



Eje temático N°: 12 – Cadenas agroindustriales y relaciones intersectoriales

Título: Iniciativa de agregado y preservación de valor: factibilidad técnico-económica de la reutilización del Aceite Vegetal Usado (AVU) para la elaboración de Biodiesel.

Autor/a/es: Lic. Goizueta, Mercedes E¹.; Lic. Castellano, Andrés ² y Nasello, M. Emilia ³.

Pertenencia institucional: ¹ Docente – Investigadora de la Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA Balcarce -Facultad de Ciencias Agrarias UNMDP), ² Investigador EEA Balcarce INTA , ³ Estudiante/tesista de la Lic. en Diagnóstico y Gestión (FCH UNICEN)

E-mails: goizueta.mercedes@inta.gov.ar; castellano.andres@inta.gov.ar;
nbdbiodiesel@hotmail.com

1. Introducción

El desarrollo de las sociedades industrializadas ha traído aparejado ventajas indiscutibles y, paralelamente, desventajas ineludibles. Entre las primeras, el nivel y calidad de vida ha aumentado en forma considerable para una gran porción de la población mundial, lo que ha implicado el desarrollo y oferta de nuevos productos manufacturados y servicios de diferente índole, siendo la causa de la aparición de todo tipo de residuos, los cuales deben ser eliminados, o en el mejor de los casos reutilizados.

En tal sentido, en este trabajo se hace referencia al Aceite Vegetal Usado (AVU), categorizado entre los Residuos Domésticos. Estos últimos, cuando no son tratados adecuadamente pueden provocar una serie de problemáticas, como la contaminación atmosférica, edáfica y de aguas superficiales. En la provincia de Buenos Aires, cada habitante genera diariamente alrededor de un (1) kg de residuo. Según las estimaciones oficiales, la situación se tornará crítica: la cantidad de residuos en el orden nacional se incrementará el 24% hacia el año 2025 (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable - SAyDS-, 2005). En consecuencia, es indispensable incorporar la perspectiva de que los residuos no son siempre un desecho final, sino también un posible recurso dable de ser valorizado; es decir, un subproducto con valor económico.

Por otro lado, esta ecuación de extracción, producción, distribución, consumo, generación de residuo y su tratamiento, se desarrolla con dependencia de energía, mayoritariamente



ligada al uso del petróleo y derivados. Pero debido al excesivo uso de combustibles de base fósil, se está afectando la economía de muchos países y el equilibrio ambiental causado por el calentamiento global, entendiéndose por éste, a “cualquier cambio en el clima a lo largo del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como consecuencia de la actividad humana (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 1995)”. La centralidad de esta temática en las agendas gubernamentales es prueba acabada.

Por ello, en el presente trabajo se aborda el análisis de las condiciones medioambientales, técnicas y económicas requeridas para dar viabilidad al tratamiento de un residuo como el Aceite Vegetal Usado (AVU), en la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires. Las preguntas que guían la investigación son: *¿Cuál es el tratamiento actual que se le está dando al AVU en la ciudad de Tandil? ¿Se conoce su cuantía en volumen y efectos medioambientales? ¿Es viable técnica y económicamente instalar en Tandil un sistema de reutilización de Aceite Vegetal Usado (AVU), valorizándolo como materia prima para la elaboración de biodiesel a baja escala?*

Estas inquietudes se asientan en la mitigación de la contaminación y, simultáneamente, en la asignación de un valor económico al residuo que la genera, transformándolo en energía renovable. En otros términos, promover una iniciativa de agregado valor con eje en la preservación, en el marco de una estrategia de desarrollo de los sujetos productivos locales. A su vez, se considera central disponer de información en relación a los volúmenes, uso y destino del AVU en la ciudad de Tandil, ya que fortalece el accionar de los estamentos públicos de la ciudad abocados a la gestión de los residuos urbanos.

2. Marco Conceptual de Referencia y Antecedentes

Para el abordaje de este estudio se rescatan elementos provenientes de las teorías de Gestión Ambiental, en particular de residuos, y de las aproximaciones económicas al análisis de los procesos de Agregado de Valor Agroalimentario y Agroindustrial, con mención de investigaciones que establecen vínculos entre las anteriores.



Respecto de los primeros, la OCDE (1998) define como residuos a “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas”. Entre éstos, los Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados (AVUs) son aquellos que provienen, o se producen, en forma continua o discontinua, a partir de su utilización en las actividades de cocción o preparación mediante fritura total o parcial de alimentos, cuando presenten cambios en la composición físico química y en las características del producto de origen, de manera que no resulten aptos para su utilización para consumo humano conforme a lo estipulado en el Código Alimentario Argentino (CAA, 2007) y en condiciones de ser desechado por el generador.

El AVU es una fuente potencial de contaminación, entendiéndose por ésta a la presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico nocivo para la salud o el bienestar de la población, de la vida animal o vegetal.

Es dable mencionar el esfuerzo de algunos autores que, con el objetivo de ampliar el alcance analítico de la gestión ambiental, ponen en consideración otros aspectos. Por un lado, aquellos que proponen la aplicación de instrumentos tales como la Evaluación del Ciclo de Vida del Producto (ECV) en el ámbito de las Cadenas agroalimentarias y agroindustriales (por ej. Pelupessy, 1998; Díaz Porras y Ballesteros, 2006; Bolwig et al, 2010); u otros, que avanzan operativamente en la utilización de ciertos indicadores como la Huella de Carbono o Agua, desde una perspectiva de Cadenas. Frank *et al* (2014), realizan un completo análisis de la Huella de Carbono en la agroindustria argentina, para la cadena de Soja, Girasol, Trigo Maíz y Lácteos, y para ello estiman la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitido en las diferentes instancias o eslabones que las componen.

De los estudios que desarrollan propuestas conceptuales en torno al Agregado de Valor Agroalimentario y Agroindustrial (Bachmann y Gegner, 2002; Amanor-Boadu, 2003; Parcell *et al*, 2004; Born y Bachmann, 2006; Evans, 2007; Anderson y Hanselka, 2009), se constata como punto de partida la asimétrica distribución de la renta intracadena y la necesidad de los productores primarios de incrementar y estabilizar sus ingresos.



En tal sentido, los autores distinguen las estrategias de *Creación* de las de *Captura* de valor, en términos del riesgo inherente, el capital requerido para emprenderlas, el tiempo de puesta en marcha y ejecución, y las potenciales respuestas de los otros actores que gobiernan la cadena de la que van a participar con la nueva actividad. Es decir, mientras que en las estrategias de creación de valor se canalizan los esfuerzos hacia la unicidad del nuevo producto y mercado, en las de captura se manifiesta una mayor competencia ya que el nuevo producto elaborado es de naturaleza commodity. (Castellano y Goizueta, 2011)

A diferencia de los estudios mencionados, Castellano y Goizueta (2015a, 2015b, 2017) proponen una conceptualización más amplia del Valor Agregado, siendo la unidad analítica la Iniciativa de Agregado de Valor (IAV). Por ésta, se entiende “el reposicionamiento efectivo que logran los sujetos productivos locales en el Sistema Agroalimentario y Agroindustrial al tomar bajo su comando nuevas actividades en las tramas productivas y comerciales de las que participan” (Castellano y Goizueta, 2017). Las dimensiones para abordar la temática son tres y se focalizan en: i) lo distributivo y lo redistributivo de cada IAV; ii) el rol del sector privado y el público en la gestión de innovaciones que explican dichas IAV; y iii) los sujetos productivos sobre los cuales gravitan estos procesos. De esta última, se establece que no es únicamente el productor primario quién emprende una nueva actividad, pudiendo ser otro sujeto productivo de micro, pequeña o mediana escala. Lo central es el procesamiento local de las materias primarias o subproductos, o como en este caso, un residuo. Aquí interesa rescatar la primera dimensión (“lo retributivo y lo redistributivo”), dentro la cual se define una tercer IAV, más allá de las de Creación y Captura, denominada *Preservación de Valor*. Bajo esta categoría se visibilizan aspectos propios de la sustentabilidad medioambiental, contemplando nuevos elementos e interrogantes al valor agregado en el Sistema Agroalimentario y Agroindustrial.

3. Materiales y Métodos

Este trabajo se basa en los resultados preliminares obtenidos en el desarrollo de una tesis de grado de la Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental (UNICEN) y de las actividades de



investigación del Módulo “Agregado y Captación Local de Valor en el Territorio” (PNSEPT-1129033), INTA.

A los efectos de dar respuestas a las preguntas de investigación, se desarrollaron dos instancias metodológicas. La primera, basada en un relevamiento cuanti-cualitativo y presencial a los diferentes emprendimientos generadores de AVU en el partido de Tandil para identificar su volumen y destino; y la segunda; basada en el análisis de un estudio de caso existente en la ciudad (Iniciativa de Agregado de Valor), ubicado en el Parque Industrial, con el objetivo de evaluar su viabilidad técnica y económica.

Para el relevamiento de AVU en Tandil, se utilizó información secundaria (cartografía, estadísticas oficiales y documentos específicos sobre la temática) para el diseño de una base de datos de restaurantes, hoteles y casas de comida a visitar, con sus datos domiciliarios y telefónicos. Posteriormente, se elaboró el formulario de relevamiento, indagando en las siguientes variables:

- Cantidad de litros de aceite vegetal usado que cada establecimiento desecha
- Frecuencia de sustitución del aceite utilizado
- Destino final del AVU
- Recipiente en el que el AVU es desechado

Dicho relevamiento fue llevado a cabo sobre un total de **124 emprendimientos** con al menos 3 años de trayectoria habilitados por organismos municipales, como Restaurantes y/o Casas de ventas de Comidas para la circunscripción I del partido de Tandil.

Para la segunda instancia, se utilizaron tanto fuentes secundarias como primarias. Respecto de la información secundaria se recopilaron investigaciones previas y documentos sobre la industria del biodiesel, que permitió una primera aproximación al análisis sectorial. La información primaria relativa al estudio de caso fue recabada con la puesta en marcha in situ del emprendimiento propuesto para su análisis. Específicamente, se relevó información del proceso técnico utilizado, la capacidad instalada, mercados de destino, fuentes de abastecimiento, y demás aspectos vinculados a las actividades primarias como de apoyo.



4. Situación del AVU en la ciudad de Tandil

Entre septiembre del 2009 y enero del 2011, se visitaron 124 establecimientos que eran generadores de AVU (restaurantes y casas de comida), con la finalidad de dimensionar el volumen y destino final del mismo que estos generaban.

Como muestra la tabla, del total relevado, 67 de ellos dieron a conocer el volumen generado individualmente, ascendiendo la suma total a **8.650 litros por mes**, proviniendo 2.684 litros de 21 Casas de Comida y 5.966 litros de 46 restaurantes que respondieron.

Tabla N° 1: Negocios generadores de AVU, litros por mes y promedio en litros

<i>Negocios</i>	<i>Total Negocios visitados</i>	<i>Negocios que respondieron</i>	<i>AVU generado (lts.)</i>	<i>Promedio AVU por negocio (lts.)</i>
Casas de Comida	39	21	2.684	127,81
Restaurantes	85	46	5.966	129.68
Total	124	67	8.650	

Fuente: elaboración propia en base a relevamiento 2009-2011

Aunque la cantidad de litros que desecha cada establecimiento se encuentra en función de ciertas características específicas del negocio, tales como: tamaño del local, cantidad de freidoras que éste posee y del momento del año, el promedio de AVU generado mensualmente ronda entre los 127 y los 130 litros por negocio. Tomando como referencia dicho rango se puede realizar una **estimación**, incluyendo aquellos negocios que no declararon el volumen de AVU generado, para obtener un número más aproximado de la generación de AVU en la ciudad. (Tabla N°2)

Tabla N°2: Estimación de AVU en la ciudad de Tandil (lts. por mes y por año)

<i>Negocios</i>	<i>Total negocios visitados*</i>	<i>Promedio estimado</i>	<i>AVU generado (lts./Mes)</i>	<i>AVU generado (lts./Año)</i>
Casas de Comida	39	127.81	4.985	59.815
Restaurantes	85	129.68	11.023	132.278
Total	124		16.008	192.093

Fuente: elaboración propia, en base a relevamiento 2009-2011.



*Aunque no es exhaustivo, la cantidad de negocios visitados se aproxima a la totalidad de los existentes en la ciudad.

Según este análisis, el volumen de AVU generado anualmente en Tandil asciende a 192.093 litros. Siendo la referencia los 124 negocios, entre los destinos del AVU se identifican: a) *aquellos que lo donan*: un 17% de los negocios destina el AVU a la firma RBA y un 7% dona el AVU a apicultores y agricultores de la zona; b) *aquellos que lo desechan*: un 60% canaliza el AVU por el sistema cloacal o termina en el relleno sanitario. Cabe señalar que un 15% no informa ningún destino. (Tabla N°3)

Tabla N°3: Destino del AVU en la ciudad de Tandil (lts. por mes y por año)

<i>Negocios</i>	<i>Dona a RBA</i>		<i>Dona a otros</i>		<i>Lo desecha</i>		<i>No revelan datos</i>	
	<i>N°</i>	<i>Lts.</i>	<i>N°</i>	<i>Lts.</i>	<i>N°</i>	<i>Lts.</i>	<i>N°</i>	<i>Lts.</i>
Casas de Comida	6	767	0	0	27	3.451	6	767
Restaurantes	15	1.945	9	1.167	48	6.255	13	1686
Total mensual	21	2.712	9	1.167	75	9.676	19	2.453
Total anual (lts.)		32.546		14.006		116.109		29.433
		17% del total		7% del total		60% del total		15% del total

Fuente: elaboración propia, en base a relevamiento 2009-2011

A continuación se especifican los destinos mencionados:

a) *AVU que se dona*: aquel que se entrega a la empresa RBA Ambiental implica 32.546 litros al año. Esta firma, quien lleva adelante sus servicios de remediación ambiental en Argentina y está habilitada como recolectora (autorizada a prestar el servicio de recolección y disposición final de aceite de cocina usado) y operadora en todos los registros abiertos a tal fin en Argentina. En la ciudad de Tandil, RBA Ambiental colabora con el Taller Protegido, a través de un Programa Municipal. Los restaurantes y casas de comida adheridos al mismo se comprometen a donar su AVU a dicha empresa, y en contraparte, ésta dona \$0,50 centavos por litro retirado al Taller. (Valores año 2009 -2011)



Unos de los mayores inconvenientes que presenta esta vía para los locales donantes es la recolección. La misma tiene una frecuencia mensual, generando inconvenientes a los dueños de los restaurantes o casas de comida, ya que deben acopiar el aceite usado por un período prolongado de tiempo. Por otra parte, el envase que estos dejan para su recolección y manipulación, son tachos cilíndricos de aproximadamente 100 litros, dificultando la movilización de los mismos. Según las encuestas, esto explicaría el bajo número de restaurantes que están adheridos a este Programa, y de aquellos que si bien participan, eliminan el AVU de sus establecimientos por diferentes medios, antes de que RBA lo retire. Por otro lado, un 9% de los establecimientos visitados entregaban el AVU a diferentes apicultores y ganaderos de la zona, quienes se comprometen a su retiro periódico y les sirve como complemento de alimentación para diferentes animales.

b) *AVU que se desecha*: puede tener dos vías. Se canaliza al sistema cloacal o se destina a relleno sanitario. En la primera situación, al no existir una regularización obligatoria por parte del municipio, el AVU es desechado por el sistema cloacal, siendo el método más simple para deshacerse de dicho residuo. En caso de intentar verterlo en bidones y sacarlo con los demás residuos del lugar, no en todas las ocasiones es retirado por el sistema de recolección de residuos de dicha localidad, generándoles a los propietarios un inconveniente. Entonces lo “eliminan” por las cañerías. En la segunda, el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) en la ciudad de Tandil consiste exclusivamente en el enterramiento de la basura en un relleno sanitario a cargo de la empresa Clear, autorizada por el Municipio a través de un contrato de concesión, a partir del año 1999.

En términos de litros de aceite, los datos muestran que se estarían tirando al menos 9.676 litros de AVU vertiéndolo al sistema cloacal que implica unos 116.109 litros al año. Es importante mencionar que éste, es un número conservador, en función de que no se contabilizan los casi 30.000 litros de AVU de los negocios que no revelan el destino de este residuo. De todas formas, los efectos directos de 116.109 litros de aceite tirado por el sistema cloacal, son: 1) 116.000 litros de agua contaminada y 2) 116.000 litros de potencial materia prima para biodiesel desperdiciado.



5. Implicancias medioambientales del AVU

Ahora bien, *¿quiénes están dispuestos a almacenar el AVU para que sea recogido quincenal o semanalmente?* De los 124 negocios, un 60% respondieron afirmativamente reconociendo además que la eliminación en sistema cloacal, pluviales y/o basura domiciliaria no era la ambientalmente adecuada. En ésta línea, se los invitó a participar de una experiencia que consistió en reservar el aceite usado en bidones de 20 litros para que fuera recogido quincenalmente y usado junto a otros insumos para realizar las primeras muestras de biodiesel. Esta Iniciativa de Agregado de Valor, que es detallada en el apartado siguiente conlleva beneficios asociados.

En primer lugar se evitan los efectos nocivos de desechar entre el 60% y el 75% de AVU por el sistema cloacal o relleno sanitario. La correcta disposición del AVU mitiga la contaminación de aguas urbanas, consecuencia de su vertido irresponsable e incontrolado en desagües y alcantarillas de los municipios. El desconocimiento, o la disposición irresponsable, por parte de generadores producen efectos perjudiciales que afectan a toda la comunidad: - Un (1) litro de AVU puede contaminar más de 1.000 litros de agua; -Su acumulación en desagües cloacales y pluviales facilita la obstrucción de conductos y la proliferación de colonias de roedores e insectos; -Su disposición en pozos ciegos produce la impermeabilización de los mismos, obstruyendo la correcta absorción de líquidos; -El AVU que llega a los ríos se acumula en la superficie e impide el paso de la luz solar y del oxígeno, aumentando la mortandad de la flora y la fauna acuática. (RBA Ambiental)

Por el contrario, una correcta disposición del AVU permitiría: -Beneficiar la depuración de aguas residuales, permitiendo su reutilización; -Disminuir costos de mantenimiento de redes cloacales y alcantarillado; -Reducir los costos operativos de las plantas depuradoras de agua de la provincia o municipio.

Más allá de esto, lo particularmente importante es repensar los usos alternativos que este AVU tendría al reinsertarse al Sistema Agroalimentario y Agroindustrial en una nueva forma e instancia, dando inicio a otro proceso que simultáneamente lo revalorice económicamente. Por ejemplo, como materia prima de una fuente alternativa de energía,



como en este caso el biodiesel, que da cuenta de un menor impacto en términos medioambientales respecto de los combustibles de origen fósil.

En la siguiente tabla se indican los cambios en las emisiones de los diferentes contaminantes respecto del diésel tradicional.

Tabla N°4: Comparativo de emisiones de biodiesel respecto a diésel tradicional

Smog - formación de agentes contaminantes	B - 100*	B - 20*
Hidrocarburos crudos (HC)	67% Reducción	14% Reducción
Monóxido de Carbono (CO)	48% Reducción	10% Reducción
Material Particulado (PM)	47% Reducción	10% Reducción
Óxidos de Azufre (SO)	100% Reducción	20% Reducción
Óxidos de Nitrógeno (SO)	10% Incremento	2% Incremento

Fuente: Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 2015. * Mezcla con combustible convencional, al 100% y 20%, respectivamente.

Observando la tabla anterior de emisiones de biodiesel en diferentes escalas, ya sea al 100% o solo biodiesel al 20% mezclado con cualquier diésel tradicional, las emisiones se reducen notoriamente en el caso del Biodiesel.

De este modo, al considerar el saldo medioambiental de la reutilización del AVU (al reconvertirlo de desecho a materia prima de un nuevo proceso), y las emisiones resultantes de la quema de diésel fósil versus biodiesel en cuanto a emisiones, se constata que el balance es claramente positivo, y por ende, la viabilidad medioambiental de la Iniciativa de Agregado de Valor se ve fortalecida.

6. Producción de Biodiesel y Agregado de Valor

En línea con las tendencias globales de promoción y regulación de la producción de energía sustentable, en el año 2006, a través de la promulgación de la Ley 26.093 y su Decreto Reglamentario 109/2007, se constituyó en Argentina el marco normativo para el uso y la



producción sustentable de los biocombustibles, incluyendo entre los mismos al biodiesel (además del bioetanol y biogás) producido a partir de materias de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos. De dicha legislación se desprenden los mercados-destino, siendo factibles para el caso del biodiesel: a) el autoconsumo, b) el corte fiscal obligatorio, y c) la exportación. Actualmente, en lo referente al corte obligatorio, se establece que los combustibles líquidos caracterizados como gasoil o diesel-oil, que se comercialicen dentro de territorio nacional, deberán mezclarse en las instalaciones habilitadas a tal fin con un porcentaje de al menos el 10% de biodiesel.

En la actualidad, los mercados “b” y “c” en Argentina son atendidos por aproximadamente 37 plantas habilitadas por la Secretaría de Energía de la Nación, presentando el sector un alto dinamismo. Esto queda evidenciado en la instalación de 10 fábricas nuevas en un lapso de 3 años (2013-2016), lo que implicó un aumento de la producción total de biodiesel en aproximadamente 500.000 toneladas anuales.

Por su parte, el destino de autoconsumo “a” presenta una menor transparencia (no existen precio de referencia) y mayores niveles de informalidad, ya que al ser plantas de menor tamaño relativo, se dificulta el cumplimiento de los requisitos para su habilitación. De todas formas, existen y operan en establecimientos.

A partir de la creación de la Secretaría de Agregado de Valor (Ministerio de Agroindustria de la Nación), la promoción de los biocombustibles es objeto formal de política pública e interpretado como una alternativa productiva para el desarrollo local y territorial. De hecho, la Ley 26.093, referida más arriba, explicita que la priorización de proyectos se establece en función de tres (3) criterios: promoción de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), promoción de productores agropecuarios y promoción de las economías regionales.

En líneas con estos criterios, los esfuerzos gubernamentales se han concentrado en acompañar el desarrollo de nuevos sujetos productivos, tal el caso de las PyMEs de Extrusado-Prensado. Estos emprendimientos¹, constituidos mayoritariamente por productores agropecuarios integrados, se dedican al procesamiento en origen de granos de

¹ Actualmente, se estima que se encuentran en funcionamiento alrededor de 400.



soja sobre la base de la tecnología de extrusado-prensado (E-P), obteniendo dos tipos de productos: expeller y aceite crudo. En el caso del expeller, y dada su singularidad respecto de la harina de soja, se han abierto nuevos mercados ligados a cadenas productivas de enclave regional o local (tambos, criaderos de cerdos, feedlots, producción avícola, etc.); y en el caso del aceite, se comercializa a las grandes del crushing para elaborar biodiesel.

Justamente, la promoción del biodiesel emerge como una IAV para estas PyMEs, de modo de poder avanzar hacia una nueva instancia de segunda transformación, haciendo eje en el reprocesamiento del aceite y consolidando así su funcionamiento. Sin embargo, y ante las restricciones que devienen de la formalización de las mismas (destino autoconsumo), los avances han sido modestos.

En rigor, mismas condiciones podrían plantearse en la situación del AVU, ya que técnicamente el producto final es homólogo (biodiesel), con la salvedad de la materia prima utilizada para su elaboración (aceite crudo de soja vs. aceite de girasol usado). Y no menor, los efectos medioambientales diferenciales que cada IAV detenta, y que posicionan al AVU como una Iniciativa de Preservación de Valor, más allá del agregado de valor propiamente dicho que se sucede en ambas.

7. Viabilidad técnica de la elaboración de biodiesel a base de AVU

En función de la experiencia piloto de la recolección de AVU, en marzo de 2011, se establece en la ciudad de Tandil, NBD Biodiesel, ubicada en el Parque Industrial de dicha localidad. A continuación se detallan los diferentes aspectos que hacen a la viabilidad técnica de la iniciativa de preservación de valor.

Abastecimiento y Logística Interna

Esta actividad se inicia con el recibo y almacenamiento de los insumos básicos para la elaboración de biodiesel, principalmente: el aceite, el alcohol metílico o metanol, y el hidróxido de sodio o soda cáustica. Para asegurar los parámetros requeridos, NBD Biodiesel configuró esta actividad en las siguientes etapas secuenciales:



Tabla N° 5: Actividades comprendidas en el Abastecimiento y Logística Interna

<i>Actividad</i>	
Recolección	Se lleva a cabo semanalmente por todos los establecimientos comprometidos a donarlo a NBD. El aceite se retira de los lugares en bidones de 20 lts., que resultan prácticos y fáciles para su manipulación. Se acuerda previamente un día y horario de la semana para su retiro. Generalmente, NBD realiza dos días a la semana su recolección.
Decantación	Una vez que el AVU es recolectado se almacena en recipientes de 200 lts., donde se deja estacionar para que se produzca el proceso de decantación. Una vez que el AVU decantó, se retira de estos recipientes por unas canillas ubicadas a unos 25 cm. de altura del fondo, para que la suciedad quede en los recipientes.
Filtrado	Separados los componentes más grandes (restos de comida), el AVU pasa por presión en un circuito cerrado a través de 26 placas que contiene telas especiales para el filtrado, reteniendo en éstas las impurezas más pequeñas, del orden de micrones.
Almacenamiento	A posteriori, se almacena nuevamente el AVU en recipientes de 1000 lts., donde se inician los análisis correspondientes para determinar si ese AVU cumple con las especificaciones para ser utilizado en la producción de biodiesel.
Análisis	Humedad: evidencia si el AVU contiene restos de agua. En caso de ser afirmativo se procede a secar el aceite. Para tal procedimiento se utiliza un instrumento conocido como Karl Fischer.
	Acidez: de central importancia ya que repercute en forma directa en la acidez del biodiesel final. A través de índices, realizando una titulación (método de análisis químico cuantitativo en el laboratorio) se sabrá qué cantidad de hidróxido de sodio utilizar para la fabricación del biodiesel.

Fuente: elaboración propia.

A diferencia del aceite, el metanol y la soda cáustica son productos sumamente inflamables y tóxicos, por lo que se requiere su inscripción en SEDRONAR (Secretaría de Programación para la Prevención de la Drogadicción y Lucha contra el Narcotráfico) para la manipulación de los mismos.

Operaciones: elaboración de biodiesel

La producción propiamente dicha del biodiesel se lleva adelante en cuatro fases:



Tabla N° 6: fases comprendidas en la elaboración del biodiesel

<i>Fases</i>	
Transesterificación	Inicia en un reactor RPU 500, llevando el aceite a temperaturas correspondientes (60°C aprox.) y agregándole el metóxido de sodio. Conceptualmente, es la reacción química donde un grupo alcoxi es reemplazado por un alcohol, en este caso el metanol en presencia de una base (hidróxido de sodio). Como resultado se obtienen Ester-metílico (biodiesel) y glicerol.
Decantación	Con tiempos determinados de agitación y temperaturas adecuadas, para concretar una mezcla efectiva se deja dicho volumen en decantación (más de dos horas) para obtener la separación de fases, por la parte inferior glicerol y en la parte superior biodiesel. Esta separación se da por diferencias de densidades.
Lavado	En este caso en particular no se utiliza agua (<i>DRY WASHING</i>) y el filtrado se realiza por gravedad a través de una columna que contiene resinas iónicas especiales para la purificación del biodiesel. Estas resinas alcanzan una vida útil específica y constan de certificado de vuelco en rellenos sanitarios, ya que son biodegradables.
Almacenamiento	Finalmente el biodiesel es almacenado, extrayéndose muestras para realizar los estudios correspondientes y cumplir con los parámetros que la norma exige. El biodiesel puede ser almacenado por más de 10 meses, no presentando cambio alguno.

Fuente: elaboración propia.

Un subproducto importante del proceso es el Glicerol, que se obtiene como resultado de la reacción química del biodiesel en un 20% por bachada aproximadamente. Este, es utilizado para la elaboración de jabones y para “curar” la madera por su gran poder de lubricación y color uniforme. En la ciudad de Tandil y Azul, dos madereras muy grandes aplican este proceso con aceite de lino, no obstante el significativo menor valor económico del glicerol lo convierte en un excelente sustituto con similar funcionalidad.

Tecnología, calidad e infraestructura

NBD dispone de un laboratorio propio, donde se realizan las pruebas de calidad de sus insumos, de proceso y de producto final. En él se cuenta con bandas de ph para determinar la acidez del aceite recolectado, hasta los elementos necesarios para realizar una titulación. A su vez, se cuenta con un Karl Fischer, un Flash Point Cleveland copa abierta y está



equipado con todos los instrumentos e insumos necesarios para implementar los análisis de glicerina total y glicerina libre. Otros estudios son tercerizados en la Universidad del Litoral y Rosario, ya que Tandil no cuenta con laboratorios especializados en biocombustibles.

Para determinar la **viabilidad técnica** del biodiesel de NBD hecho a partir de AVU se analizaron los parámetros fundamentales para constatar el producto, demostrándose satisfactoriamente la calidad del mismo².

Por otro lado, respecto de infraestructura el emprendimiento cumple con todas las normas de seguridad correspondientes exigidas a nivel municipal y provincial, al momento de la gestión de habilitación³.

8. Viabilidad económica de la elaboración de Biodiesel a base de AVU

En este apartado se consideran tanto los mercados potenciales para la comercialización del biodiesel, como los precios de referencia y costos relativos que hacen a la viabilidad económica de la Iniciativa de Agregado de Valor.

Mercados potenciales

La empresa asienta geográficamente su estrategia comercial en Tandil y alrededores, con un radio aproximado de 150 km., para canalizar una producción potencial cercana a los 80.000 lts. mensuales. Los segmentos de mercados identificados por NBD son básicamente dos: vehículos particulares y micros de la red pública de transportes de la ciudad de Tandil.

El primer segmento, se conformaría de rodados de empresas de la ciudad (por ej. Don Atilio, Taeco y otras), y clientes del sector agropecuario que utilizan biodiesel en sus maquinarias, ya sean camionetas o equipos de chacra.

² Con fecha 25/08/2016 se obtuvieron los resultados correspondientes a calidad del Biodiesel, en el Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral – CONICET), los cuales dan cuenta de lo señalado.

³ Piletas de contención para los tanques, al 110%, matafuegos de 5 kg. y 10 kg., matafuego en carro en polvo de 25 kg para combustible, luces de emergencia, pozo contenedor, rejillas perimetrales para posibles derrames, salidas de emergencia, señalización del proceso, identificación de tanques, tanque de metanol en el exterior, personal capacitado para la manipulación de insumos, zonas de almacenaje de materias primas, zona de despacho de combustible, válvulas correspondientes de presión y vacío, cursos con ingenieros capacitados sobre Seguridad e Higiene y tanques con jabalinas y puesta a tierra.



Para el segundo segmento, se propone avanzar en establecer un convenio con la Municipalidad de Tandil, en el marco del proyecto presentado bajo la denominación “Creación de una imagen sustentable en el municipio de Tandil”, que se encuentra en fase de negociación con los representantes del Municipio. La esencia de tal iniciativa pública-privada es abastecer a los colectivos locales, contemplando los beneficios de tipo ambiental y económico. Específicamente, abaratar económicamente el boleto estudiantil.

Hasta el momento, el proyecto no ha avanzado a la etapa de implementación, ya que se necesitan habilitaciones que por la escala NBD Biodiesel no ha podido cumplimentar.

Precios de referencia y costos relativos

Como ya se ha descrito, los mercados definidos para el biodiesel son tres (3), de los cuales dos (2) constan de precios de referencia. En el caso del mercado de exportación, los precios efectivamente concertados en cada transacción; y en el caso del mercado del “Corte Fiscal”, los mismos son establecidos y publicados por la Secretaría de Energía de la Nación, de acuerdo a las variaciones que presentan los componentes de la fórmula utilizada.⁴

$$\text{CRCTE} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Costo del} \\ \text{Aceite de} \\ \text{Soja} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Costo del} \\ \text{Metanol} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Costo de} \\ \text{Mano de} \\ \text{Obra} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Resto de} \\ \text{Costos} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Retorno al} \\ \text{Capital} \\ \hline \end{array}$$

Dado que el mercado de exportación no es un segmento potencial viable para el emprendimiento, el precio de referencia es el correspondiente a la fórmula presentada y puntualmente para la categoría de empresa “Pequeña”⁵.

A su vez, el otro precio de referencia a considerar es el relativo al gasoil convencional, dado que es aquel utilizado por los clientes de los segmentos de mercado identificados.

⁴ - Costo de aceite: precio del aceite crudo de soja publicado por la Dirección de Mercados Agrícolas del Ministerio de Agricultura, multiplicado por un factor que comprende el consumo específico del aceite por tonelada de Biodiesel y el costo de adquisición. - Costo del metanol: promedio ponderado del precio por tonelada del último mes disponible del metanol utilizado para el mercado interno, multiplicado por el consumo específico de dicho producto por tonelada de Biodiesel.- Costo de mano de obra: valor actualizable en función de los acuerdos paritarios del sector.- Resto de costos: valor actualizable por IPIM.- Retorno de capital: 3% sobre los costos contemplados para cada categoría.

⁵ La Secretaría de Energía discrimina cuatro (4) tipos de empresas (Grande, Grande No Integrada, Mediana y Pequeña), favoreciendo diferencial y positivamente las de menor tamaño relativo



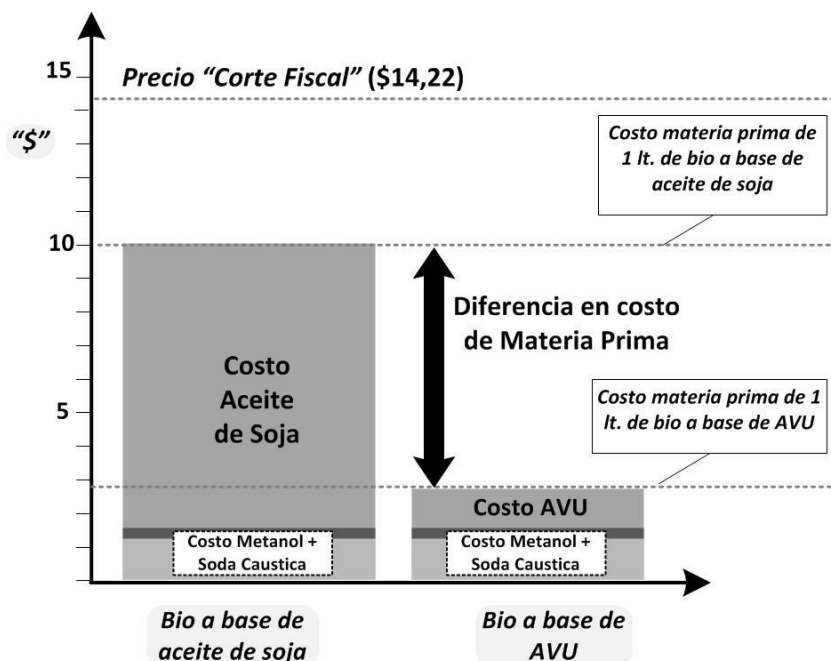
Tabla N° 7: Precios de referencia para el Biodiesel a base de AVU

Referencia	Pesos Argentinos por litro (marzo – año 2017)
Corte Fiscal (Categoría Pequeña)	\$ 14,22
Gasoil convencional (YPF, Grado 2, Agro)	\$ 16,73

Fuente: elaboración propia, en base a Secretaría de Energía de la Nación (2017)

En consecuencia, la viabilidad económica de la IAV encuentra su límite (precio máximo) en valores cercanos a los \$14,22 en términos de la eficiencia relativa de empresas de similares características.

Figura N° 1: Viabilidad económica de la producción de Biodiesel



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, en lo vinculado al otro componente de la viabilidad (costo relativo de elaboración), de los ítems contemplados en la fórmula el más oneroso resulta ser el aceite de soja, representando alrededor del 84% del costo en materia prima por litro de producción de biodiesel en base a aceite de soja. Actualmente (marzo, 2017) tiene un valor de 7.580 pesos por tonelada (FAS Teórico, DIMEAGRO, 2017). Por ende, el litro de aceite de soja



crudo se aproxima a los \$7,58. Como se expone en el gráfico, al reemplazarse esta materia prima por el AVU se reduce notablemente este ítem del costo, ya que sólo se le debe asignar a él el costo de recolección, más el costo de filtrado y acondicionamiento, que en un escenario conservador podría ascender a \$1 el litro.

Queda así evidenciada el margen que sustenta la positiva viabilidad económica de la producción de biodiesel en base de AVU.

9. Reflexiones Finales

Según la presente investigación, en la ciudad de Tandil se estima que el volumen de AVU generado al año asciende a 192.093 litros. El relevamiento realizado arrojó que en un 17% destina se lo destina a la firma RBA, un 7% se lo dona el AVU a apicultores y agricultores de la zona, un 60% desecha el AVU por el sistema cloacal o termina en el relleno sanitario, mientras que un 15% no informa ningún destino. Este significativo 60% (116.000 litros) de AVU fue el punto de partida para proponer el establecimiento en la localidad de una fábrica biodiesel a partir de AVU, demostrándose que técnicamente y a escala de “planta industrial pequeña” es factible, siendo sus principales factores críticos los siguientes:

- **Técnicamente** se demuestra que es factible recolectar el AVU, tratarlo y procesarlo para elaborar biodiesel, obteniendo un producto con las especificaciones técnicas requeridas por las normativas vigentes. Da cuenta de ello los análisis realizados por terceros calificados.
- **Operativamente** hay disponible en Tandil 192.093 litros de AVU para su utilización y el 60% de los establecimientos que lo disponen han colaborado en la prueba piloto y colaborarían de consolidarse este emprendimiento. Con esta cantidad de AVU anual, se podrían generar la misma cantidad de litros de Biodiesel a ser destinado a los clientes que NBD proyecta, con priorización del mercado potencial de los transportes de la ciudad propuesto en la iniciativa público privada ya descripta.
- **Económicamente**, una de las principales ventajas de la IAV es el bajo costo de la materia prima utilizada, el cual se compone por lo requerido en su recolección y acondicionamiento



-\$1- el litro, vs. el valor del litro de aceite crudo (normalmente de soja) -\$7,54-. Esto implica una significativa reducción en el costo de su materia prima principal.

- **Socioambientalmente**, el proyecto trae aparejado variados beneficios: a) se reutiliza y valoriza un desecho contaminante; b) se promueve el uso de biodiesel como complemento al diésel tradicional, con positivos impactos medioambientales; c) se realiza una propuesta en pos de la imagen limpia y sustentable de la ciudad; y d) se colabora con la educación en gestión ambiental en diferentes proyectos educativos y charlas informativas.

Si bien este caso no resulta ser la versión pura “de agregado de valor en origen”, dado que la “materia prima” es un bien intermedio de primera transformación (el aceite usado), es dable considerarlo como una IAV en función que un desecho “local” con valor económico casi nulo (o negativo, si se evalúan las externalidades ambientales) se reconvierte en insumo para una nueva actividad (procesamiento) que impulsa el reposicionamiento de otro sujeto productivo “local”.

A su vez, el biodiesel elaborado es equivalente al comercializado por las grandes empresas que exportan y/o participan del corte fiscal con combustible de origen fósil (efecto sustitución, y por ende, de captación), pero al haberse obtenido del procesamiento de un desecho, la iniciativa se retraduce en creación de valor, dado los mercados a ser atendidos. Más allá de esto, el énfasis está puesto en la contribución a la “preservación de valor”.

A su vez, y en virtud de la innovación (reutilización del aceite) propiciada por un sujeto productivo privado, se visibilizan aspectos que podrían ser contemplados desde “lo público”. Uno de estos aspectos es la principal restricción de esta IAV, ligada a la no adecuación de las normativas vigentes de “habilitación de plantas de biodiesel” para considerar condiciones y escalas técnicas, como las propuestas por NBD Biodiesel.

Otro aspecto sería el avance de forma más clara y con celeridad de nuevas formas de comercialización, que posibilite nuevos mercado formales más allá del corte fiscal, la exportación o el autoconsumo, para de este modo dar una vía factible a los pequeños emprendimientos, operando de salvoconducto en una cadena cuya gobernanza se encuentra



en manos de grandes actores multinacionales, y en consecuencia las posibilidades para los pequeños actores se encuentran restringidas.

10. Referencias bibliográficas

- AMANOR-BOADU, Vicent 2003. Preparing for Agricultural Value-Adding Initiatives: First Things First. Department of Agricultural Economics. Agricultural Marketing Rosurce Center. Kansas State University.
- ANDERSON David P. y HANSELKA Daniel, 2009. Adding Value to Agricultural Products. Agrilife Extension
- BACHMANN Janet y GEGNER Lance., 2002 Grain Processing: Adding Value to Farm Products. ATTRA. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas.
- BORN Holly y BACHMANN Janet, 2006. Adding Value to Farm Products: An Overview. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas.
- BOLWIG, Simon et al, 2010. Integratin Poverty and Environmental Concerns into Value-Chain Analysis: a Conceptual Framework. Development Policy Review, 2010, 28 (2): 173:194.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. 2007. Última versión. Disponible on line.
- CASTELLANO, Andrés y GOIZUETA, Mercedes. 2011 "Agregado de Valor: Industrialización de Grano de Soja. Análisis Económico Financiero de Inversión en Planta de Extrusado y Prensado". Dirección Nacional de Derechos de Autor, Expediente N°948004, Género Científico. ISBN 978-987-679-037-6.
- CASTELLANO, Andrés y GOIZUETA, Mercedes 2015, "Dimensiones Conceptuales en torno al Valor Agregado Agroalimentario y Agroindustrial". Trabajo presentado en la XLVI reunión anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, del 4 al 6 de Noviembre, Tandil, Argentina. (ISSN 1851-3794).
- CASTELLANO, Andrés Y GOIZUETA, Mercedes. 2017. El valor agregado en origen como política de desarrollo agroalimentario y agroindustrial. Revista Realidad Económica del Instituto Argentino para el Desarrollo Económico (IADE). Nro. 306. P 104-129. ISSN 0325 -1926.
- DÍAZ PORRAS, Rafael y BALLESTERO, Marjorie 2006. Evaluación del ciclo de vida aplicada en agrocadenas productivas: un instrumento de gestión ambiental para el diseño de políticas. Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica.
- EVANS, Edward. 2007 Agricultura con Valor Agregado: ¿Es lo correcto para mí? Food and Resource Economics Department, Florida Cooperative Extensión Service, Institute of Food and Agricultrual Sciences, University of Florida, Gainesville.
- FRANK *et al.* 2014. La Huella de Carbono en la Agroindustria. Editado por Ernesto Viglizzo. Anguil, La Pampa, Argentina. Ed. INTA.
- GOIZUETA, Mercedes y CASTELLANO, Andrés. 2015, "Aproximación Metodológica al Análisis de las Iniciativas de Agregado de Valor Agroalimentarias y Agroindustriales". IX JIEAA. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, del 3 al 6 de Noviembre. Trabajo completo en CD
- INGENIERÍA INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA.2015.Facultad de Ingeniería, UNAM, México., volumen XVI. Nro. 1.
- PARCELL, Joe et al, 2004. Capturing vs. Creating Value. File C5-05. Department of Agricultural Economics. University of Missouri.
- PELUPESSY, W. 1998. La cadena internacional del café y el medio ambiente, en Economía y Sociedad. Nro. 7, Escuela de Economía, Universidad Nacional.