección y rotación de cultivos desde una perspectiva de justicia social, para detectar que factores de carencia producen determinadas elecciones (de cultivo, de mecanismo de cultivo y cosecha) y dinámicas tanto personales, familiares como a nivel comunitario y regional.

Se debe también analizar el factor de relevancia y riesgo de cambios de condiciones climáticas y su afectación a la producción primaria, a precios en el mercado nacional e internacional, como también a la disponibilidad de productos de la canasta básica.

Construir capacidades en Aglink-Cosimo como la herramienta para medir el indicador 10 para poder evaluar el impacto de los biocombustibles en el sector agrícola: midiendo la producción y el consumo de biocombustibles incorporados en el modelo, y tanto el etanol como el biodiesel se modelan como actividades endógenas en el modelo.

Sería de utilidad analizar el impacto de la demanda de biodiesel en el cambio promedio anual en precios reales (a nivel de productores y consumidores) de soja.

Referencias

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay: Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía. Working Paper 70.

FAO, 2011. The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy. First Edition. Versión en Español. ISBN 978-92-5-107249-3. Disponible en:
http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/GBEP_Reporttraducci%C3%B3n_espa%C3%B1ol.pdf

FAO/IICA. 2017. Gestión integral del riesgo de desastres en el sector agrícola y la seguridad alimentaria en los países del CAS: análisis de capacidades técnicas e institucionales – Paraguay.
<http://www.fao.org/3/i8208ES/i8208es.pdf>

⁵⁶ Comunicación personal. Entrevista a Gabriela Cazenave, 7-agosto-2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (entrevista virtual). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

Riquelme, Q.; Vera, E. 2013. La otra cara de la soja: el impacto del agronegocio en la agricultura familiar y la producción de alimentos. Disponible en:

http://www.cde.org.py/wp-content/uploads/2014/10/LaOtraCaradelaSoja_2013.pdf

USAID. 2009. Biocombustibles: Alternativa de negocios verdes. Programa Paraguay Vende.

4.11 Indicador 11: Cambio en ingresos

4.11.1 Planteamiento utilizado

Para el análisis de este indicador, como en el reporte de FAO (2018) sobre la Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y de caña de azúcar en Paraguay, se toman en cuenta los salarios pagados a empleados del sector bioenergético en relación con sectores comparables; y los ingresos netos por venta, intercambio y/o autoconsumo de productos bioenergéticos, incluyendo materias primas realizadas por hogares o personas auto-empleadas.

La información para este indicador se puede obtener mediante visita a las empresas e industrias productoras de biodiesel a partir de soja; y su comparación con el nivel promedio de ingreso nacional se puede lograr observando a información de los promedios de los salarios en los sectores agrícolas, de la Encuesta Permanente de Hogares del año 2015.

Aunque son datos muy generales, utilizar la Encuesta Permanente de Hogares 2015 de la DGEEC para comparar los salarios de la producción de bioenergía con otros de sectores comparables, se podría solicitar al MIC información estadística sobre los salarios pagados en la industria bioenergética y en las aceiteras.

4.11.2 Resultados Clave

La transición a la utilización de biocombustibles puede *"disminuir la dependencia de los combustibles fósiles importados y así mejorar la balanza de pagos y la seguridad energética de los países"* (Cubells 2018). Desde el punto de vista del mismo referente consultado, esto a su vez puede generar una oportunidad para ampliar el acceso a los servicios modernos de energía y dar lugar a la creación de infraestructuras tales como rutas, telecomunicaciones, escuelas y centros de salud en áreas rurales pobres. En estas áreas, por tanto, la bioenergía puede aumentar los ingresos de los pequeños agricultores y de ese modo, aliviar la pobreza y contribuir a disminuir la brecha entre ricos y pobres.

Tomando como base el promedio de ingreso mensual de trabajadores agropecuarios, se puede relacionar a lo que perciben dichos agricultores a la hora de vender su producción de soja, como muestra la **Tabla 4.12** (FAO, 2018).

Tabla 4.12. Promedio mensual de ingresos por ocupación en el Paraguay al 2018 (FAO, 2018)

Ocupación	Promedio mensual de ingreso ajustado al 2017 (PYG)
AGRICULTORES Y TRABAJADORES AGROPECUARIOS	1 639 974
OFICIALES, OPERARIOS	2 137 002
OPERADORES DE INSTALACIONES Y MÁQUINAS Y MONTADORES	2 771 972
PROFESIONALES	4 012 353
TÉCNICOS Y PROFESIONALES DE NIVEL MEDIO	3 282 137
EMPLEADOS DE OFICINA	2 387 706
TRABAJADORES NO CALIFICADOS	1 369 564

Fuente: Elaborado en base a DGEEC, 2016

El señor Ruben Zoz, Presidente de la Cooperativa Naranjito en el 2019, destaca como la soja para el productor de la zona es el único rubro que por el momento deja algo de rentabilidad. Menciona que el trigo se usa como rotación de cultivo, para tener una cobertura durante el invierno, pero el trigo muy pocas veces deja rentabilidad y muchas veces genera pérdidas. Por lo tanto, el productor decide recuperar la pérdida con soja, que con al menos producir medianamente bien ya genera ganancia⁵⁷. Sostiene además que dejar de producir soja, causará percusiones negativas tanto en los productores como en las grandes ciudades importantes ya que la soja mantiene el precio del dólar y cuando el éste se dispara, los productos del súper y canasta alimentaria también disparan, mientras que simultáneamente el poder adquisitivo de las personas se ve afectado negativamente⁵⁸.

La soja produce más proteína por hectárea que cualquier otro de los principales cultivos. También es uno de los productos agrícolas más rentables. Alrededor de 270 millones de toneladas fueron producidas en 2012 de las cuales el 93% provino solamente de seis países: Brasil, Estados Unidos, Argentina, China, India y Paraguay (WWF, 2014). El vice-Presidente de la Cámara Paraguaya de Biodiesel en el 2018, la materia prima ocupa 85% del producto final y además la parte de consumo para el ser humano y para animal es el expeler y el aceite se utiliza para el biodiesel; lo que significa que se puede aprovechar por entero a la soja⁵⁹. Proveyendo así aún más oportunidades para la creación de ingresos alternativos a la mera producción de biodiesel de soja.

Información obtenida sobre los salarios que perciben los trabajadores en la planta de biodiesel, aunque el caso se trate de maíz como materia prima, fue obtenida por entrevistas hechas a INPASA. En este caso, los trabajadores son permanentes en su totalidad y perciben salarios fijos y la remuneración total de los 12 empleados que tiene en la planta de biodiesel es de USD 5.000/mes; no existen otros incentivos o pagos⁶⁰.

⁵⁷ Itapúa en Noticias. 2019. "Qué pasaría si el Paraguay dejará de producir soja". Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=gPx0WFEHJDK>

⁵⁸ Ibidem.

⁵⁹ TribunaPy. 2018. "Biodiesel en Paraguay: Entrevista a Oscar Saurini, Vice-Presidente de la Cámara Pya de Biodiesel". Medios del Estado. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=mXSrviCraT8>

⁶⁰ Planta Agro Industrial INPASA (Distrito de Guajaybi, departamento de San Pedro). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO

El empleo en el campo está referido básicamente a la changa. Es una modalidad de trabajo temporario que se da en cierta etapa del proceso productivo. Los trabajos son temporales e informales, tal y como señalan Riquelme y Vera (2013): **“El pago por una jornada de 8 horas es de 50 mil guaraníes. La changa es una modalidad de empleo característica de la economía campesina; trabajar dos o tres días fuera de la finca para completar la canasta básica de alimentos con productos elaborados y cubrir otras necesidades como educación, vestimenta y salud, entre otros, es una práctica habitual en las comunidades campesinas y se recurre a ella en los momentos críticos del proceso de producción”**.

Existe espacio para un crecimiento en el sector de producción de biocombustibles y el primer punto al que habría que enfocar en este análisis de sustentabilidad en la cadena de valor pasa por el económico, ya que resulta difícil esperar que el sector pueda generar el impacto positivo esperado **en lo social** (con la generación de más actividad económica y la consecuente generación de nuevos puestos de trabajo) y ambiental (con la reducción de emisiones) sin que se consiga hacer aumentar de manera significativa en tamaño a este sector⁶¹

4.11.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Sería de utilidad que las empresas productoras de biodiesel de soja recurran a consumir lo que producen y que ofrezcan los productos a precios subsidiados para los productores y comunidades que los abastecen para así lograr el desarrollo de regiones del país y la posibilidad de incremento de eficiencia de producción, como también de calidad de vida de los contribuyentes.

Es posible formular políticas que afecten a más de un indicador a la vez. Afectaran tanto la variación de precio de la canasta alimentaria como los cambios en ingresos netos la creación de políticas y acuerdos de incidencia regional y a nivel MERCOSUR que congenien la demanda simultánea de aceites vegetales tanto para uso comestible como industrial. *“En este sentido, los precios de los aceites en el mercado internacional deberán reflejar la demanda y oferta de los mismos y no necesariamente el de los países desarrollados”* (CAPPRO, mencionado en Rodríguez Alcalá, 2008). Además, deben existir políticas nacionales que acompañen a toda la cadena de valor, a cada actor, que fomenten el comercio regional para disminuir las trabas existentes en ese ámbito.

4.11.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

La información de los salarios que perciben los trabajadores relacionados a soja y oleaginosas es posible de ser obtenida por entrevistas, a más empresas productoras de materia prima y de productores promovidos, como también a pequeños agricultores y sus asociaciones.

En base a publicaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se podría realizar un proxy con los costos de la producción del rubro soja, calculando así la rentabilidad estimada para el productor (MAG/DGP/UEA, 2013; FAO, 2018).

⁶¹ CAPPRO (Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales) 14 octubre 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO

Referencias

Cubells, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP (Tesis de Postgrado).

DGEEC, 2016. Encuesta permanente de hogares, 2015. DGEEC, Fernando de la Mora.

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay: Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía. Working Paper 70

Guereña, A. y Rojas Villagra, L. 2016. 2016. YVY JÁRA: Los dueños de la tierra en Paraguay. Informe de investigación. OXFAM, Asunción. Disponible en: https://d1tn3vj7xz9fdh.cloudfront.net/s3fs-public/file_attachments/yvy_jara_informe_oxfamenparaguay.pdf

Riquelme, Q.; Vera, E. 2013. La otra cara de la soja: El impacto del agronegocio en la agricultura familiar y la producción de alimentos. Disponible en: http://www.cde.org.py/wp-content/uploads/2014/10/LaOtraCaradelaSoja_2013.pdf

Rodríguez Alcalá, R. 2008. Biocombustibles en el Paraguay como cadenas de valor industrial. Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP).

4.12 Indicador 12: empleos en el sector de la bioenergía

4.12.1 Planteamiento utilizado

Este indicador se da a partir del estudio de la creación neta de empleos en base a la producción y uso de bioenergía. Para detectar estos empleos se consideran los números totales, como también valores desagregados tales como: empleo calificado/no calificado; empleo permanente/temporal; número total de empleos y si cumplen con las normas OTI (FAO, 2018).

Para medir este indicador es necesario obtener datos primarios de las empresas pertinentes que complementen la información disponible en informes.

Esta evaluación rápida toma a consideración el contexto en el cual se desarrolla la industria del biodiesel, considerando de qué manera el contexto político, productivo y bioenergético fomenta la producción de este rubro y por tanto la creación de empleos.

4.12.2 Resultados Clave

Desde el año 2007, el MIC con la Resolución N° 234 establece un régimen obligatorio de mezcla de biodiesel con diésel de origen fósil. Este mandato pondera una evolución progresiva del porcentaje de mezcla, iniciando con 1%, lo que corresponde a la utilización de un litro de biodiesel en 100 litros de diésel. Esto dio origen a sucesivas normativas que a hoy, con el Decreto 3500/2020 rige la mezcla gradual. Esta iniciativa fue acompañada por diversos sectores de interés, en ellos la CAPPRO (FAO, 2011; IICA, 2010) y fomentó la atracción de inversión e investigación en estos rubros por parte de sectores públicos y privados (IICA, 2010). Según REDIEX, existen varios proyectos de inversión de plantas de biodiesel en el país que se encuentran en estudio. Como ejemplo, una de ellas de origen extranjero en Itapúa con una inversión de US\$ 100 millones a partir del procesamiento de aceite de soja y canola, con

el uso de 500.000 hectáreas, una producción de 1.000.000 de toneladas al año y de 220.000.000 de litros anuales (Rodríguez Alcalá, 2008).

Actualmente, existen varios ejemplos vigentes de plantas e industrias de biodiesel como MultiAgro, INDUPALMA, Parque Industrial de Villeta, Agroindustrial La Paloma, INPASA, entre otras; y así también se crean proyectos industriales multipropósitos como el de Frigorífico Guaraní que agrega a su industria de faenamiento y procesamiento de carnes la producción de biodiesel a partir de sus productos remanentes, para aprovechar este potencial⁶². Sin embargo, todavía a pesar de estos incentivos e interés, existe en la actualidad una gran diferencia entre capacidad instalada y producción que cubra la demanda en función al porcentual de mezcla prevista a la fecha.

Los productores de soja, según el último censo agropecuario realizado en el año 2008 ascienden a 27.735, lo cual representa menos del 3% de la Población Económicamente Activa rural (IICA *et al.*, 2009). La caracterización del trabajo en fincas por pequeños productores o campesinos es de "changas": trabajo de dos o tres días fuera de la finca para completar la canasta básica de alimentos con productos elaborados y cubrir otras necesidades como educación, vestimenta y salud, entre otros. La principal característica de este tipo de trabajo es la informalidad. Este se rige normalmente por un simple acuerdo verbal, pero en ocasiones para grandes plantaciones se utilizan a contratistas para intermediar entre empleador y empleado. Para el caso de la soja, el trabajo de changa consiste principalmente en carpidas (eliminación de malezas que perduran luego de la aplicación de herbicidas). Trabajo que sigue consistente ya que **en todas las localidades visitadas existe la pérdida de efectividad del herbicida a base de glifosato**, lo que causa que ya no se eliminen todos las hierbas como antes, dando oportunidad a los pobladores cercanos a estas grandes plantaciones de realizar la limpieza (Riquelme y Vera, 2013).

En aproximadamente dos décadas, se ha visto una disminución de promedio de trabajadores temporales por finca, donde inicialmente eran 10 y luego bajó a 3; fenómeno que tiene directa relación con el proceso de deterioro de la agricultura campesina. Según Riquelme y Vera (2013): *"la pérdida de algunos rubros como el algodón que empleaba mucha mano de obra y la disminución de la producción en general explicarían este fenómeno. Esta baja oferta de empleo es suplida en parte por la agricultura empresarial, pero bajo condiciones laborales mucho más exigentes y bajo peligro de intoxicaciones por la contaminación reinante. Son pocos los que han logrado ingresar como trabajadores/as permanentes en los silos o como operarios de máquinas en las grandes plantaciones"*. Al ser la soja un producción comercial y altamente mecanizada, puede relacionarse este fenómeno a su producción.

Otro dato influyente es que las fincas menores a 50 hectáreas proporcionaron tres veces más trabajo temporal que las fincas mayores a 50 hectáreas (**Tabla 4.13**). A pesar de que las fincas mayores a 50 hectáreas emplean más trabajadores/as por fincas, tanto permanentes como temporales, *"en la sumatoria total las fincas campesinas pequeñas y medianas, se constituyen en la principal fuente de empleos"* (Riquelme y Vera, 2013).

⁶² TribunaPy. "Biodiesel en Paraguay". Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=mXSrvjCraT8>

El empleo generado tanto por el monocultivo de soja como por la ganadería extensiva es ínfimo: aproximadamente un empleo por cada 200 hectáreas. En esa misma superficie pueden asentarse 20 familias, dando empleo al menos a 40 personas. Por tanto, mientras que en cada 1.000 hectáreas de producción empresarial se generan 5 empleos en promedio, en la agricultura familiar en la misma superficie se generan oportunidades laborales para 200 personas (Guereña y Lopez Villagra, 2016).

Tabla 4.13. Asalariados permanentes y temporales por tamaño de las fincas. Fuente: Riquelme y Vera (2013:45)

	Hasta 50 Ha	Más de 50 Ha
Total de fincas con trabajadores/as asalariados/as	79.462	17.342
EN FORMA PERMANENTE	Cantidad de fincas	15.131
	Total trabajadores/as	29.756
	Hombres	25.788
	Mujeres	3.968
	EN FORMA TEMPORAL	Cantidad de fincas
Total trabajadores/as		184.957
Hombres		181.339
Mujeres		3.618

Entrevista realizada, arrojó datos sobre la producción de 4500 ha de soja. En donde se requiere de 13 operadores permanentes si es que se cuenta con maquinaria propia, utilizando 5 cosechadoras, 2 pulverizadoras autopropulsadas y 6 sembradoras. Para manejar toda esta maquinaria se necesitan además 10 a 12 ayudantes, dando un total de entre 23 a 25 personas para la producción de 4500 ha mecanizada⁶³.

En esta entrevista se relevó la importancia de ésta en la creación de empleos en la zona, ya que esta misma reporta ser una empresa nucleada de productores, contando con tres accionistas, pero que compran de todo tipo de productores de la zona. Para que la empresa funcione necesitan unas 20 hectáreas/día como mínimas de soja. Hay un compromiso que los productores realizan para la entrega de sus productos a la empresa, pero los productores también tienen la libertad de vender a otros silos⁶⁴.

La construcción de INPASA empleó a 400 personas a lo largo de un año con 3 meses para su finalización. Actualmente, la empresa ocupa a 100 personas directamente y beneficia a aproximadamente de 400 a 500 personas de forma indirecta. La planta de biodiesel emplea 1 persona por turno de 8 horas, dando un total de 12 personas en operación, involucradas en las distintas etapas y procesos, de la siguiente manera: 6 en producción, 3 en laboratorio y 3 en monitoreo. También existen los puestos de una

⁶³ Planta Agro Industrial INPASA (Distrito de Guajaybi, departamento de San Pedro). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO

⁶⁴ Ibidem

persona comodín y otra como gerente de planta. La baja cantidad de empleados se justifica por el alto nivel de automatización que se tiene en los procesos de producción, que merece la inversión por los altos riesgos que implican los procesos. La mayor parte del proceso es automatizado, a excepción de la limpieza y muestreos en general⁶⁵.

Dentro de la empresa no hay distinción explícita entre operarios calificados y no calificados. Más bien se distinguen por los conocimientos y habilidades previas, y no es un pre-requisito el título universitario. Los tipos de mano de obra que tienen son Operador y Auxiliar de operador. Sin embargo, existe personal calificado con cargo de jefaturas de áreas (ejemplo: área de producción, laboratorio) con títulos universitarios. Los trabajadores son permanentes en su totalidad y perciben salarios fijos. Entre los 12 operarios perciben 5.000 dólares/mes⁶⁶.

El complejo Agroindustrial La Paloma, en sí, emplea un total de 100 empleados. Dentro de ella, reporta que en la zona de extracción se requiere menos operarios que en la zona de preparación, debido riesgo del trabajo implicado; por lo que requieren de tan solo una persona para el trabajo de extracción con los dos tanques de hexano de 45.000 litros cada uno. La mano de obra implica a 60 familias de forma directa, al considerar como media 3 integrantes por familia, se tiene una aproximación de que el efecto llega a 90 personas⁶⁷.

Además, según los cálculos del presidente de la empresa, si se tiene en cuenta, en forma indirecta, pero cercana, a los proveedores de leña, proveedores de soja, a los camioneros que transportan, soja, aceite, biodiesel, etc. se podría llegar fácilmente a 300 familias, que multiplicando por 3, serían unas 900 personas⁶⁸.

Biosinergy Paraguay S.A. es una parte del complejo agroindustrial. Es la planta de biodiesel donde se procesa y elabora el biodiesel y se considera otra empresa independiente a la parte de extracción de aceite. Esta opera 24 horas al día y cuenta con una persona por turno. Cuenta con tres operadores, una persona considerada "comodín" y un gerente de planta. En cuanto a las calificaciones requeridas, los operadores de turno poseen cursos técnicos mientras que el gerente de planta es ingeniero industrial.

4.12.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

De ser posible, ayudaría al proceso de asegurar sustentabilidad en la producción el empezar a emplear métodos y certificaciones de estándares laborales, que aseguren el cumplimiento de parámetros de bioseguridad y de derechos humanos de los empleados, como por ejemplo la SA8000 o la ISO 45000:1 entre otras que buscan un enfoque integral en el cumplimiento de normas en los empleos.

⁶⁵ Planta Agro Industrial INPASA (Distrito de Guajaybí, departamento de San Pedro). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO

⁶⁶ Planta Agro Industrial INPASA (Distrito de Guajaybí, departamento de San Pedro). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO

⁶⁷ Planta Agro Industrial La Paloma S.A. (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

⁶⁸ *Ibidem*

Se sugieren intervenciones de políticas que faciliten el desarrollo de industrias que apoyen a la industria aceitera, considerando a todos los componentes y actores que intervienen a lo largo de toda la cadena de valor del biodiesel de soja. Considerando que estos pueden ir desde intervenciones en transporte e infraestructura, a industria metalúrgica, que muchas veces por carencia de financiamiento no pueden ser producidos competitivamente (Rodríguez Alcalá, 2008).

Implementar política de incentivo para fomentar la recolección de datos en entidades privadas podría ser de gran contribución a la futura creación de políticas basadas en evidencia, ya que estas entidades son las mayores poseedoras de información de las implicancias de la producción de bioenergía. Como la recolección de datos implica un esfuerzo humano y temporal adicional, sería bueno estimularlo de alguna manera y recolectar la información provista en una fuente oficial, disponible para futuros estudios, negociaciones y creación de leyes.

4.12.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Para tratar de conocer la totalidad de trabajos (tanto directos como indirectos) vinculados a la producción de biodiesel de soja, se deberá estimar la cantidad indirecta de trabajos resulta a partir de esta actividad en base a todos los puestos/funciones vinculados a la cadena productiva (Rodríguez Alcalá, 2008).

La utilización de unidades de medición universales dentro del gremio ayudará a determinar y clasificar la información provista por distintas empresas, industrias, gremios y cualquier otra parte involucrada relevante. Como también sugiere el reporte de FAO (2018) sería de utilidad lograr desagregar los datos relacionados con empleo y economía dentro de la información Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos.

Se sugiere tomar muestras y entrevistas de distintas escalas para poder tener un panorama de la situación nacional de producción de biodiesel. Además, sería útil indagar de qué manera la mecanización influye en la producción y cosecha de soja para biodiesel y qué porcentaje de empleos está reemplazando, para luego poder hacer el cálculo de los beneficios u obstaculización de ello.

Referencias

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay: Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía. Working Paper 70

FAO, 2011. Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en el Paraguay. Disponible en: <http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/FAO/Estado%20del%20Arte%20y%20Novedades%20de%20la%20>

Guereña, A. y Rojas Villagra, L. 2016. 2016. YVY JÁRA: Los dueños de la tierra en Paraguay. Informe de investigación. OXFAM, Asunción. Disponible en: https://d1tn3vj7xz9fdh.cloudfront.net/s3fs-public/file_attachments/yvy_jara_informe_oxfamenparaguay.pdf

ICEX. 2021. Omega Green, la planta que Acciona levantará en Paraguay, firma el primer contrato para vender biocombustible. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos->

nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/noticias/omega-green-contrato-new2021869436.html?idPais=PY

IICA. 2010. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiesel. Programa Hemisférico en Agroenergía y Bicomcombustibles Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Riquelme, Q., Vera, E. 2013. La otra cara de la soja: El impacto del agronegocio en la agricultura familiar y la producción de alimentos.

Disponible en: http://www.cde.org.py/wp-content/uploads/2014/10/LaOtraCaradelaSoja_2013.pdf

Rodríguez Alcalá, R. 2008. Biocombustibles en el Paraguay como cadenas de valor industrial. Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP).

4.13 Indicador 16: incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales

4.16.1 Planteamiento utilizado

Debido a que no se encuentran datos oficiales, ni de informes empresariales desagregados sobre esta área, se sugiere plantear recolectar esta información del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social y Ministerio de Industria y Comercio; además de recolectar información pertinente a partir de entrevistas a industrias, empresas y asociaciones del rubro que puedan de alguna manera contribuir a la generación primaria de datos en esta área.

4.16.2 Resultados Clave

La GBEP ha observado que, en los países en vías de desarrollo, el traspaso de la bioenergía tradicional a la bioenergía moderna puede reducir las muertes y las enfermedades provenientes de la contaminación del aire en espacios cerrados, como en los centros urbanos, el uso de biocarburos puede mejorar la calidad del aire (Cubells 2018). A pesar de estos beneficios que se dan por efecto a la incorporación de biocombustibles en el funcionamiento diario de sociedades, se deben considerar los efectos de tal industria producido en los empleados por ella.

En el Capítulo V del Código laboral de Paraguay se establecen los derechos de los trabajadores en el sector agrícola y forestal. En él, se establece que la duración de la jornada laboral está regulada, en donde en ningún caso el trabajador podrá trabajar más de 12 horas diarias. Los trabajadores que residan permanentemente en el establecimiento tienen derecho a una vivienda con servicios de agua potable y luz. Además, según el Artículo 180, el trabajo de los menores en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales, tambos y explotaciones similares podrá realizarse con las limitaciones establecidas en la Sección I, Capítulo II, Título (Rodríguez Alcalá, 2008).

Sin embargo, según la Encuesta de Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes Rural (DGEEC, 2015), el grupo de niños, niñas y adolescentes en situación de trabajo infantil representa el 47,5% del total de niños, niñas y adolescentes del área rural (42,6% del grupo de 5 a 13 años y 58% del grupo de 14 a 17 años). Esto es 384.330 niños, niñas y adolescentes. Dentro del grupo de niños, niñas y adolescentes de entre 5 y 17 años del área rural en trabajo infantil, un 54% está dentro de actividades agrícolas

(Rodríguez Alcalá 2008). Este es un gran factor a considerar, en conjunto con la afectación de niños por uso de bioquímicos para detectar el real número de accidentes y riesgos presente a lo largo de la cadena de valor de la producción de biodiesel de soja.

Como lo menciona el reporte sobre Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay (FAO, 2018) a nivel de las empresas de Paraguay, hay pocos informes o publicaciones relacionadas al indicador. Se puede mencionar el documento de PAICO/FORCERPA/UNIQUE WOOD (2016) que tiene un capítulo de Seguridad en el trabajo. De igual manera se resalta que hay un alto porcentaje de sub-registro sobre accidentes laborales atendidos en asegurados del Instituto de Previsión Social, Paraguay (FAO, 2018).

Debido a la relación de la industria de producción de bioenergía, específicamente la producción de biodiesel a partir de soja, con maquinaria de gran índole y con procesos de refinamiento es de alto riesgo. Paraguay registra unos 1000 accidentes laborales en el año, de los cuales los considerados relevantes al rubro de este estudio, que se atendieron 2.250 casos con 13 casos de muerte (0,6%), siendo la mayoría de estos accidentes atribuidos a la causa "Contactos con equipos y objetos" (51,2%), seguida de "Caídas en general" (23%) y "Accidentes de transporte" (18%). "Reacciones corporales" y "Exposición a sustancias o condiciones ambientales peligrosas" representan cada una un 2% de los casos. Además, cabe resaltar que hay un alto porcentaje de sub-registro" (FAO, 2018).

Según la información recabada en la entrevista⁶⁹ en 4 años no se registraron accidentes en la planta de producción de biodiesel. Confirman que hay mucha seguridad a pesar de que existan riesgos como la continua atmósfera explosiva. Recalcan que se trabaja en la prevención y se realización de simulacros continuamente, como también se cuenta con un riguroso control de brigadas y capacitación.

La Paloma reporta seguir estrictas medidas de seguridad según parámetros europeos. Reporta también que, en el puesto de trabajo de más riesgo, la zona de extracción, cuentan con una sola persona para el manejo de dos tanques de hexano de 45.000 litros cada una⁷⁰.

4.16.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Para este indicador es necesaria la exigencia de cuidados de bioseguridad, control de calidad y condiciones de trabajo, que puedan ser avaladas por certificaciones como la ISO 9001, ISO45001, SA8000 entre tantas otras que existen para velar por el cuidado del ambiente laboral. No solo la certificación es necesaria, sino el seguimiento de protocolos de seguridad y evacuación, lo que ayudará a las industrias a cumplir con las exigencias de seguridad necesarias. También deben de existir protocolos a nivel nacional para asegurar el estándar de infraestructura, de calidad de maquinaria y todos los cuidados adecuados para industrias que elaboren productos que requieran de trabajos de alto riesgo. Sería útil considerar además, los riesgos presentes, para desarrollar planes de contingencia y no solo de respuesta a ellos.

⁶⁹ Planta Industrial INPASA. (Distrito de Guajaybi, departamento de San Pedro). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

⁷⁰ Planta Agro Industrial La Paloma S.A. (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

Las políticas nacionales deben también considerar fortalecer los mecanismos de compensación para los casos en los que se producen accidentes laborales; fortaleciendo el tiempo de respuesta a los incidentes, de apoyo a la rehabilitación y recuperación, como también a la reincorporación y reinserción de las personas al mercado de trabajo. Se debe también considerar los riesgos que ponderan el uso de agroquímicos y sus efectos no solo en la salud de las personas, sino en el medio ambiente circundante. Podrían crearse leyes de uso adecuado de agroquímicos y límites de éstos que aseguren el cuidado que las comunidades y vida natural que rodean las áreas de producción.

4.16.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Debido a la escasez de información y datos relacionados con este indicador, se propone detectar puntos clave a lo largo de la cadena de producción del biodiesel de soja para poder trazar las rutas de la trayectoria del biodiesel desde su inicio hasta el final, considerando todas sus etapas para poder desarrollar una trayectoria integral e incorporar a los distintos actores y los distintos riesgos ponderados a ellos (incidentes, enfermedades y fatalidades) a lo largo de la cadena completa de producción.

Sugerencias de estos puntos clave a tener en cuenta son: puntos de origen de producción (pequeñas, medianas y grandes plantaciones), puntos de acopio si existiesen, lugares o industrias de recepción de materia prima, destinos de expedición y puestos de venta del producto.

Un elemento clave para recabar información sobre este indicador son las visitas en campo para poder observar tanto la infraestructura como las condiciones laborales presentes.

Referencias

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay: Resultados y recomendaciones de la implementación de los indicadores de la Asociación Global de Bioenergía. Working Paper 70

Rodríguez Alcalá, R. 2008. Biocombustibles en el Paraguay como cadenas de valor industrial. Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP)

Zhen, F. 2013. Biofuels - economy, environment and sustainability. INTECH. Disponible en: <https://library.um.edu.mo/ebooks/b28046146.pdf>

PILAR ECONÓMICO

4.14 Indicador 17: Productividad

4.14.1 Planteamiento utilizado

Para poder determinar los valores necesarios para el subindicador 17.1, el cual trata sobre la Productividad, los datos fueron obtenidos a partir de fuentes secundarias; principalmente por la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias (DCEA), dependencia técnica del MAG.

Se realizó la obtención de algunos datos del presente indicador a través de cuestionarios y encuestas confeccionados para ser utilizados durante las visitas técnicas a empresas dedicadas a la transformación del aceite de soja a biodiesel.

También fueron consideradas informaciones y datos de informantes claves de industrias que producen biodiesel, a partir de aceite de soja.

Para la medición de los subindicadores; 17.2 que se refiere a las eficiencias de procesamiento por tecnología y materias primas; el 17.3 que cuantifica la cantidad de bioenergía producto final por masa, volumen o contenido energético por hectárea/año y; el 17.4 que busca obtener el costo de producción por unidad de bioenergía, se procedió a la revisión de literatura y realización de estimaciones, mediante datos obtenidos de las visitas técnicas a empresas productoras de biodiesel.

4.14.2 Resultados clave

Productividad de materias primas de bioenergía por materia prima o por finca/plantación

Según datos del MAG, del año 2020, la Superficie cosechada de Soja alcanzo las **3.631.000** hectáreas, con una producción de 11.024.460 toneladas, obteniéndose así un rendimiento de **3.036** Kg/ha, el cual tuvo un aumento del 27% respecto a la zafra 2018/2019. Invernizzi (2019) manifestó que por varios años los rendimientos promedios (hasta la zafra 2015/2016) estuvieron en torno a los 2.500 Kg/ha.

Según estimaciones realizadas durante el proceso de estructuración de la cadena de valor, la superficie cosechada anual de soja en el país, tomando como año base el 2005, ha tenido una tendencia de incrementos anuales crecientes y regulares llegando al 2020 con un aumento mayor al **84%**, esto nos da un incremento promedio de superficie de unos **5.6%** anuales. Así mismo la productividad (2005 al 2020), mostró un aumento constante del **174%**, teniéndose así un crecimiento anual promedio del **12%**.

Eficiencias de procesamiento por tecnología y materias primas

En el trabajo realizado por Cubelles, en el año 2018, utilizando la metodología GBEP, el mismo obtuvo un valor de energético de **7,197.39 MJ/t de granos de Soja**, los cuales, si tenemos en cuenta el rendimiento de los granos cosechados, (3.036 kg/ha) tenemos como resultado un contenido energético de aproximadamente **21.850 MJ por hectárea de soja cosechada** y utilizada para la producción de aceite y su posterior utilización como materia prima para la elaboración de biodiesel.

Cantidad de bioenergía producto final por masa, volumen o contenido energético por hectárea/año

Para el indicador 17.3 se obtuvo un valor promedio de **600 Litros de aceite por hectárea de soja cosechada**, este valor obtenido corresponde a datos proveídos mediante la realización de una visita técnica a una empresa Agroindustrial dedicada a la producción de biodiesel a partir de aceite de soja (Agroindustrial la paloma).

Costo de producción por bioenergía

Según el resultado obtenido por Cubelles (2018) el costo de producción por unidad de bioenergía (biodiesel a partir de aceite de soja) oscila entre los **0.0274 - 0.0302 USD/MJ**. Según Invernizzi (2019) los

mayores costos de producción de la materia prima para el cultivo de soja, se tienen en la **compra de insumos técnicos** (semillas, defensivos agrícolas y fertilizantes)

4.14.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Durante la visita realizada a la planta Agroindustrial la Paloma, los directivos comentaron que el Paraguay posee un alto potencial para poder industrializar el grano de soja evitándose así su exportación como tal. Una de las alternativas, además, sería la utilización del excedente de aceite de soja, pudiéndolo transformar en biodiesel y así generar mayores oportunidades laborales a los compatriotas.

4.14.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se recomienda realizar un estudio más detallado y con valores actualizados del presente del indicador en cuestión, como así también de todos sus subindicadores

Diseñar políticas de incentivos a la producción de granos de soja cuya finalidad netamente sea la de su transformación a biodiesel.

Realizar estudios profundos sobre la cantidad de divisas que se podrían ahorrar, además del impacto positivo de la generación de fuente de trabajos directos e indirectos, por el fomento de la generación de un biocombustible a partir de la mencionada oleaginoso.

Se podría analizar (mediante estudios técnicos, económicos y ambientales) cómo aumentar el rendimiento de los niveles de cosecha del cultivo de soja, por ejemplo, la aplicación de paquetes tecnológicos adecuados y eficientes. Además de definir pasos a seguir para la adecuación de tecnologías que puedan mejorar la eficiencia en el procesamiento agroindustrial nacional.

Bibliografía

Cubells Gugiari, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

Invernizzi R., A; Enciso C., V.; León, M. 2019. Análise da cadeia de valor da soja do Paraguai e seus derivados. 57° Congreso SOBER, Agricultura, alimentacao e desenvolvimento. 21 al 25 de julio de 2019, UESC. 17p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, 2020. Síntesis Estadísticas, Año Agrícola 2019/2020. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20ESTADISTICAS%202019-2020.pdf>

4.15 Indicador 18. Balance Neto de energía

4.15.1 Planteamiento del problema

Para poder realizar la obtención de datos referentes este indicador y los sub indicadores, se utilizaron fuentes secundarias. Además, algunos datos fueron proporcionados mediante el uso de cuestionarios, los cuales fueron utilizados durante las visitas realizadas a plantas productoras de biodiesel.

En este indicador se describen los **ratios** de energía de la cadena de valor del biodiesel a partir del aceite de soja, a partir de: Balance energético de la producción de materias primas (18.1); procesamiento de la materia prima para la obtención del biodiesel (18.2); uso del biocombustible (mezcla o puro – 18.3); y del análisis del ciclo de vida (18.4).

4.15.2 Resultados clave

Balance energético de la producción de materias primas

La siembra del cultivo de soja se realiza en básicamente en dos formas de manejo del suelo: el sistema de cultivo convencional (SCC) y sistema de siembra directa (SSD). El sistema de siembra directa (sin laboreo de suelo) constituye el 90% de las áreas de producción de soja. (Cubilla et al., 2012).

Trabajos realizados por el INTA (2009) muestran que el consumo del combustible diésel se reduce en gran proporción con el uso del sistema de siembra directa, en el caso de la Soja realizada con laboreo convencional (remoción del suelo) se tuvieron durante la zafra consumos promedios de **33,1 L/ha**, mientras que utilizando el sistema de siembra directa el consumo se redujo a unos **17,1 L/ha**. Tomando en consideración esta referencia, en el Paraguay para el último año 2020, se podría tener un consumo estimado de diésel de unos **55.880.000** litros en el SSD y de aproximadamente **12.018.000** litros en SCC.

En total el consumo de combustible diésel para la siembra de soja, en ambos sistemas daría un total de **67.898.000** litros. Si no se utilizara el SSD el consumo de diésel podría llegar a valores cercanos de **119.491.000** litros de diésel durante la zafra 2020 de soja.

De acuerdo a los observado en las visitas realizadas, el biodiesel resultante del aceite de soja luego del proceso de transesterificación tiene un % de obtención del **87 al 90**, mientras que el glicerol obtenido, como sub producto del proceso, está en el orden de los **13 a 10%**. La relación de aceite de soja y biodiesel es de **1:1**, o sea, por cada litro de aceite de soja se obtiene prácticamente un litro de biodiesel.

La cantidad de biomasa forestal (eucalipto) que se utiliza aproximadamente para producir **una tonelada de biodiesel es de unos 50 Kilogramos**. Teniendo en cuenta un rendimiento de 3.036 Kg/ha se pueden obtener valores aproximados de **600 litros de biodiesel por hectárea**.

Según Cubelles (2018) para el Sub indicador 18.1 la producción de soja proporcionó un ratio de **6.07**, es decir la energía contenida en la materia prima es 6.07 veces mayor al consumo de energía total. El mismo, justifica este valor obtenido a la alta mecanización y al excelente rendimiento por superficie.

Procesamiento de la materia prima para la obtención del biodiesel

Durante la visita técnica⁷¹, se pudieron identificar etapas del procesamiento de la producción del biodiesel, las cuales serían 3. Primeramente, la etapa de entrada; en la cual el aceite neutro es depositado en tanques del almacenamiento. La segunda etapa; la del proceso, donde se produce la reacción de la transesterificación, (reacción del aceite con el metóxido) que sería donde se obtiene el

⁷¹ Planta Industrial Biosinergy Paraguay S.A. (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

biodiesel y el glicerol, y la última etapa; la de salida, donde se almacenan en tanques especiales el biodiesel y, por otro lado, en un tanque de espera el glicerol.

Según Invernizzi (2018) la industrialización del grano de soja consiste en la conversión de la materia prima en tres productos básicos, que son; el aceite de soja desgomado, la harina de soja y la cascarilla de soja. Paraguay cuenta con **siete plantas industriales principales**, con una capacidad instalada de aproximadamente **14.300 toneladas de soja al día**.

El INTA (2009) toma como base energética el uso de **2 litros de diésel por cada tonelada de granos de soja transportados**, para el caso del flete de corta distancia, que sería desde el campo del productor hasta la planta de acopio. Teniendo en cuenta el resultado citado anteriormente, asigna (INTA) a esta etapa un consumo de 0,07 MJ/Kg de grano.

Para el procesamiento de materia prima, (sub-indicador 18.2) para la obtención del biodiesel a partir del aceite soja, Cubelles (2018) obtuvo los siguientes resultados;

Para el proceso de Extracción de aceite por solvente se obtuvo un valor de 29.52 MJ/kg de biodiesel y una relación de 4.38.

Mientras que el proceso de Transesterificación se obtuvo un valor de 33.20 MJ/kg de biodiesel y una relación de 9.30.

En cuanto a la distribución del mismo se obtuvo un valor de 1.91 MJ/kg de biodiesel para el transporte a lo largo de toda la cadena desde la producción de aceite a los principales centros de distribución.

Uso del biocombustible (mezcla o puro)

Según datos recolectados de la entrevista a la Planta Biosinergy⁷², hoy en día el nivel de mezcla entre el biodiesel y el diésel **no supera el 2%**, los valores máximos mezcla que estima que se llega actualmente rondan de 1,5 a 1,69 %. Datos del **MIC (2021)** Para el 2021 en curso, la mezcla de biodiesel con el gasoil es del **1,45%**.

En reuniones de trabajo, realizadas durante la elaboración del trabajo, varios actores comentaron que actualmente no se llegan a los valores de mezclas fijadas en las regulaciones, esto se debe principalmente al precio que hoy se tiene del biodiesel.

Mencionaron además que el gobierno debería de adoptar políticas que beneficien a la industria del citado biocombustible, por las oportunidades de desarrollo que pueden generar el aumento de producción del biodiesel

Según datos proporcionados por el MIC (2021) La capacidad instalada total es de **139.439.600 litros/año de producción de biodiesel en el país**. De esta capacidad instalada, INPASA tiene una potencialidad productiva del 52%, siendo la empresa de mayor volumen de capacidad de producción, aunque casi la totalidad producida es a partir de aceite de maíz.

⁷² Planta Biosinergy Paraguay S.A. (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

Análisis del ciclo de vida

En estudio realizado por Cubelles (2018) en el análisis del ciclo de vida se obtuvo un balance energético neto de 57.02 MJ/kg de biodiesel y una relación de 3.1

4.15.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Se podrían reducir las distancias a las terminales donde se realizan las mezclas, las cuales pueden ser realizadas en los propios surtidores, en el caso que se realizasen, así también, los entes encargados de control, deberían de realizar auditorías para comprobar que se cumplan con lo establecido por ley (mezcla obligatoria).

Además, en el momento de la venta del combustible diésel, ya mezclado al % fijado, el consumidor pueda tener conocimiento que materia prima se utilizó para la obtención del biodiesel con el que fue mezclado el diésel.

4.15.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se Sugiere realizar cálculos detallados, del presente indicador, para poder obtener resultados teniendo en cuenta las variables actuales.

Bibliografía

Cubells Gugiari, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

Cubilla Andrada, M.M.; Wendling, A; Eltz, F.L.F.; Telmo J.C.; Amado J. M. 2012. Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el Sistema de siembra directa en Paraguay. Disponible en línea: <http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2011/06/LIBRO-Recomendaciones-de-Fertilizacion-para-Paraguay-Martin.pdf> (Consultado agosto de 2021).

INTA. 2009. Balance energético de la producción de biodiesel a partir de soja en la República Argentina. INTA, Argentina, 20p.

Invernizzi R., A; Enciso C., V.; León, M. 2019. Análise da cadeia de valor da soja do Paraguai e seus derivados. 57° Congreso SOBER, Agricultura, alimentazao e desenvolvimento. 21 al 25 de julio de 2019, UESC. 17p.

Ministerio de Industria y Comercio. 2021. Resumen mensual de ventas de biodiesel (en litros) por productor. Dirección de Combustibles Alternativos y Renovables, MIC. s/p.

4.16 Indicador 19. Valor Agregado Bruto

4.16.1 Planteamiento Utilizado

Para el desarrollo del presente indicador se realizó la recolección de datos a través de fuentes primarias y secundarias, entrevistas con representantes o actores claves del sector, así como la realización de visitas técnicas a distintas industrias referentes a la cadena de valor del biodiesel.

4.16.2 Resultados Clave

Los **datos recolectados** referentes al Valor agregado bruto fueron escasos, razón por la cual la realización del presente indicador no se pudo concretar. Solo se obtuvieron algunos datos a partir de fuentes secundarias.

En el trabajo realizado por Cubelles 2018, el mismo, había comentado que obtuvo escasa información para la realización del presente indicador. Un resultado que es interesante resaltar fue el valor por unidad de bioenergía producida; en la cual, la producción de materia prima posee el mayor porcentaje del total, teniendo participación de más del **70%**.

La producción de soja paraguaya tiene como destino principal el mercado externo. La exportación de grano de zona se ha mantenido constante alrededor del **70% hasta la entrada en funcionamiento** de las grandes procesadoras en el 2013 (Invernizzi, 2019).

El costo medio de una hectárea de soja fue de **611 \$/ha**. Mientras que el precio medio recibido por los agricultores por cada tonelada de soja en finca fue de **371\$/t**. (Invernizzi, 2019)

Teniendo en cuenta estos datos y utilizando como base un rendimiento **3.147 Kg/ha** (zafra 2017/2018). Nos daría un ingreso bruto de **1.167,5\$/h**. Por último, descontando el costo medio, quedaría como Ingreso neto por hectárea de **556,5 \$/ha**

4.16.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Se debería realizar un estudio más exhaustivo de cada etapa de la cadena de producción del biodiesel dentro del Paraguay, saber realmente cómo se maneja el mercado dentro de cada eslabón de la cadena productiva. Sería conveniente sistematizar y formalizar los datos que tengan relación con este indicador.

Además, se debería realizar el estudio teniendo en cuenta que el aceite de soja es un producto que no es el principal en la cadena productiva, siendo así la **harina de soja el producto principal** en la industrialización de la oleaginosa.

Dada la gran importancia de la industrialización de los granos de soja y de la creciente importancia del sector de la bioenergía en Paraguay, sería sumamente importante que en el futuro se dispongan de datos de cada eslabón de la cadena de valor y productiva del biodiesel a partir de aceite de soja.

4.16.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se sugiere la realización de un estudio más detallado de todos los factores que afectan a los eslabones de la cadena productiva. El estudio se podría realizar concretando alianzas estratégicas entre actores claves del sector, tanto del privado como del público.

Sería además interesante analizar el aporte que realiza el glicerol (sub producto de la generación del biodiesel) como fuente energética en ciertos procesos productivos.

Referencias

Cubells Gugiar, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

Invernizzi R., A; Enciso C., V.; León, M. 2019. Análise da cadeia de valor da soja do Paraguai e seus derivados. 57° Congreso SOBER, Agricultura, alimentazao e desenvolvimento. 21 al 25 de julio de 2019, UESC. 17p

4.17 Indicador 20. Cambio en el consumo de combustibles y en el uso tradicional de biomasa

4.17.1 Planteamiento Utilizado

Para la obtención de información del indicador se utilizaron datos secundarios e información obtenida durante la visita técnica a una planta de biodiesel a partir de aceite de soja.

4.17.2 Resultados Clave

Según Cubelles (2018) en su investigación realizada concluyo que para el biodiesel el NER (Ratio Neto de Energía) obtenido fue de **3.44**, lo que **significa que por cada 3.44 MJ de biodiesel, 1 MJ proviene de combustibles fósiles**. En su trabajo de investigación mediante cálculos a partir del NER, se obtuvo como resultado que **durante el año 2013 al 2017** la energía sustituida por el uso del biodiesel fue de aproximadamente **679.000.000 de MJ**, las cuales generaron un ahorro de divisas cercana a **8.400.000 USD** en el citado periodo.

La mezcla del biodiesel se realiza con el Gasoil derivado del petróleo, en este caso es el Gasoil Tipo III. Este es un combustible necesario y como no se produce en el país debe ser importado. Razón por la cual es de suma importancia mencionar que cada MJ de energía proporcionada por el biodiesel, es dejado de importar un MJ de energía, cuyo origen es del tipo fósil.

Según datos recabados en la visita a la Planta Agroindustrial La Paloma⁷³, ellos estiman que los emblemados que compran biodiesel del mismo logran un promedio de mezclas de **1.69%**. Número un poco lejano al acordado por ley (**5%**). Comentaron, además, que el biodiesel, mayormente (valores superiores al 90%) se utiliza como combustible (en forma pura o mezcla) y el resto como Metil-éster para uso como agroquímico, especialmente adherente para herbicidas, insecticidas y desecantes en general

4.17.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Es de suma importancia el desarrollo de políticas y estrategias que incentiven la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles nacionales, en este caso en particular el biodiesel. Además, se

⁷³ Planta Industrial La Paloma S.A., Grupo Ricardi (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

debería estudiar una alternativa de eliminar la carga impositiva que cae sobre el biodiesel, esta eliminación podría fomentar la producción y aumentar su utilización tanto puro como en la mezcla.

4.17.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se sugiere realizar un estudio a profundidad del indicador en cuestión. Además de asegurar informes periódicos sobre la producción y utilización del biodiesel, a partir de cada tipo de materia prima elaborada.

Realizar estudios sobre el impacto que podría tener la eliminación de la carga impositiva al biodiesel, en especial el que se obtiene a partir del aceite de soja. La importancia radica en que el aceite, que gran parte se exporta como tal, al ser transformado a biodiesel se podría generar fuentes de empleo y obtendríamos ahorro de divisas al reducir la importación de combustible diésel, de origen fósil

Referencias

Cubells Gugiari, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

4.18 Indicador 21: Formación y recalificación de los trabajadores

4.18.1 Planteamiento Utilizado

El presente indicador tuvo como objetivo la determinación de aptitudes, capacitación y las calificaciones de los trabajadores en el sector bioenergético. Para la obtención de información fueron realizadas consultas a una empresa dedicada al sector bioenergético. Además, se realizaron búsquedas en diferentes literaturas sobre el tema en específico.

4.18.2 Resultados Clave

Resultados obtenidos durante la entrevista realizada al encargado de la planta de biodiesel del complejo Agroindustrial La Paloma⁷⁴, fueron que a los operarios se les entrenan impartiendo cursos referentes a los procesos, **el hecho de no contar con un título universitario no limita a que los operarios puedan trabajar en la planta, valoran el hecho que las personas tengan iniciativa y ganas de aprender.** Informaciones referentes al presente indicador no fueron encontradas en literaturas consultadas específicamente al sector bioenergético.

No fueron encontradas informaciones secundarias respecto a este indicador.

4.18.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Realizar una cuantificación de personas vinculadas al sector bioenergético, además de la cuantificación se podría realizar un sondeo sobre las capacidades y aptitudes. Desarrollo de políticas públicas que prioricen el fortalecimiento de capacidades del sector agroindustrial, enfocados en procesos de

⁷⁴ Planta Industrial La Paloma S.A., Grupo Ricardi (Distrito de La Paloma, departamento de Canindeyú). Visita de observación y entrevista realizada en julio de 2021, CEAMSO.

producción de biocombustibles. Además, se podrían realizar capacitaciones, a nivel país, de las posibles capacidades que se priorizan en las industrias dedicadas a la generación de biodiesel.

4.18.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se sugiere realizar un análisis más exhaustivo del indicador, tanto de organizaciones públicas como privadas.

4.19 Indicador 22: Diversidad energética

4.19.1 Planteamiento Utilizado

Para la realización del indicador 22 se procedió la utilización de fuentes secundarias. Se describe a continuación la metodología realizada por Cubelles (2018). Los datos utilizados por este autor para la realización del cálculo del Índice de Herfindahl, estable una muestra sobre la diversidad energética y el rol de la bioenergía en la seguridad energética y la cantidad de MJ anuales de bioenergía en el suministro total de energía primaria. Los mismos fueron generados mediante estadísticas de datos oficiales (año 2018) de ventas de biodiesel, ventas de etanol, además de datos del Sistema de información energética Nacional e informaciones del Ministerio de Industria y comercio.

4.19.2 Resultados Clave

En Resultados obtenidos, por mismo autor, vale la pena resaltar que la diversidad y seguridad del suministro de energía en Paraguay es positivo. La Oferta Total de Energía Primaria obtenida para el Biodiesel fue de 328.587.366 MJ/año. El mayor valor obtenido fue establecido por la utilización de la Hidroenergía el cual fue de 82.277.013.410 MJ/año.

4.19.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Sería ideal dar apoyo, en especial gubernamental, al estudio de la contribución que podría tener el uso del biodiesel a una escala mayor. Dicho estudio podría abarcar el beneficio que tendrían los productores de materia prima, así como las industrias que transformarían la misma a biodiesel.

4.19.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se podría realizar estudio más detallado de este indicador para diversificar la matriz energética de los que podría generar el uso masivo del biodiesel a partir de materia prima nacional.

Referencias

Cubells Gugiari, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

4.20 Indicador 23: Infraestructura y logística para la distribución de biocombustibles

4.20.1 Planteamiento Utilizado

Para el presente indicador se realizó la presentación de la metodología establecida por Cubelles (2018). Su análisis se basó en la centralización de las vías internas y la capacidad del país. Además, se pudieron obtener otros datos interesantes para el indicador mediante la revisión de otras fuentes secundarias

4.20.2 Resultados Clave

No se pudo realizar la medición de todos los componentes del presente indicador. Los datos que fueron utilizados por el autor referido arriba, fueron proveídos por el IICA, MOPC, MIC y CAPECO.

Lo que se pudo observar como resultado parcial fue que en Paraguay la infraestructura de transporte está relativamente en condiciones, a excepción de los caminos cercanos a las cosechas de soja ya que son de tierra en caso de condiciones climáticas adversas pueden reducir su nivel de operatividad.

Según datos obtenidos por Invernizzi (2019) en Paraguay existen aproximadamente 700 acopios distribuidos en nueve departamentos. La Mayoría de los mismos (90%) son destinados a los granos de soja y de maíz. Cada acopio tiene en promedio una capacidad de almacenamiento de 17.000 toneladas. En el 2018 se tenía una capacidad estática de 11,5 millones de toneladas. Las empresas de mayor capacidad estática en Paraguay son en su mayoría empresas que cuentan con industrias procesadoras de soja.

En el trabajo realizado por la FAO (2018) para el caso del transporte de maíz (para producción de etanol) él mismo es transportado desde los campos a los silos a una distancia aproximada de 80 kilómetros. Posteriormente las distancias recorridas entre los silos y las plantas de etanol son muy variables, con rango aproximado entre 50 y 300 kilómetros. Además, se puede establecer, como un dato interesante, que cada camión consume alrededor de 30 litros por cada 100 km de diésel con la cisterna vacía y 45 litros de diésel por cada 100 km con la cisterna llena.

El INTA (2009) toma como base el uso de 2 litros de diésel por cada tonelada de granos de soja transportados, para el caso del flete de corta distancia, que sería desde el campo del productor hasta la planta de acopio.

Para el caso del biodiesel no se tiene valores específicos de las distancias. El transporte del biodiesel se efectúa desde la planta de producción hasta la planta de mezcla, almacenaje y despacho a través de camiones cisternas de 30.000 litros⁷⁵.

⁷⁵ BIOCAP (Cámara de Biodiesel del Paraguay) 27 jul. 2021. Información sobre biodiesel de soja en Paraguay (correo electrónico). Asunción, Paraguay, CEAMSO.

4.20.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

Sería ideal que las rutas nacionales y ramales sean transitables a todo tiempo y que las mismas se encuentren en condiciones. Se podría estudiar la posibilidad de aumentar el volumen de los camiones cisternas (siempre que no excedan con el peso establecido por ley).

4.20.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se sugiere realizar un estudio detallado de las principales vías de circulación de los camiones que transportan tanto la materia prima como el producto elaborado (biodiesel). La investigación a profundidad de este indicador se podría realizar en una mesa de trabajo que conjuguen tanto miembros del sector público como del sector privado.

Referencias

Cubells Gugiari, M. 2018. Construyendo capacidad para el aumento de la sustentabilidad de la bioenergía en el Paraguay a través del uso de los indicadores GBEP. (Tesis de Postgrado, Resumen ejecutivo), UCA. 24p.

FAO. 2018. Sostenibilidad de la biomasa forestal para energía y del etanol de maíz y caña de azúcar en Paraguay. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación

INTA. 2009. Balance energético de la producción de biodiesel a partir de soja en la República Argentina. INTA, Argentina, 20p.

Invernizzi R., A; Enciso C., V.; León, M. 2019. Análise da cadeia de valor da soja do Paraguai e seus derivados. 57° Congreso SOBER, Agricultura, alimentacao e desenvolvimento. 21 al 25 de julio de 2019, UESC. 17p.

4.21 Indicador 24: Capacidad y flexibilidad de uso de la bioenergía

4.21.1 Planteamiento Utilizado

Para la determinación del presente indicador se realizaron búsqueda de informaciones y datos oficiales del consumo anual de combustibles y datos referentes a vehículos que podrían utilizar sin modificaciones cantidades menores al 5% de mezcla del biodiesel con el diésel de origen fósil.

4.21.2 Resultados Clave

Según datos del MIC (2021) el consumo de diésel en Paraguay en el año 2020 llego a los 1.392.997.564 litros, valor inferior en relación a los 3 años anteriores (2017 al 2019). El volumen inferior pudo deberse a la Pandemia mundial del COVID – 19. En 2020, el nivel de % de la mezcla alcanzo el **2,04%**, el cual fue el valor más alto desde el año 2015. Según datos del MIC el % de mezcla hasta el mes de julio, del año en curso, alcanzó al 1,45%.

El Ministro del Ministerio de Industria y Comercio, Arq. Luis Villalba, expuso que todos los **motores diésel actuales pueden tolerar sin ningún tipo de problemas hasta un 10% de mezcla** de biodiesel en el diésel⁷⁶.

El índice de capacidad (**subindicador 24.1**) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de capacidad de bioenergía} = \text{Uso de bioenergía} / \text{Capacidad de bioenergía}$$

Para el biodiesel, la capacidad de bioenergía es del 10% de mezcla y el uso real de bioenergía en 2020 fue de 2.04%, por lo tanto, **la relación de capacidad es de aproximadamente 20%**.

4.21.3 Recomendaciones sobre las prácticas y políticas para mejorar la sustentabilidad

El hecho que se tenga una Ley de Fomento a los biocombustibles resulta de suma importancia en relación al impacto positivo que tienen las mezclas a los combustibles de origen fósil, más aún que el Paraguay se importa el 100% del mismo. Por otro lado, existe problemas en las condiciones del mercado actual del biodiesel, lo crea cierta incertidumbre en la producción del mismo. Se recomienda de crear políticas que aseguren y promuevan la producción sustentable del biodiesel en toda la República del Paraguay.

Se podría estudiar el uso del 100% de biodiesel en ciertos sistemas de transportes, en especial los que se utilizan en centros urbanos, obteniéndose así beneficios en la reducción de contaminantes en el aire que normalmente emite la quema del diésel convencional.

4.21.4 Sugerencias para la medición del indicador en el futuro

Se debería de realizar un estudio más exhaustivo del indicador 24, el cual no posee mucha información para poder ser abordado de una manera eficiente.

Referencias

Ministerio de Industria y Comercio. 2021. Resumen mensual de ventas de biodiesel (en litros) por productor. Dirección de Combustibles Alternativos y Renovables, MIC. s/p.

⁷⁶ https://www.lanacion.com.py/negocios_edicion_impresa/2019/03/17/rechazan-el-proyecto-de-ley-para-subir-la-mezcla-del-biodiesel/

5. Conclusiones y orientaciones para la toma de decisión

El estudio evalúa de forma preliminar la sostenibilidad del biodiesel de soja como bioenergía sustituta a la de combustibles fósiles. Con ello, se pretende promover desde la producción de materia prima, en este caso de la soja, que sea sostenible y viable desde el punto de vista ambiental, económico y social.

La recopilación de datos secundarios y el apoyo de las partes interesadas clave en el sector que han proporcionado opiniones de expertos y datos primarios, permite realizar comentarios claros sobre los aspectos críticos de la cadena de valor para ser investigados más a fondo y considerados en futuras políticas.

Debido al corto tiempo estipulado, a escasos datos existentes en el país y a los recursos limitados disponibles, en muchos casos, no fue posible **medir a profundidad** los indicadores utilizando la metodología prescrita por la GBEP. Por tanto, todas las conclusiones relacionadas con la sostenibilidad de la cadena de valor son preliminares e indican áreas críticas en las que se amerita una mayor investigación.

Aspectos críticos por la sostenibilidad

Los datos señalan que **gran porcentaje de soja se exporta** en forma de granos (63.5%) debido al alto precio internacional, o como aceite de soja como un subproducto complementario a la harina de soja. El aceite de soja que se requiere para cubrir la demanda local es sumamente ínfimo, más aún que no se alcanzan los porcentajes de mezcla previstos legalmente (el Decreto 3500/2020 establece una mezcla del biodiesel con el gasoil derivado del petróleo por lo menos al 3% por el año 2020, 4% por el año 2021 y 5% por el año 2022), considerando también que, en el caso de los biocombustibles, la Ley N° 6389/2019 establece (Art. 9) que en ningún caso se permite su importación. Actualmente, la demanda prácticamente ya se cubre con algún remanente de las grandes procesadoras de granos y oleaginosas instaladas en el país con las cuales también se debería abogar por un trabajo coordinado.

Desde el punto de vista económico, la producción actual de biodiesel a partir de soja está en un momento muy crítico debido al **alto precio del aceite de soja** que tiene una alta demanda y múltiples usos competitivos. Si bien las políticas nacionales están tratando de fomentar el uso de biodiesel aumentando el porcentual de mezcla obligatoria, en la práctica, el sobre costo resultante de la mezcla del biodiesel no se ha traspasado al público consumidor, siendo éste el motivo principal atribuible a que no se haya podido alcanzar aún el porcentual de mezcla que establece el Decreto 3500/2020. Esto significa que la empresa mezcladora no puede cumplir con este requisito debido al alto precio de la materia prima y cubrir el **alto precio de costo del biodiesel**. El precio estimado de venta del biodiesel es de 10.000 guaraníes/litro. Debido al elevado precio establecido, el gobierno de Paraguay creó un fondo temporario para apoyar la industria del biodiesel, en un esfuerzo para alentar la compra de biodiesel de los productores locales.

En la actualidad, muchas Micro, Pequeñas y Medianas empresas (Mipymes) cuyas plantas productoras de biodiesel **están paradas** por el elevado precio de costo de la materia prima y se desaprovecha el potencial productivo. Los costos oscilan conforme rige la cadena de valor macro, razón por la cual están supeditados a las fluctuaciones del precio de mercado. Por tanto, se puede afirmar, tomando en

consideración este aspecto, que en este momento, **la producción de biodiesel a partir de soja no es sostenible** y para subsanar se requieren políticas adecuadas e investigación de modelos de cadena de valor que emplean a otras materias primas. Es necesario apuntar a una estrategia de escalamiento. Para ello, aprovechar el potencial productivo de las industrias procesadoras de biodiesel disponibles con miras al mercado local e internacional y una **política de precios**, pueden ayudar al despegue del biodiesel en el país.

Por lo anterior, **la viabilidad económica del biodiesel está muy comprometida**; por lo que los esfuerzos colectivos pueden ayudar, pero faltan mecanismos adecuados dentro de la política nacional de biocombustible, que vea toda la cadena de valor y donde los beneficios se repartan en los distintos actores participantes. Para la sostenibilidad del biodiesel en Paraguay, es urgente trabajar sobre una legislación orientada a **adecuaciones tributarias** que permitan dar mayor ventaja al biodiesel en relación a mejorar el precio de producción.

Desde el **punto de vista ambiental**, en comparación con la alternativa de combustibles fósiles, el análisis inicial sugiere que el biodiesel de la soja tiene **menores emisiones de GEI** durante el ciclo de vida. Sin embargo, en la producción primaria, el uso de biomasa como combustible para el secado de granos de soja es una fuente, aunque indirecta, de generación de gases a considerar en la cadena de valor del biodiesel de soja y que sería bueno la búsqueda de mejores prácticas de secado de granos.

De forma indirecta, considerando que el biodiesel se obtiene de la materia prima soja, actualmente es discutible el modelo productivo, que a pesar de los esfuerzos en la incorporación de prácticas menos agresivas como el SSD, aún se generan impactos en el cambio de uso de la Tierra, la calidad del suelo, del agua y en la biodiversidad, bases fundamentales del equilibrio ecosistémico en el mundo rural, situación muy fuertemente vinculada con la crisis climática regional y global.

Sin embargo, estos impactos además de ser indirectos, son también moderados al considerar que la producción de biodiesel es de una cantidad ínfima. Por tanto, la proyección de incremento gradual de mezcla, aumentarían estos impactos indirectos, que, al tratarse de la cadena de valor del biodiesel, requiere una consideración cuidadosa y políticas nacionales para estimular prácticas más sostenibles.

En otro sentido, las tierras para la producción de soja en general son de propietarios individuales y de empresas extranjeras con vínculos de dependencias con empresas multinacionales. El 90% de la tierra está en manos de 12.000 grandes propietarios, mientras que el restante 10% se reparte entre 280.000 pequeños y medianos productores; además, apenas 32 empresas de capital extranjero se hicieron con el 40% del territorio paraguayo (más de 16 millones de hectáreas).

Entonces, el monopolio de la superficie terrestre es fuerte e **impactos sociales** potencialmente altos.

De lo anterior señalado, se puede sintetizar algunas fortalezas y debilidades que hacen a la sostenibilidad del biodiesel en el Paraguay.

Fortalezas que dan soporte al sector de biodiesel de soja

Marco de política, legal e institucional:

- El país declaró de interés nacional la producción industrial y de su materia prima agropecuaria y el uso de biocombustibles
- Marco legal dinámico desde la promulgación de la Ley de fomento de biocombustibles
- No hay importación de biodiesel para alentar la producción nacional
- Se estableció la obligatoriedad de la mezcla e incremento gradual anual hasta el 2023
- Existe capacidad instalada en la industria nacional para la producción de biodiesel
- Existen espacios y mecanismos de articulación entre varios sectores
- Existen Cámaras de productores de biodiesel y de otros sectores de la cadena de valor
- Existe avance en las Normas Técnicas de calidad

Mercado de biodiesel:

- Capacidad instalada de producción industrial de biodiesel en el país es de **139.439.600 litros/año**
- Hay demanda de gasoil Tipo III para la mezcla de biodiesel
- La demanda anual acumulada de biodiesel en el país va en aumento

Sostenibilidad:

- Valor ambiental positivo frente al uso de combustibles fósiles en términos de emisiones de GEI
- Se fomenta el empleo verde para la estadística y posicionamiento país
- Disponibilidad de materia prima (soja)

Debilidades que requieren superar para el despegue del biodiesel de soja en Paraguay

Marco de política, legal e institucional:

- No se logra alcanzar el porcentual anual de mezcla establecido legalmente
- Bajo porcentaje de uso del aceite de soja para el biodiesel
- Falta de Política de Precio
- No existe una Estrategia y Política Nacional de biocombustibles que apunte al fortalecimiento de la producción de biodiesel de soja
- No hay una instancia permanente que aborde los temas actuales críticos
- No existen beneficios fiscales para el productor promovido
- Algunos análisis especializados de laboratorio no se pueden realizar aún en el país

Mercado de biodiesel:

- Alta dependencia de las fluctuaciones de precio de mercado internacional (grano y aceite de soja)
- Alto precio del aceite de soja

Sostenibilidad:

- No se tiene estudio a profundidad de los indicadores GBEP
- Uso de biomasa como combustible en partes de la cadena de valor

Estrategias para el impulso de políticas en el sector

En la situación geográfica de Paraguay que lleva a la alta disponibilidad de materia prima y la condición de dependencia hacia los productos importados, es **razonable la producción y uso del biodiesel**, pero requiere de políticas claras.

Actualmente, es necesaria la **participación de todos los actores** de la cadena de valor y un marco normativo apropiado y acordado por todos los sectores de interés, pues **el statu quo no aportará a la sostenibilidad del biodiesel en el país**.

Definitivamente, el biodiesel de soja puede ser viable, pues permite reducir la importación de diésel y combustibles fósiles, con lo cual genera beneficios ambientales, económicos y sociales; pero en la coyuntura actual del país no es más económico que el petróleo. En el primer semestre del 2021, hubo buenos precios de los granos de soja y se ha exportado como tal, pero ¿qué sucederá en el momento de bajante de precio del grano de soja?. Se podría procesar internamente, pues según las referencias existe capacidad instalada, pero no se tiene desarrolladas políticas adecuadas para la industrialización del biodiesel ante una demanda mayor. Menos aún, existen los mecanismos de exportación de biodiesel, dado que hoy no está permitida. La legislación actual, prohíbe la importación de biodiesel, lo que tiene un aporte positivo al desarrollo de la industrialización y producción local.

Desde el 2020, la normativa habla de que las pequeñas y medianas industrias productoras de biodiesel tendrán atención preferencial. Sin embargo, el programa de biodiesel no está en su mejor momento, existen Leyes, Decretos y Normativas que rigen, pero no el acompañamiento decidido por parte de las instituciones del Estado responsables de su aplicación. Existen preguntas clave para avanzar positivamente, una de ellas es ¿con qué medidas se podría salvar las plantas productoras que actualmente no tienen condiciones de sobrellevar la crisis, pero que tienen enorme potencial productivo? ¿Qué medidas ayudarían a incrementar la escala productiva afectada por los precios de mercado, donde se observa que las grandes industrias son más competitivas por el volumen de producción?

En la actualidad, se está abocado a la implementación de la Ley 6389/2019 y su Decreto reglamentario 3500/2020, a fin de considerar los incentivos fiscales, donde el Ministerio de Hacienda y la SET son instituciones clave dentro de la unidad interinstitucional de monitoreo y fiscalización de la Industria del biodiesel en el Paraguay. Es muy importante que **se definan los beneficios fiscales previstos** en el Decreto referido, donde el Ministerio de Hacienda tiene la competencia en la atención.

Además de las políticas de incentivo y de promoción de la producción de biodiesel, existen otras áreas clave en las que se necesitan políticas de apoyo para asegurar la sostenibilidad del sector. Por ejemplo, la institución contralora de la normativa (INTN) no cuenta con todos los equipos necesarios para el análisis del biodiesel para algunos parámetros requeridos legalmente. Por tanto, hace falta una política de **fortalecimiento de las instituciones oficiales** para el cumplimiento de las normativas vigentes en el sector.

Así mismo, se debe considerar la **sostenibilidad de la producción de la materia prima** para la producción de biodiesel. Los resultados iniciales de este análisis preliminar de la sostenibilidad ambiental y social de

la soja sugieren impactos potencialmente negativos que necesitan políticas para mejorar la sostenibilidad de la producción de la materia prima; por ejemplo, incentivar mejores prácticas de manejo (rotación de cultivos, estudio de alternativas al uso del glifosato) y establecer prácticas de conservación reconocidas a nivel nacional para este propósito, hacer cumplir leyes que prevengan la deforestación, prevenir cambio de uso del suelo en general, etc.

Por tanto, en la priorización dentro de las políticas de impulso del sector, es urgente **incentivar el uso de biodiesel por su valor ambiental** en comparación con la alternativa de combustibles fósiles y por estar abierto el mercado nacional, además de estar restringida la importación. Además, la promoción de la producción interna de biodiesel será indispensable en el logro de las metas nacionales fijadas en términos de uso de bioenergía en el sector transporte para los compromisos internacionales de mitigación del cambio climático.

En resumen, lo esencial es establecer una Política Nacional Concordada de Biocombustibles por razones estratégicas, legales, económicas, sociales y ambientales, que contemple:

a) Estrategias integradas que prioricen

- Política de precio equitativo
- Instalación de una Mesa Público-privada permanente que oriente la sostenibilidad del sector
- Un marco normativo apropiado y acordado por todos los sectores de interés, **pues el statu quo no aportará a la sostenibilidad del biodiesel en el país**. Elaboración de una nueva Ley de biocombustible con base al estudio rápido realizado

b) Política de industrialización

- Responder a la demanda creciente y potencial de exportación
- Impulso a las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes). Desde el 2020, la normativa habla de que las industrias productoras de biodiesel tendrán atención preferencial. En este marco, el acompañamiento decidido por parte de las instituciones del Estado responsables de su aplicación aportaría mucho al impulso.
- Restricción a importación para defender la industria nacional

c) Adecuaciones tributarias

- Es muy importante que se definan los beneficios fiscales para los productores promovidos, previstos en el Decreto referido.
- Incentivos para el uso del biodiesel por sus beneficios ambientales en comparación con la alternativa de combustibles fósiles

d) Conocimiento técnico-científico

- Realizar estudios a profundidad acerca de los indicadores sostenibilidad GBEP del biodiesel de soja
- Indagar materia prima alternativa
- Realizar alianza con Universidades

Finalmente, desde el punto de vista de la **política nacional de biodiesel**, Paraguay debe aprovechar la oportunidad de utilizar la mezcla de biodiesel de origen vegetal-agrícola con gasoil por las razones siguientes:

- a) **Estratégicas:** se disminuye la dependencia de importación de hidrocarburos. Dadas las sugerencias de los actores consultados, es recomendable que el Gobierno instale una Mesa Público-Privada permanente para abordar los temas actuales críticos e incluso se elabore un nuevo Proyecto de Ley para reemplazar la Ley 6389/19.
- b) **Legal:** existe un mandato a partir la Ley de biocombustibles y otras disposiciones legales.
- c) **Económicas:** se fomenta el Desarrollo Nacional aprovechando la producción agrícola existente y se apoya la industrialización, se aumenta la recaudación impositiva y también un importante ahorro de divisas. Si existe un exceso de aceite de soja resultante del proceso de elaboración de harina y que la mayor parte se exporta, entonces ¿por qué no aprovechar la cantidad de aceite que se exporta para industrializar en el país produciendo biodiesel?
- d) **Sociales:** Lo anterior, estimularía el desarrollo social al crear puestos de trabajo en toda la cadena productiva de agrícola-industria-servicios; en particular en el proceso industrial del biodiesel de soja, se crea empleo verde.
- e) **Ambientales:** se reducen emisiones de GEI por quema de hidrocarburos, y con la mezcla se mejora combustión de motores reduciendo adicionalmente emisiones contaminantes; contribuyendo con los objetivos Nacionales ante el "Acuerdo de París". Sin embargo, en la producción primaria, los impactos ambientales del cultivo extensivo de soja afectan la calidad de la tierra y el suelo del país, la biodiversidad, los ecosistemas hídricos y medios de vida de las comunidades rurales. Mientras que los beneficios potencialmente del biodiesel (por ejemplo: mitigación del uso combustibles fósiles y oportunidades de ingresos) se trasladan a países extranjeros, junto con los granos de soja y el aceite de soja que alimentan en el exterior la cadena productiva del biodiesel.

Para la actualización de estas nuevas políticas es recomendable que el Gobierno instale una Mesa Público-Privada permanente para abordar los temas actuales críticos y facilitar decisiones compartidas.

Puntos a considerar para la futura medición y monitoreo de los indicadores GBEP

Se ha establecido el mandato de biodiesel para la mitigación del cambio climático. Este estudio proporciona una base útil para la medición, ya que describe la cadena de valor en detalle y permite obtener ideas preliminares acerca de los indicadores GBEP para la evaluación de la sostenibilidad del biodiesel de soja en Paraguay.



Hay una serie de indicadores GBEP críticos para la medición y el monitoreo futuros. De forma sintética se mencionan los siguientes:




- En el *pilar económico*, la capacidad instalada para la producción de biodiesel actualmente es mayor que la producida. El problema es el precio de materia prima que impacta en las condiciones desventajosas para aumentar el volumen producido. El alto precio del aceite de soja

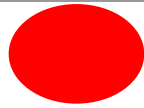
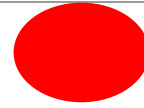
en el mercado se constituye una de las mayores limitantes en el despegue del biodiesel de soja en Paraguay. Es importante establecer política clara que ayude al despegue del biodiesel de soja en el país; una diferenciación tanto de capacidad instalada y tipo de materia prima utilizada para la diferenciación de precios de biodiesel y porcentajes de mezcla para cada tipo de producto, podría ser una estrategia a discutir.




- En el *pilar ambiental*, la producción de materia prima en esquema intensivo y en sistema de cultivo monoespecífico, genera diferentes tipos de afectaciones ambientales (reducción de la cubierta vegetal, calidad de agua y suelo, la biodiversidad, cambio de uso de la tierra, entre otras) y sociales (cambio de la tenencia de la tierra); de forma que sirva de base para la elaboración de nuevas políticas y medidas útiles para fomentar la conservación y restauración de sistemas agrícolas sostenibles y el uso sostenible de los recursos naturales.
- El uso de biomasa como combustible para el secado de granos de soja es uno de los impactos negativos indirecto a considerar en la cadena de valor del biodiesel de soja y que requiere de un esfuerzo para desarrollar esquemas distintos de secado.
- En particular, los indicadores 1 sobre emisiones de GEI, 4 sobre emisiones de contaminantes NO GEI e indicador 18 balance de energía, son indicadores extremadamente importantes de medir y monitorear, a fin de determinar el progreso hacia las metas nacionales asumidas sobre la base de los compromisos internacionales.
- En el *pilar social*, los datos no son concluyentes y requieren de estudios más profundos. A priori, la criticidad media observada en la mayoría de los indicadores, pone de manifiesto algunas cuestiones revisables en la agenda política, tales como: la ocupación de tierras productivas para la alimentación de la población y la tenencia de tierras. Sin embargo, en el eslabón de la industrialización de biodiesel se genera empleo verde.



Tabla 5.1 Tabla resumen de la medición de los indicadores



Indicador	Nivel de criticidad del indicador	¿Los datos existentes y la capacidad son suficientes?	Comentarios sobre los resultados más relevantes y la sostenibilidad
<p>1.</p> <p>Emisión de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida</p>	<p>Alto.</p> <p>Importante para cuantificar la contribución positiva de la cadena de valor a los objetivos nacionales e internacionales de mitigación del cambio climático</p>	<p></p> <p>Existen datos estimados para algunas etapas, pero datos actuales y a nivel de detalle escasos</p> <p>La capacidad limitada</p>	<p>Los datos existentes sobre GEI son a nivel país y por grandes sectores a partir de Informe Nacional y otro estudio reciente, pero no detallados a nivel de la cadena de valor. En este estudio se presentan algunas aproximaciones en la cuantificación de las emisiones de GEI. Por ejemplo, el cambio de uso de suelo hace la contribución más alta a las emisiones de GEI en el ciclo de vida. Sin embargo, los datos son escasos para la lista de todas las fuentes potenciales de emisiones de GEI.</p> <p>Es aún poco precisa la inferencia que se pueda realizar respecto a las aportaciones de la cadena de producción del biodiesel a las emisiones de los GEI en el país y comparado con la alternativa de combustibles fósiles. Obtener datos más precisos, servirán como herramientas para la toma de decisiones en políticas públicas que incentiven al sector con mecanismos que incorporen prácticas sustentables en todo el ciclo de vida de biodiesel.</p>
<p>2.</p> <p>Calidad de suelo</p>	<p>Medio.</p> <p>Por el potencial riesgo de reducir la calidad del suelo con la producción de soja para la producción de biodiesel cuando no se aplican medidas de protección y conservación del suelo agrícola</p>	<p></p> <p>Datos existentes dispersos, escasos y de difícil acceso</p> <p>La capacidad suficiente</p>	<p>La producción de materia prima es intensiva, con insumos como plaguicidas y herbicidas, rotación con otros cultivos mono-específicos.</p> <p>Aún no existe información que brinde con nivel de detalle sobre la gestión de los suelos destinados al cultivo de soja para biodiesel.</p> <p>Si bien existen investigaciones sobre siembra directa, nutrientes en el suelo y muchos otros temas vinculados, éstas no están especificadas para la producción de biodiesel de soja, de forma concreta.</p>





<p>3.</p> <p>Niveles de cosecha de recursos madereros</p>	<p>Alto.</p> <p>El uso de biomasa leñosa para secado de granos de soja genera impactos en la tala de árboles y emisiones de gases.</p>	 <p>Datos preliminares disponibles, pero requiere de estudios más específicos y a nivel de detalle.</p> <p>La capacidad suficiente</p>	<p>El uso de biomasa como combustible para el secado de granos de soja constituye uno de los impactos a considerar en la cadena de valor del biodiesel de soja. Si bien, la mayor parte de la leña utilizada proviene de áreas de plantaciones de <i>Eucalyptus grandis</i> y sus clones, el uso de especies nativas continúa siendo significativo. Si bien no se cuenta con datos desagregados de cantidad de biomasa usada por especie exótica y nativa específicas para la producción de biodiesel, se tiene referencia nacional sobre el uso.</p> <p>Por tanto, este es un punto crítico que superar y que amerita un estudio profundo para la búsqueda de alternativas sustentables</p> <p>Se necesitan análisis más detallado para medir la eficiencia del uso de la biomasa leñosa utilizada para este propósito. Se deben considerar nuevas tecnologías para reemplazar el uso de biomasa (por ejemplo, mediante el uso de materias primas alternativas) o para mejorar su eficiencia de uso, reduciendo así la cantidad de biomasa necesaria proveniente de especies nativas.</p>
<p>4.</p> <p>Emisiones de contaminantes del aire que NO son GEI, incluyendo sustancias tóxicas</p>	<p>Medio.</p> <p>En el ciclo de vida del biodiesel de soja se produce emisiones de PM de cosecha y de sustancias orgánicas volátiles derivadas del transporte y labores con máquinas agrícolas. Son los impactos intermedios, aunque son importantes ambientalmente.</p>	 <p>Datos muy escasos</p> <p>La capacidad limitada</p>	<p>No hay disponibilidad de datos sobre el análisis de las emisiones de contaminantes no GEI a la atmósfera durante el ciclo de vida de la soja.</p> <p>Con investigaciones se podría estimar la cantidad y desarrollar estrategias, en el caso de que estas emisiones fueran altas, para reducir los impactos.</p>
<p>5.</p> <p>Uso y eficiencia del agua</p>	<p>Alto.</p> <p>Por su escasa afectación, pues la mayor parte de la producción de materia prima es seco y el mayor uso del agua se da en la etapa de procesamiento industrial.</p>	 <p>Datos preliminares disponibles</p> <p>Capacidad</p>	<p>Se deberá estimar la demanda de agua en las plantas para la producción de biodiesel.</p>

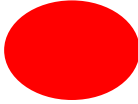


		suficiente	
<p>6. Calidad de agua</p>	<p>Medio. Existe potencial riesgo de reducir la calidad del agua con la producción de materia prima si no se contemplan medidas de protección y conservación de las áreas de afectación hídrica</p>	 <p>Datos escasos</p> <p>Capacidad suficiente disponible</p>	<p>La producción de materia prima es intensiva (con insumos como plaguicidas y herbicidas – especialmente Glifosato, y partículas sólidas erosionadas en los SCC - por procesos erosivos y/o por infiltración y percolación.</p> <p>Algunos de los pocos estudios de calidad de agua superficial y subterránea en las áreas productivas de sojas, han detectado trazas de pesticidas y metales pesados en cuencas agrícolas sojeras (Itapúa y Alto Paraná). Por tanto, el monitoreo sistemático y a nivel semi-detallado y la implementación de medidas de protección hídrica, son acciones necesarias para la sustentabilidad de la producción de biodiesel.</p>
<p>7. Diversidad biológica en el paisaje</p>	<p>Alto. Existe reducción del área de bosques y otras áreas seminaturales (áreas de alto valor de biodiversidad o ecosistemas críticos) e impactos en la biodiversidad derivado del esquema mono-específico de producción de la materia prima</p>	 <p>Se necesita información actual sobre la reducción en áreas protegidas o áreas de ecosistemas críticos.</p> <p>Capacidad suficiente disponible</p>	<p>En áreas donde ha aumentado el área de plantación de soja, el área de bosque ha disminuido. Es necesario investigar para obtener mapas de las áreas y porcentajes usadas actualmente para bioenergía.</p> <p>La prohibición de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la Región Oriental constituye un aspecto relevante que pretende evitar, al menos en esta zona del país, la conversión de bosques. Sin embargo, no se ha previsto el impacto en otras áreas de importancia para la biodiversidad como los pastizales y sabanas subhúmedas. El sistema de cultivo actual de soja (con alto insumos y cultivo monoespecífico) también podría tener impactos sobre la biodiversidad que no podrían incluirse en este estudio, pero deberían ser investigados en el futuro. Sería también importante establecer prácticas de conservación reconocidas a nivel nacional para este propósito, tales como corredores verdes (por ejemplo, setos, árboles cortavientos, bordes cubiertos de hierbas, islotes forestales y lindes rurales, con esquemas agroforestales) y adoptar prácticas de gestión sostenible como la diversificación de cultivos, rotación de cultivos, cultivos intercalados y curvas de nivel.</p> <p>Delinear políticas públicas que garanticen la restauración de las áreas críticas para la conservación de biodiversidad en la región oriental del</p>

			país, como son los múltiples fragmentos de bosques primarios y secundarios altamente degradados, incluso en las márgenes protectores de cursos hídricos, entre otras.
8. Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra	Alto. Ha habido cambio de uso de la tierra en zonas consideradas tradicionalmente productoras de soja, en zonas tradicionales de menor producción y zonas de expansión reciente. Lo relevante aquí es que la expansión genera flujos económicos y que la misma puede ser sostenible implementando medidas ambientalmente recomendadas	 Algunos datos generales están disponibles, pero datos específicos son escasos. Capacidad suficiente disponible	El área de tierra destinada para la producción de soja para biodiesel en comparación con la superficie nacional total y las áreas de tierras agrícolas es posible estimar. En general, el área de soja aumentó el 84% en el periodo 2005 a 2020 y desde el 2012 se ha iniciado el cultivo de soja en la Región Occidental, aunque en proporción menor comparada con la Oriental del país. En áreas donde ha aumentado el área de plantación de soja, el área de bosque ha disminuido. Esta situación amerita un análisis profundo, pues se trata del avance de la frontera agrícola, muy en particular de la soja, en zonas de pastizales y de uso ganadero. Sin embargo, no existen datos sobre estas dinámicas del uso territorial, ni debates sobre los impactos posibles del aumento del área de producción en estas áreas. Lo anterior, es muy relevante pues tiene que ver con establecer criterios mínimos de sustentabilidad del uso de la tierra y del territorio.
9. Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía	Medio.	 Datos escasos y generalizados sobre titulación Capacidad suficiente disponible	La asignación y tenencia de tierra no necesariamente es una exigencia para la producción de soja y posterior comercialización. La expansión de la superficie de cultivo de soja en el país se da de una forma mixta, entre arrendamientos, préstamos, entre otros. La superficie de soja ha aumentado significativamente y esto repercute en la modalidad de tenencia. El 90% de la tierra está en manos de 12.000 grandes propietarios, mientras que el restante 10% se reparte entre 280.000 pequeños y medianos productores; además, apenas 32 empresas de capital extranjero se hicieron con el 40% del territorio paraguayo (más de 16 millones de hectáreas).
10. Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional	Bajo. El impacto real es actualmente bajo debido al porcentaje mínimo de soja que se utiliza para biodiesel, pero debe considerarse en el futuro a medida que aumente el volumen de producción.	 Se requiere de más datos	La producción de soja va ocupando terreno en sitios que antes se destinaban a la producción de alimentos a nivel nacional. La soja como <i>commodity</i> depende del mercado y regulaciones internacionales, lo que influye en la fluctuación de precios y en el poder adquisitivo de la población en general, lo que podría afectar los precios de la canasta básica alimentaria.




		Capacidad suficiente disponible	Son necesarios datos actuales sobre el avance del uso de soja utilizada para bioenergía y sus repercusiones en la producción de alimentos de la canasta alimentaria.
11. Cambio en el ingreso	Medio.	 Casi nula información sobre sector de bioenergía Capacidad suficiente disponible	La implicancia del uso de soja en biodiesel puede significar un aumento de ingresos tanto para TODA la cadena de valor. Para todos los actores de la cadena de valor del biodiesel. La mayor parte de la soja se exporta como materia prima. Si se queda en Paraguay, aumentará el número de empleados en el transporte, transformación de soja (primero en harina de soja y aceite de soja), producción y transporte de biodiesel, además del sustento local. Sin embargo no se cuenta con información suficiente para sostener este supuesto de forma generalizada.
12. Empleo en el sector de bioenergía	Medio.	 Datos casi nulos, se puede acceder mediante estudios a profundidad Capacidad suficiente disponible	El uso de soja en biodiesel genera nuevos empleos a lo largo de la cadena de valor, pero estos no están registrados a nivel de informes oficiales. Los empleos generados por la soja de biodiesel no requieren ser calificados en su mayoría. Se logrará relevar información de gran valor mediante la colaboración del sector privado.
13. Cambio en tiempo no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa	No aplicable. El biodiesel se mezcla con diésel fósil en los motores de combustión por transporte y, por lo tanto, no tiene impacto en el tiempo no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa.	-	-

<p>14. Bioenergía usada para ampliar el acceso a servicios modernos de energía</p>	<p>No aplicable. El uso del biodiesel no tiene impacto en el acceso a servicios modernos de energía.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>15. Cambio en la mortalidad y tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados</p>	<p>No aplicable. El biodiesel no se utiliza en los hogares, por lo tanto, no tiene impacto en la mortalidad y tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>16. Incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales</p>	<p>Medio.</p>	<p> Nula información sobre sector de bioenergía</p> <p>Capacidad suficiente disponible</p>	<p>Solo se cuenta con información general a nivel nacional de lesiones, enfermedades y muertes por sectores generalizados e informaciones de estudios de caso. Se deberían de considerar todas las implicancias en la salud a lo largo de toda la cadena, incluyendo: la producción agrícola, transporte, manejo de maquinaria pesada, uso de agroquímicos, entre otros.</p>
<p>17. Productividad</p>	<p>Alto. La productividad incide directamente en la capacidad de satisfacer la demanda de materia prima en el presente o a futuro. Se ve una creciente productividad en los últimos años.</p>	<p> Si, en su mayoría.</p> <p>Capacidad suficiente</p>	<p>Productividad creciente en los últimos años.</p> <p>Los resultados obtenidos dan un reflejo rápido del indicador.</p> <p>Para toma de decisiones se sugiere realizar los cálculos y análisis a profundidad de los factores que inciden en el mismo.</p>

		disponible	
18. Balance neto de energía	Alto. El balance energético es fundamental para demostrar la sostenibilidad del biodiesel a partir de aceite de soja	 Sí, en su mayoría Capacidad suficiente disponible	Los resultados obtenidos son escasos. Capacidad instalada sobra. El Problema es el precio de materia prima. El alto precio del aceite de soja en el mercado se constituye una de las mayores limitantes en el despegue del biodiesel de soja en Paraguay. Se deberían de realizar cálculos más detallados y en el contexto actual.
19. Valor agregado bruto	Alto. El valor agregado bruto es de suma importancia para reflejar el efecto económico de la producción de biodiesel, en especial porque Paraguay importa el 100% del diésel (fósil)	 Datos casi nulos. La capacidad existe.	Los resultados obtenidos son escasos. Sería interesante que se realice un estudio más exhaustivo en cada etapa de la cadena de producción del biodiesel en Paraguay, saber realmente cómo se maneja el mercado dentro de cada eslabón de la cadena productiva. Realizar cálculos económicos sobre la ventaja en la reducción de la importación del diésel convencional. Además, cuantificar el valor agregado de utilizar el excedente de aceite de soja como materia prima para el biodiesel.
20. Cambio en el consumo de combustibles y en el uso tradicional de biomasa	Medio. El combustible fósil reemplazado es bajo debido a la baja mezcla , pero la contribución es importante ya que está reemplazando los combustibles fósiles importados Aun es bajo.	 Sí, pero se requiere de cálculos actuales. Capacidad suficiente disponible	La energía sustituida por el uso del biodiesel fue de 679.000.000 de MJ, las cuales generaron un ahorro de divisas cercana a 8.400.000 USD entre el 2013 al 2017. Se podrían realizar incentivos fiscales (tanto para la industria productora y consumidor) para que estos valores aumenten significativamente.
21. Formación y recalificación de los trabajadores	Bajo. Aún no se puede afirmar la influencia de la formación y recalificación de trabajadores en el sector bioenergético	 Datos casi nulos. Capacidad	No se observó ningún tipo de relación directa respecto al indicador. Se sugiere realizar un estudio a profundidad.

		suficiente disponible	
22. Diversidad energética	Alto. Sin bien, la contribución real del biodiesel a la diversidad energética es baja (como porcentaje de la energía total), su uso reemplaza a los combustibles fósiles importados, que es una consideración importante para la seguridad energética nacional.	 Datos escasos Capacidad suficiente disponible	Pequeño impacto positivo del uso de la bioenergía en la diversidad energética. Se podrían estudiar estrategias para aumentar el nivel de mezcla
23. Infraestructura y logística para la distribución de biodiesel	Bajo. En general las rutas principales se encuentran transitables. Las demás vías terrestres normalmente presentan inconvenientes durante ciertas épocas del año (época Lluviosa)	 Sí, pero no son precisos Capacidad suficiente disponible	Las vías secundarias deberían ser parte de un estudio más detallado, y conocer su nivel de accesibilidad de acuerdo a condiciones climáticas.
24. Capacidad y flexibilidad de uso de la bioenergía	Bajo. El uso de biodiesel todavía está muy por debajo de la capacidad potencial.	 Si. Capacidad suficiente disponible	Los niveles de mezclas entre el biodiesel y el diésel convencional son bajos. Se ven valores de entre 1,45 a 1,69 %. Los motores diésel pueden tolerar sin ningún problema mezclas del 10% de biodiesel en el diésel convencional. Según informaciones regionales.

Ref.:

-  Datos, metodología y capacidad existentes para realizar una medición precisa de este indicador; proporciona un valor preliminar que se estima lo suficientemente cercano al que se puede obtener con una evaluación de sostenibilidad completa y en profundidad.
-  Se puede obtener un valor preliminar (por ejemplo, a través de un enfoque indirecto o con valores de datos estimados) pero se requieren más datos / capacidad para medir el indicador utilizando la metodología integral y con una precisión suficiente.
-  No se puede obtener ningún valor preliminar; se necesita una medición en profundidad.

ANEXO. Cartografía de actores clave

Tabla 1-A. Cartografía de grupos de interés – biodiesel de soja en Paraguay

N°	Entidad	Sector	Funciones relacionadas	Contacto
1	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Público	Formular políticas y coordinar trabajos de investigación para el desarrollo de la soja	<p>Santiago Bertoni Hícar Ministro Tel: +595 981 256262</p> <p>Bettina Aguilera Paniagua Vice Ministro de Agricultura vagricultura@mag.gov.py</p> <p>Ebert Emilio Benitez Villalba Vice Ministro de Agricultura Familiar agriculturafamiliarcampesina1@gmail.com</p> <p>Magali Páez (Secretaría) magali.paez@mag.gov.py magapaez92@gmail.com</p>
2	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Público	Desarrolla programas de producción agrícola que garanticen la disponibilidad de materia prima para la obtención de aceites destinados a la producción de Biodiesel	<p>Gerardo Rojas Director Dirección de Extensión Agraria Tel: 0981 811505</p> <p>Leticie Torres Barbona Directora General de Planificación Tel: 0981 805771 E-mail: dgp@mag.gov.py leticia.torres@mag.gov.py ltorresbarbona@yahoo.es</p> <p>Raúl Maidana Dirección de Monitoreo y Evaluación Teléfono: 0971-117-778 E-mail: brmaidana@gmail.com</p> <p>Crispín Arévalos Jefe Departamento de Agroenergía - Punto Focal MAG/FAO Teléfono: 0984 428997 E-mail: crispinarevalos@gmail.com</p>
3	Ministerio de Industria y Comercio (MIC)	Público	Formular políticas para la producción y comercialización de biocombustibles y sus mezclas con	<p>Luís Castiglioni Ministro</p>

			combustibles fósiles.	
4	Viceministerio de Comercio del MIC		Controlar la calidad de los combustibles de acuerdo con el marco legal y las normas. Formular estándares para combustibles y biocombustibles	<p>Pedro Macuello Pérez Vice Ministro de Comercio Tel: +595 971 300560 Email: pedro.mancuello@mic.gov.py Secretaría: scomercio@mic.gov.py</p>
5	Viceministerio de Comercio del MIC	Público	Aprueba, verifica y fiscaliza las personas físicas o jurídicas dedicadas a la producción y venta de Biocombustibles. Lleva las estadísticas referente a toda la cadena productiva de Biocombustibles	<p>Luís Villalba Director General de Biocombustibles Teléfono: 0981 990989 E-mail: Miguel Yudis Área de biocombustibles Tel: +595 983 810813 E-mail: myudis@mic.gov.py</p>
6	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)	Público	Formular políticas para los sectores de transporte, energía, minas, hidrocarburos y bioenergía.	<p>Carlos Zaldivar Villalba Vice Ministro Viceministerio de Minas y Energía secretaria_gvme@ssme.gov.py (Gabinete Viceministerio de Minas y Energía) ealternativa@ssme.gov.py</p> <p>Gustavo A. Cazal Director de Energías Alternativas cazalg@ssme.gov.py secretaria.dea@ssme.gov.py</p> <p>Víctor Sánchez Vice Ministro Vice Ministerio de Transporte</p> <p>Oficina de Planificación Integral de Transporte</p>
7	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)	Público	Formular políticas en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer reglas y criterios para la gestión ambiental del	<p>Ariel Oviedo Ministro E-mail: secretaria.general@mades.gov.py</p> <p>Ulises Lovera Director Nacional DNCC Tel: +595 21 224232 E-mail: ulises.lovera@mades.gov.py</p>

			uso de la tierra para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales renovables y el medio ambiente Formular políticas sobre la gestión de las cuencas hidrográficas del Paraguay	<p>Sergio Oddone Área de Energía Tel: +595 981 914218 E-mail: oddone.sergio@gmail.com</p> <p>Sindy Rojas Área de Energía Tel: +595 992 484306 E-mail: rojasmancuello2@gmail.com</p>
8	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS)	Público		<p>Carla Bacigalupo Ministra mtssgabinete@gmail.com Magdalena Graciela Bataglia González Directora General de Empleo Email:</p>
9	Ministerio de Hacienda	Público	Integrante de la Unidad de biocombustibles	<p>Oscar Llamosas Díaz Presidente Tel: +595 21 440 010/17 Marta amarilla marta_amrilla@hacienda.gov.py Atilio David Gómez agomez@set.gov.py</p>
10	Banco Central del Paraguay (BCP)		Integrante de la Unidad de biocombustibles	<p>José Cantero Presidente E-mail: info@bcp.gov.py Tel: +595 21 608 011 Martín Maciel mmaciel@bcp.gov.py</p>
11	Servicio Nacional de Sanidad vegetal y de Semillas (SENAVE)			<p>Rodrigo Luis González Navarro Presidente Email: presidencia@senave.gov.py</p>
12	Instituto Forestal Nacional (INFONA)	Público		<p>Cristina Goralewski Presidenta Tel:+595 984 298132 presidencia@infona.gov.py gabinete@infona.gov.py</p> <p>Carlos Irrazabal Director General de Bosques Tel: +595 971 728001 carlos.irrazabal@infona.gov.py</p>

13	Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN)	Público	Investigación y Asistencia Tecnológica. Elabora estándares de calidad de biocombustibles	<p>Patricia Echeverría Martínez Directora General Tel.: +595 21 288 6000 E-mail: intn@intn.gov.py</p> <p>Fátima Gracia Encargada de laboratorio de combustibles y lubricantes Tel: + 595 21 288 6000 E-mail: fgracia@intn.gov.py</p> <p>Gustavo Romero Jefe del Departamento de Energía Renovable y Combustibles Tel: + 595 981 269 287 E-mail: gromero@intn.gov.py</p> <p>Carolina Barrios Lourdes Areco Tel: +595 971995918 E-mail: lareco@intn.gov.py</p> <p>Lourdes Duarte E-mail: lgduarte@intn.gov.py</p>
14	Organismo Nacional de Acreditación (ONA)	Público	Representante del Subcomité de Laboratorios	<p>José Aníbal Pérez Miembro del Comité E-mail: joseanibalperez@gmail.com Gertrude Garcia Tel. +595 098 975580</p>
15	PETROPAR	Público	Compañía petrolera estatal. Distribuidora de combustible	<p>Denis Lichi Presidente mesaentrada@petropar.gov.py</p> <p>Walter López Tel: 0985338300 E-mail: info@petropar.gov.py</p>
16	Parque Tecnológico de Itaipu (PTI)	Público	Tecnologías Energéticas	<p>Gustavo Riveros Coordinador del área técnica energética</p> <p>Enrique Buzarquis Área Tecnologías Energéticas E-mail: enrique.buzarquis@pti.org.py</p>
17	Instituto Paraguayo de Tecnología Agrícola (IPTA)	Público	Investigación y desarrollo de cultivos para biocombustibles	<p>Edgar Alden Esteche Alfonso Presidente E-mail: edgar.esteche@ipta.gov.py</p> <p>secretariapresidencia@ipta.gov.py gabinete@ipta.gov.py - mesadeentrada@ipta.gov.py</p>
18	Comisión Nacional de Defensa de los			<p>Juan Eudes Afara Maciel Presidente Tel: 414-5248</p>

	Recursos Naturales (CONADERNA)	Público		<p>jafara@senado.gov.py Liduvina Vera Tel: +595 981 445525 E-mail: liduvinavera@hotmail.com</p>
19	Honorable Cámara de Senadores	Público	Congreso de la República del Paraguay	<p>Oscar Salomón Presidente E-mail: informaciones@senado.gov.py Tel: +595 21 4145000</p> <p>Alecsandro Riline Directivo del Consejo de Energía y Recursos Naturales Tel: +595 21 414 5004 E-mail: aa_riline@yahoo.com</p>
20	Food and Agricultural Organization Paraguay (FAO Paraguay)	Multilateral	La FAO en Paraguay enfatiza sus esfuerzos en áreas de gran relevancia para el país, tales como la reducción de la pobreza rural, la promoción de sistemas alimentarios inclusivos y la gestión ambiental y cambio climático	<p>Jorge Alberto Meza Robayo Representante - Paraguay</p> <p>Fabiola Alcorta Representante Asistente de Programas – Paraguay Fabiola.Alcorta@fao.org</p> <p>María Michela Morese Oficial de recursos naturales. Secretario Ejecutivo de Global Bioenergy Partnership (GBEP) Oficina de Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente – Roma, Italia</p> <p>América González Coordinación de Área de Desarrollo Rural de la FAO Paraguay Tel: +595981962727 E-mail: america.gonzalezsanabria@fao.org</p>
21	Cámara de Biodiesel del Paraguay (BIOCAP)	Privado	Entidad en busca del aumento de la productividad, eficiencia y reducción de costes de las unidades de biocombustibles.	<p>Massimiliano Corsi Presidente Tel: +595 984 225047 E-mail: presidencia@biocapparaguay.org</p> <p>Marcelo Lourenco dos Santos Tel: +595 986 897459 Email: secretaria@biocapparaguay.org</p>
22	Distribuidoras de Combustibles Asociadas del Paraguay (DICAPAR)	Privado	Agrupación de empresas distribuidoras de combustibles	<p>Luís Ortega Presidente Tel: + 595 21 620 7858</p> <p>Guillermo Parra Gerente Tel: +595 981 415542 E-mail: gerencia@dicapar.com</p>

23	Cámara de Productores de Biodiesel de Origen Vegetal (BIOCAVE)	Privado	Asociación de Productores	<p>Jorge Camperchioli Presidente Tel: +595 984 264 000 E-mail: biocavepy@gmail.com</p> <p>Sandra Ayala Tel: +595 992 922872</p>
24	Cámara Paraguaya de Procesadores de Oleaginosas y Cereales (CAPPRO)	Privado	Impulso a la industrialización de oleaginosas y cereales en coordinación con el sector público	<p>Marcelo Boo Presidente Sandra Noguera E-mails: gerencia@cappro.org.py cappro@cappro.org.py</p> <p>Fiorella Gurrieri Área de Sustentabilidad Tel: +595 981 501779 E-mail: sustentabilidad@cappro.org.py</p>
25	Industria Paraguaya de Alcoholes S. A. (INPASA)	Privado	Elabora biodiesel de maíz	<p>Enzo Olmedo Presidente E-mail: enzo@inpasa.com.py</p>
26	Unión Industrial Paraguaya (UIP)	Privado	Promover el desarrollo industrial del país, su progreso, perfeccionamiento y consolidación, propiciando la sanción de adecuadas leyes de defensa y fomento.	<p>Enrique Duarte Presidente Tel: +595 981 952357 E-mail: presidencia@uip.org.py (Lujan, Secretaria)</p> <p>Diego Oddone Vicepresidente de asuntos estratégicos y planificación</p> <p>Camila Candía, responsable Tel: +595 981 217113 E-mail: utcooperación@uip.org.py</p> <p>Rebeca González, asistente E-mail: asistentecooperacion@uip.org.py</p> <p>Rafael Carlstein Tel: +595 983 400567 E-mail: rafael@silvapar.com</p>
27	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas	Privado	Sector gremial de producción y comercialización de granos	<p>César Jure Presidente Tel: +595 21 208 855 +595 21 205 749 E-mail: capeco@capeco.org.py</p> <p>Hugo Pastore</p>

	(CAPECO)			Director Ejecutivo E-mail: hpastore@capeco.org.py
28	ENERCO S.A./ Compasa	Privado	Empresa con plantas productoras de biodiesel	Juan Esteban Franchisena E-mail: j.franchisena@compasa.com.py José Amarilla Director de Compasa y ENERCO S.A. Tel: +595 981 404360
29	Federación de Cooperativas de Producción (FECOPROD)	Privado	Contacto con productores de soja y derivados	Gustavo Sawatzky Presidente Teléfono: +595 21 294 277 E-mail: fecoprod@fecoprod.com.py Jorge Cordone Gerente de apoyo de producción E-mail: jcordone@fecoprod.com.py
30	Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO)	Privado	Investigación y Desarrollo de biotecnología y cultivos para energía	Estela Ojeda Gerente General Tel: (+595 982) 231 279 E-mails: gerencia@inbio.org.py info@inbio.org.py
31	Asociación de Propietarios y Operarios de Estaciones de Servicios y Afines (APESA)	Privado	Asociación de propietarios de estaciones de servicio.	Miguel Corrales Presidente Tel: +595 021 451 235 Email: apesaeess@gmail.com
32	Cámara de Distribuidores de Automotores y Maquinarias (CADAM)	Privado	Asociación de importadores de autos y representantes de marcas automotoras	Diego Lovera Tel: +595 21 605 010 E-mail: diego.lovera@cadam.com.py E-mail: cadan@cadan.com.py
33	Grupo Guide	Privado	Laboratorio de combustibles	Miguel Velázquez Manager Tel: +595 21 585 414 E-mail: guide@tigo.com.py
34	Commerce and Industry German- Paraguayan Chamber	Privado	Cooperación bilateral	Tobías Winter Eficiencia energética y Energía Renovable Tel: + 595 21 615 848 E-mail: twinter@ahkasu.com.py
35	Universidad Nacional de Asunción – FIUNA	Publico	Enseñanza e investigación en el rubro energético	Rubén Zarate Vice Decano FIUNA chernaez@ing.una.py E-mai: sleon@ing.una.py
	Facultad De Ciencias	Publico	Investigación, innovación y	Jorge Daniel González E-mail: decano@agr.una.py

36	Agrarias Universidad Nacional de Asunción – FCA/UNA		tecnologías aplicadas al sector agrícola y pecuario	secretariagabinetefca@agr.una.py Héctor Corvalán Ingeniería Agrícola/Encargado del área de Energías Renovables Tel: +595981603597 E-mail: hector.corvalan@agr.una.py
37	Universidad Católica de Asunción	Privado	Investigación, innovación y tecnologías aplicadas	Lisa Lugo Directora de Ciencias Aplicadas Tel: +595 971 273 115 E-mails: cta@uca.edu.py lcernuzz@uc.edu.py
38	Unión de Gremios de la Producción (UGP)	Privado	Sector que produce materia prima (soja) para el biodiesel	Héctor Cristaldo ugp@ugp.org.py Tel: +595 21 224232 E-mails: ugp@ugp.org.py gerencia@ugp.org.py
39	Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO)	Privado - NGO	Realiza estudio sobre biodiesel	Ofelia Yegros Directora Ejecutiva Tel: +595 986 118974 E-mails: ceamso@ceamso.org.py oyegros@semaso.org.py
40	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Publico	Promover desarrollo científico y tecnológico e innovación de acuerdo a los planes nacionales de desarrollo científico,	Eduardo Felippo Tel: +595 981 402302 Tel : +595 21 506 223 E-mail: ucsa@ucsa.com.py
41	BIODIESEL PY	Privado		Roberto Fustagno Coordinador General Tel: +595 982 410100 E-mail: robertofustagno@hotmail.com Domingo Nieto Gerente Tel: +34633554547 E-mail: dnpaalingenieria@gmail.com
42	Universidad Nacional del Este	Publico	Institución de enseñanza e investigación	Oswaldo Caballero Rector Email: José Sánchez Decano de la Facultad de Ingeniería Agronómica
43	Universidad Nacional de	Publico	Institución de enseñanza e	Hildegardo González Irala Rector

	Itapúa		investigación	Tel: +595 71 206 990/1 E-mail: rector@uni.edu.py Secretaria general: E-mail: secgral@uni.edu.py Etelvina Rodríguez
44	Universidad Nacional de Canindeyú	Público	Formar profesionales, producir conocimientos científicos útiles a la sociedad y contribuir al desarrollo sostenible.	Mariano Adolfo Pacher Morel Rector E-mail: mapacher@hotmail.com Tel: 0976-506487 E-mail: rectorado@unican.edu.py Fátima Morínigo Secretaría
45	Embajada de Italia			Paolo Campanini Embajador Tel: +595 0961 630981 E-mail: segretaria.assunzione@esteri.it Riccardo Torresi Tel: +595 0984 162862 E-mail: riccardo.torresi@esteri.it
46	Particular	Privado	Realizó estudio sobre biocombustible	Gabriela Cazenave
47	Particular	Privado	Realizó estudio sobre biodiesel	Mauricio Cubells