

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES Y SOCIALES

Maestría en Estudios Ambientales

APROVECHAMIENTO DE ACEITES VEGETALES USADOS (AVUs)

Tesis para optar el Título de Magister

Realizado por

Isela Villegas Peña. Cód. 43283

Tutor

Dra.: Patricia E. Perelman

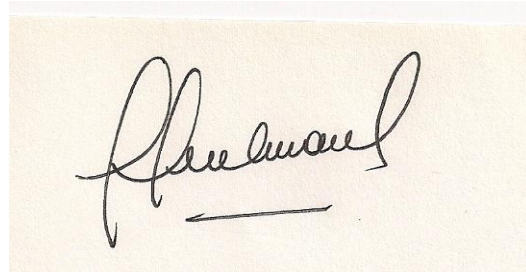
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES Y SOCIALES



Buenos Aires, Setiembre 2014

Nota de Aceptación

El presente trabajo de tesis está en condiciones de ser defendido

A photograph of a handwritten signature in black ink on a light-colored, textured paper. The signature is cursive and appears to read 'Rafael'. Below the signature is a horizontal line.

Firma del tutor

A photograph of a handwritten signature in black ink on a light-colored, textured paper. The signature is cursive and appears to read 'Rafael'. Below the signature is a horizontal line.

Firma

Director de la carrera

Firma

RESUMEN

Los aceites vegetales usados de fritura (AVUs) procedentes del sector hotelero, restaurantes o cocinas industriales, entre otros, representan actualmente un importante problema medioambiental. La mayor parte de estos AVUs representa una carga añadida para aguas residuales ya que se vierten directamente en las cloacas, desagües y cursos de agua, como lagunas, arroyos y ríos, con el consiguiente deterioro medio ambiental". (INTI, 2008, P.3). En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) no se cuenta con datos suficientes respecto a las características físico-químicas de los AVUs, por consiguiente, dificulta obtener información de la calidad de estos aceites reciclados, provenientes de los centros gastronómicos, para su posterior reutilización como materia prima, principalmente en la producción en biodiesel. De la misma forma no se cuenta con datos suficientes respecto a la disposición final de los AVUs, provenientes de los domicilios.

El presente trabajo se basó, en la obtención y análisis de AVUs, provenientes o reciclados del sector gastronómico (restaurantes), en nueve comunas elegidas aleatoriamente de la CABA, para su transformación a combustible (biodiesel). Se analizaron algunas características físico-químicas de estos reciclados en los laboratorios de las Plantas ECOPOR SA y Malvinas Argentinas. Para ello nos planteamos inicialmente las hipótesis:

(H1): -El contenido de ácido oleico de los (AVUs) en la (CABA), no supera el 5%, por lo que facilita su transformación a combustible (biodiesel) sin la necesidad de requerir equipos adicionales.

-Los AVUs de los domicilios en la (CABA), son desechados en mayor porcentaje a la basura, no siendo estos aprovechados como materia prima en la producción de combustible (biodiesel).

Recolectados los AVUs de restaurantes, de las diferentes comunas de la CABA, se analizó y se obtuvo información principalmente de la calidad estos respecto al contenido de ácido oleico (OL), este va a depender de las altas temperaturas a las que fue sometido y a la cantidad de veces que fueron re utilizados los (AVUs). Después de analizar las

muestras por comunas se hizo una comparación entre ellas, donde las comunas: **2, 11, 13, 7 y 14** tienen menor contenido de OL, en comparación con las comunas: **9, 4, 1 y 15**; haciendo estos un promedio de 2.72% de contenido de (OL), a la cual consideramos “calidad media.”

Seguido, se transformaron los (AVUs) a biodiesel para comparar las características de estos, con los requisitos que exige la norma IRAM. Finalmente se realizaron encuestas a nivel domiciliario en las nueve comunas, con el objetivo de conocer acerca de la disposición final, reciclaje y, si las personas conocen las utilidades de los AVUs.

Se concluye que, la obtención de biodiesel a partir de AVUs en la CABA, mediante el método de transesterificación básica, fue satisfactoria, pudiendo obtener biocombustible con propiedades físico-químicas dentro de los rangos aceptados por las normas IRAM 6515-1, esto debido a que los AVUs presentaron una “calidad media”, respecto al contenido de (OL), lo cual hace una alternativa muy importante para el aprovechamiento de este residuo. La disposición final de los AVUs, o el desecho de estos, en la CABA, son principalmente a la basura, seguido del vertido al sumidero y cloaca, así gran parte de las personas 79%, no sabe para qué o en que, se usan los AVUs. En la CABA, es mínima la cantidad de personas que reciclan los AVUs a nivel domiciliario, para su transformación a biodiesel u otras utilidades. Así mismo concluimos que en la CABA no se encuentran instalados “Puntos limpios” de recolección de AVUs de los domicilios, para que las personas pueden desechar estos, como plantea la Ley N° 3997.

Se recomienda a las autoridades, respecto a la aplicación de la Ley N° 3997 “Regulación, Control y Gestión de AVUs” gestionar, incentivar y asistir con frecuencia en la recolección de estos reciclados, ya que los generadores, en este caso (establecimientos gastronómicos), no están satisfechos, con los programas de gestión, por no contar con un adecuado y frecuente método de reciclado, como indica la ley y se ven obligados a desechar los AVUs a la basura. Así mismo se recomienda a la autoridad de aplicación, que empiece con la incentivación, difusión, promoción y concientización ciudadana, hacia los PGDs (Pequeños generadores domiciliarios), que no cuentan con “Puntos limpios” para reciclar sus AVUs, desperdiándose así una excelente materia prima para producción de combustible.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, principalmente a mis padres, Gonzalo Villegas y Matilde Peña, por el apoyo incondicional que me brindan a lo largo de mi vida, inclusive a la distancia sé que puedo contar con ellos, así mismo a todos mis familiares, amigos y mi prometido, que siempre me aconsejan y acompañan en las decisiones importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi tutora de tesis, profesores, compañeros de la Universidad por el apoyo brindado en el transcurso universitario, como estudiante y tesista; de la misma forma agradezco a la comisión universitaria por darle la importancia respectiva a este trabajo, a las empresas de producción de biodiesel, por abrirme las puertas de sus laboratorios y poder realizar los análisis respectivos de investigación. Y finalmente agradezco a todas las personas que me apoyaron en llevar adelante y finalizar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES, ESQUEMAS Y DIAGRAMAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPÍTULO II	
FORMULACIÓN DEL TRABAJO	3
2.1. Objetivos	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
2.3. Planeamiento del problema	3
2.4. Justificación de la investigación	5
2.5. Delimitación de la investigación	6
2.5.1. Espacial	6
2.5.2. Temporal.....	6

CAPÍTULO III

MARCO CONCEPTUAL7

3.1. Biocombustibles7

3.2. Biodiesel9

3.3. Biodiesel en el Mundo..... 11

3.4. Biodiesel en la Argentina 13

3.4.1 Precios internos del biodiesel y bioetanol24

3.5. Ley de Biocombustibles en la Argentina25

3.6. Ventajas del biodiesel28

3.7. Desventajas del biodiesel31

3.8. Rendimientos de las materias primas para la producción de Biocombustibles.....34

CAPÍTULO IV

ACEITES VEGETALES USADOS (AVUs).....37

4.1. Aceites Vegetales Usados AVUs37

4.2. Aceites Vegetales Usados para producción de biodiesel en Argentina39

4.3. Purificación de Aceites Usados para producción de biodiesel40

4.4. Normativa de los aceites vegetales usados en la CABA42

4.5. Materias primas para producción de Biodiesel44

4.5.1. Aceites vegetales tradicionales (1ª generación)45

4.5.1.1. Aceites de fritura usados.....45

4.5.2. Materias primas alternativas (2ª generación)46

4.5.3. Materias primas de (3ª generación)47

CAPÍTULO V

MÉTODOS Y PROCESOS PARA LA PRODUCCION DE BIODIESEL.....48

5.1. Métodos catalíticos de producción de biodiesel.....48

 5.1.1. Transesterificación con catalizador ácido.....48

 5.1.2. Transesterificación con catalizador alcalino50

5.2. Procesos para la obtención de Biodiesel (transesterificación con catálisis básica) ..51

5.3. Calidad del biodiesel.....52

CAPÍTULO VI

HIPÓTESIS.....55

Hipótesis nula55

Hipótesis alternativa.....55

Señalamiento de variables de la hipótesis.....55

CAPÍTULO VII

METODOLOGÍA DEL TRABAJO56

A) Zona de muestreo57

B) Metodología usada en el estudio de algunas. Características Física y químicas de los AVUs.....59

 B.a) Método para determinar % de humedad por estufa.....59

 B.b) Método para determinar el % de ácido oleico mediante titulación61

 B.c) Método para determinar los sólidos mediante centrifugación63

C) Metodología usada para realizar. Procesos de transformación de los AVUs en Biodiesel64

 C.a) Pre tratamiento de los AVUs.....64

 C.b) Insumos y materiales65

 C.c) Transesterificación básica.....65

C.d) Decantado.....	66
C.e) Lavado	67
C.f) Secado.....	68
C.1) Metodología usada para la determinación de algunas Características	
Físicas químicas del biodiesel. Calidad de biodiesel puro B100	69
C.1.a) Determinación del índice de acidez del biodiesel	69
C.1.b) Determinación del contenido de agua en el biodiesel. Método	
Karl-Fisher (KF).....	69
C.1.c) Determinación de las impurezas insolubles.....	71
C.1.d) Determinación de la densidad en el biodiesel	72
D) Metodología usada para realizar encuestas a nivel domiciliario en la CABA.....	72
D.a) Determinación del tamaño de muestra en la CABA	73

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS.....	76
8.1. Resultado de algunas Características físico-químicas de los AVUs	76
8.1. 1.Resultado del contenido de Humedad expresado en %	76
8.1. 2. Resultado del contenido de ácido oleico expresado en %.....	77
8.1. 3. Resultado del contenido de material sólido, en ml/100ml	79
8.2. Resultados de la determinación de algunas propiedades	
Física-Química de biodiesel. Calidad de biodiesel puro B100	81
8.3. RESULTADO DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS EN LA CABA	81
8.3.1. Resultado de la Pregunta 1: ¿Conoce los Aceites Vegetales Usados?	81
8.3.2. Resultado de la Pregunta n°2: ¿Cómo dispone de los Aceites	
Vegetales Usados?	82
8.3.3. Resultado de la Pregunta n°3: ¿Sabe para que se usan los AVUs?	83

8.3.4. Pregunta n° 3.1 ¿ Enque se usan los AVUs?84

DISCUSIONES86

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS88

CONCLUSIONES89

RECOMENDACIONES.....92

BIBLIOGRAFÍA93

ANEXOS.....101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción de biodiesel por continente.....	13
Gráfico 2. Producción de biodiesel en la Argentina 2007-2011	15
Gráfico 3. Exportaciones anuales en tn de biodiesel de Argentina 2007-2011.....	18
Gráfico 4. Exportaciones Argentinas de Biodiesel por destino	18
Gráfico 5. Evolución del mercado de biocombustibles en la Argentina.....	19
Gráfico 6. Distribución de capacidad instalada de biodiesel en Argentina.....	20
Gráfico 7. Producción de biodiesel (millones de litros)	21
Gráfico 8. Distribución geográfica de la capacidad de producción de biodiesel. Año2010.....	22
Gráfico 9: Competencia entre alimentos y biocombustibles en Argentina	33
Gráfico 10: Cantidad de biocombustibles que se obtiene de las diferentes materias primas. En litros/hectárea.....	35
Gráfico 11. Resultado del contenido de humedad	77
Gráfico 12. Resultado del contenido de ácido oleico	79
Gráfico 13. Resultado del contenido del material sólido	80
Gráfico 14: Encuesta, pregunta n°1, ¿Conoce los Aceites Vegetales Usados?	82
Gráfico 15. Encuesta, pregunta n°2. ¿Cómo dispone de los Aceites Vegetales Usados?	82
Gráfico 16. Encuesta, pregunta n°3. ¿Sabe para que se usan los AVUs?	83
Gráfico 17. Encuesta, pregunta n° 3.1. ¿En qué se usan los AVUs?	84

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro 1. Argentina. Exportaciones de biodiesel en el año 2007	14
Cuadro 2. Estructura de costo en la producción de biodiesel de soja.....	17
Cuadro 3. Biodiesel de soja producido en Argentina	23
Cuadro 4. Evolución de los precios internos de biocombustibles (moneda corriente)	24
Cuadro 5. Marco legal y regulatorio del biodiesel	26
Cuadro 6. Cupo Nacional por empresas.....	27
Cuadro 7: Prácticas comunes en la agricultura convencional y sus consecuencias.....	33
Cuadro 8. Proceso de degradación del aceite	38
Cuadro 9. Ventajas y desventajas de las principales vías de transesterificación de biodiesel.....	48
Cuadro 10. Normativa para biodiesel puro (100%) en Argentina.....	53
Cuadro 11. Formulario de encuesta.....	74
Tabla 1. Resultado del contenido de humedad expresado en %.....	76
Tabla 2. Resultado del contenido de ácido oleico, expresado en %.....	78
Tabla 3. Resultado del contenido de material sólido expresado en mililitros/100ml	79
Tabla 4: Propiedades del biodiesel puro B100	81

ÍNDICE DE IMÁGENES, ESQUEMAS Y DIAGRAMAS

Imagen n° 1: Mapa de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Señalamiento de las comunas donde se realizó la toma de muestras.....	58
Imagen n° 2: Muestras de AVUs recolectadas en las comunas de la CABA.....	59
Imagen n° 3: Determinación de la cantidad de ácido oleico	62
Imagen n° 4: Método para determinar la cantidad de solidos	64
Imagen n° 5: Decantación de biodiesel.....	66
Imagen n° 6: Separación de fases.....	67
Imagen n° 7: Lavado del biodiesel.....	68
Imagen n° 8: Encuestas realizadas en las comunas de la CABA	75
Esquema 1. Reacción de transesterificación con metanol.....	50
Diagrama n°1. Ciclo del CO2.....	30
Diagrama n°2. Proceso de producción biodiesel	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadro 1. Datos promedios para hallar el porcentaje de humedad

Cuadro 2. ANOVA para el porcentaje de humedad

Cuadro 3. Volumen gastado en titulante

Cuadro 4. ANOVA para hallar el porcentaje de ácido oleico

Cuadro 5. ANOVA para hallar el contenido de material solido

Tabla 1. Requisitos de Calidad de combustibles-Combustibles líquidos para uso en automotores biodiesel Puro B100 IRAM 6515-1

Imagen n°1: Encuestas realizadas en las comunas de la CABA

ANEXO de la LEY N°3.166

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

Según Montico y otros (2012) el 75% de las fuentes energéticas primarias (no renovables) a nivel mundial, están dominados por los combustibles fósiles, carbón, aceite, y gas natural, mientras que las fuentes renovables como la biomasa (procedente del aprovechamiento de la materia orgánica) no llegan al 19% del uso de energía a nivel mundial. A partir de año 2000 se está dando un fuerte incremento en el consumo de energía, a una tasa de 2,2%. En su trabajo Rozemberg y otros (2009) relatan que a principios de los años setenta, los combustibles fósiles ocupaban un 86% de la oferta total de energía, mientras que otras fuentes como la hidroeléctrica y nuclear llegaban en conjunto a menos del 2,5%. Por otra parte las llamadas fuentes renovables, representaban poco más del 11%. Después de más 40 años, los combustibles fósiles continúan representando el mayor consumo con el 80% de la matriz energética a nivel mundial, seguido por las fuentes renovables con un 10%, mientras que las fuentes hídricas y nucleares, representan el 10% restante del consumo energético.

El informe de la energía renovable del Fondo Mundial para la Naturaleza (2011) nos alerta acerca de que la forma en que producimos y usamos la energía hoy en día no es sostenible, ya que nuestras principales fuentes de combustibles fósiles: petróleo, carbón y gas, son recursos naturales finitos, y los estamos agotando a un ritmo rápido. Además, son los principales contribuyentes al cambio climático, y la carrera por los últimos recursos fósiles “baratos” evoca los desastres para el ambiente natural tales como el caso del derrame de petróleo de la empresa BP en el Golfo de México.

Una fuente de energía renovable sostenible es la única manera en la cual podemos garantizar energía para todas las personas y evitar una catástrofe ambiental.

A causa de lo expuesto anteriormente, Goldstein y Gutman (2010) en su documento de trabajo también hacen sus comentarios sobre la importancia de los biocombustibles en todas las agendas de producción e inversión privada y en las políticas públicas y estatales. Entre los factores que explican esta demanda y la importancia creciente, están la búsqueda de fuentes alternativas de energía, para disminuir la dependencia de los combustibles

fósiles (básicamente petróleo), el aumento en los precios del petróleo, está teniendo un impacto en los países importadores de energía, medioambientalmente estos países buscan disminuir los gases de efecto invernadero (GEI), de acuerdo a los convenios internacionales. Según Garrido (2010), la producción de biocombustibles en Argentina está basada principalmente en la producción de combustibles a base de alcohol tiene unos 80 años. Mientras que la producción de biocombustibles a partir de cultivos comerciales aumentó en los últimos 10 años y ha provocado una concentración de la producción agrícola monocultivo, basado en capital intensivo. Mientras tanto la producción de biodiesel se inició efectivamente a finales de los años noventa. Los primeros proyectos y propuestas legislativas relacionadas con la producción de biodiesel surgen a partir del año 1999.

Entre los biocombustibles se encuentra el biodiesel, que es un combustible líquido, capaz de reemplazar al gasoil, porque se obtiene de materias primas renovables como aceites de soja, palma, colza o jatropha y también de aceites de cocina usados o grasas animales, para su transformación a biodiesel, estos aceites se someten a un proceso químico. Pochat (2009) describe que este biodiesel puede usarse en forma pura B100 o mezclado en cualquier proporción con gasoil regular en motores diésel, los cuales no requieren modificación.

Para Chidiak y Rozemberg (2012) en Argentina durante los últimos 15 años, el sector productor de biodiesel se ha constituido en uno de los más dinámicos de su economía, al igual que la productividad de la cadena soja-aceite. Este desarrollo ha ocurrido al igual que otros países los cuales implementan políticas para generar y fomentar el crecimiento en sus mercados de biocombustibles, así contribuir a diversificar la matriz energética y lograr algún grado de sustitución de los combustibles fósiles. Esto trajo aparejado el surgimiento de diferentes actores y sectores en torno a la sostenibilidad ambiental, económica y social del sector. Otra forma de obtener biodiesel es a través de la recuperación de aceites vegetales usados (AVU's) en la cocción de alimentos, y evitando al mismo tiempo la contaminación de cursos de agua y/o suelos. Esta modalidad se constituyó en una política activa y promocionada en todos los países. Según Burín (2009) en la Argentina prácticamente no hay ninguna localidad importante que no haya promulgado ordenanzas relativas a su recolección y su destino para "producir biodiesel", con pocos resultados efectivos hasta ahora.

CAPÍTULO II

FORMULACIÓN DEL TRABAJO

2.1. Objetivos

Este trabajo de tesis, propone en términos generales:

* abordar aspectos relacionados, con la producción de energía a partir de reciclados o residuos, obteniendo, caracterizando la calidad de los Aceites Vegetales Usados (AVUs) y su posterior derivado (biodiesel).

*determinar la calidad de estos a través de las características físicas químicas (acidez, material sólido, humedad) en el área de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), para saber qué tipo de tratamiento previo deben tener estos reciclados antes de convertirlo en biodiesel.

2.2. Objetivos Específicos

Establecer las principales características Físicas y Químicas del AVUs
(Acidez, humedad, material solido)

- Determinar la calidad del AVUs en relación al porcentaje de ácido oleico
- Obtener derivado de los AVUs (biodiesel)
- Comparar el porcentaje de ácido oleico de los AVUs, entre comunas
- Realizar encuestas a nivel domiciliario acerca del conocimiento sobre los AVUs y su disposición

2.3. Planeamiento del Problema

El consumo de energía en todo el mundo, ha crecido notablemente en los últimos 200 años y en las últimas décadas se han hecho insostenibles los suministros y la seguridad energética, ya sea a corto o a largo plazo. Estos factores ahora ocupan sitios prioritarios en las agendas políticas y sociales a nivel mundial. La WWF (Fundación Mundial para la

naturaleza) (2011) en su informe sobre energía renovable, indica que el crecimiento en la demanda mundial de petróleo se explica fundamentalmente por el crecimiento del consumo del transporte, existiendo dudas u opiniones contrapuestas sobre la duración de las reservas comprobadas a nivel mundial y en particular con relación a la producción anual máxima que podrían aportar dichas reservas. Esto conlleva a la dependencia y crecimiento del petróleo importado, principalmente por los países desarrollados tales como Estados Unidos, Europa, Japón, seguidas por las economías emergentes como China, India y finalmente países en desarrollo no productores de petróleo. Según la Pistonesi y otros (2008), los países que abastecerán esta demanda se encuentran principalmente en América Latina como, Venezuela y México, algunos países de medio Oriente y Rusia.

“Sin embargo, lo que hoy marca la diferencia con respecto a los impulsos anteriores, es la promoción de los biocombustibles como una alternativa para la mitigación de gases efecto invernadero (GEI) frente al uso de los combustibles fósiles, permitiendo a los países cumplir con los compromisos de reducción de GEI adquiridos bajo el Protocolo de Kioto, compromisos que serían profundizados bajo un nuevo acuerdo post-Kioto (actualmente bajo negociación)”. (Duffey A. 2011, P.11)

INTI (2008) informa que los Aceites Vegetales Usados de fritura (AVUs) procedentes del sector hotelero, restaurantes o cocinas industriales y otros, representan preocupación por parte de las autoridades y la población en general, debido a que representan una carga añadida para aguas residuales ya que se vierten directamente en las cloacas y desagües, de la misma forma se vierte a cursos de agua, tales como lagunas, arroyos y ríos, provocando esto un deterioro en el medio ambiente. A su vez, es importante resaltar, que en algunos casos, estos aceites se reutilizan como insumos en productos, para la alimentación humana, esta reutilización de Aceites Vegetales Usados, están prohibidos por la legislación del Código Alimentario Argentino (2012). En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, no se cuenta con datos suficientes respecto a las características físico-químicas de los AVUs, por consiguiente, se dificulta obtener información de la calidad de estos aceites reciclados, provenientes de los centros gastronómicos, para su posterior reutilización como materia prima en diferentes usos industriales, principalmente en la producción de

biodiesel. De la misma forma no se cuenta con datos suficientes respecto a la disposición final de los Aceites vegetales usados AVUs, provenientes de los domicilios en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

2.4. Justificación de la investigación

Ley de biocombustibles No.26.093 (2006) Afirma que, en Argentina se impone, entre otras cosas, la obligación que todo combustible líquido caracterizado como gasoil o diesel oíl, que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá ser mezclado con biocombustible denominada "biodiesel", en un porcentaje del (5%) como mínimo de este último, medido sobre la cantidad total del producto final. Esta exigencia se pone en vigor a partir del año 2010 y para el año 2011 subirá a un 7%.

Si bien los AVUs son aceites reciclados, sirven como materia prima en la producción de biodiesel, si bien tiene problemas como alta acidez, contenido en agua y material sólido en suspensión, se realiza un tratamiento previo para dejarlo en condiciones óptimas para ser usado como materia prima para producir biodiesel.

La recuperación de AVUs de la cocción de alimentos, evita su desecho en las redes cloacales o su vertido en el suelo en áreas no servidas, por la importancia que tienen AVUs, como materia prima, se constituyó en una política activa y promocionada en todos los países. (INTI, 2009, p. 2,3)

Ley Nro. 3 166 (2009), Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales, Grasas de fritura Usados (2009) Donde se prohíbe el vertido de aceites y grasas luego de su primera fritura, solo o mezclado con otros líquidos, con destino directo o indirecto a colectoras, colectores, cloacas máximas, conductos pluviales, sumideros, cursos de agua, vía pública o el suelo. Se crea el REGOTAVUS (Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de AVUs). Donde deben inscribirse las personas físicas o jurídicas que tengan por objeto realizar las tareas de generación, recolección, manipulación, almacenamiento y transporte, y finalmente tratamiento y disposición final de AVUs.

Por la importancia que tiene usar aceites reciclados para producir combustible, es que permite darle un uso a un desecho contaminante.

2.5. Delimitación de la investigación

2.5.1. Espacial

Este trabajo de investigación se realizó en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), de donde se tomó las muestras de Aceites vegetales usados (AVUs), y se analizó en las instalaciones de los laboratorios químicos de las empresas ECOPOR SA. y la municipalidad Malvinas Argentinas.

Se realizaron encuestas en la CABA acerca de los AVUs y su disposición final, a nivel domiciliario.

2.5.2. Temporal

Este trabajo de investigación se realizó entre el 2do semestre del año 2012 y el primer semestre del año 2013.

CAPÍTULO III

MARCO CONCEPTUAL

3.1. Biocombustibles

Los biocombustibles, son energías renovables, estos provienen de recursos regenerativos, es por esta razón que son diferentes a los combustibles fósiles. Del consumo total de energía a nivel mundial, el 12% se obtiene de fuentes renovables, como la energía hidroeléctrica, biomasa y en menores cantidades de otras fuentes como la energía geométrica y eólica. En el informe de Machado (2010) sobre biocombustibles se menciona que debido a los problemas en el precio del petróleo, la disminución de las reservas, inestabilidad política en los países productores de petróleo y la demanda ambiental, se considera viable las fuentes renovables de energía, para revertir este cuadro. La Agencia Internacional de Energía (IEA, 2009) calcula que dentro de 20 años, la energía consumida por la humanidad será aproximadamente 30% de fuentes renovables.

Como menciona Carrizo y otros (2009) la biomasa, es una fuente importante de energía, e históricamente se ha usado y aún en ciertos lugares la leña, las grasas vegetales o animales han sido y son los únicos recursos disponibles para cubrir necesidades básicas domésticas, como cocción, calefacción, iluminación. A lo largo del tiempo, las industrias también han consumido volúmenes considerables de leña, pero los combustibles fósiles y otras fuentes de energía, han ido sustituyendo progresivamente a la biomasa como fuente de energía. En la actualidad conviven sistemas bioenergéticos tradicionales extractivistas (leña, carbón vegetal) con sistemas innovadores y modernos (bioetanol de caña de azúcar o maíz, biodiesel de palma o soja, bioelectricidad a partir de residuos agroforestales o biogás de residuos urbanos).

Según el informe de Torres y Carrera (2010) los biocombustibles, también pueden ser llamados biocarburantes de manera indistinta, son combustibles líquidos o gaseosos que se producen a partir de biomasa, considerada esta materia orgánica biodegradable que no se encuentra en estado fósil, estas producen energía mediante un proceso de transformación como, (fermentación alcohólica, ácidos grasos o descomposición anaeróbica).

Los biocombustibles se utilizan mayoritariamente, en el sector del transporte como:

- Biodiesel: se produce a partir de la reacción de los aceites vegetales o grasas animales con alcohol.
- Bioetanol: se produce a partir de la fermentación de la materia orgánica con altos contenidos en almidón (como cereales, caña de azúcar y remolacha).
- Biogás: es un gas compuesto principalmente por metano, formando por la degradación de materia orgánica

Los principales países productores de biocombustibles según Goldstein y Gutman (2010) son EEUU que produce etanol de maíz, Brasil produce etanol a partir de caña de azúcar, la Unión europea produce biodiesel de colza. Diversos países participan en la oferta de etanol como Australia Canadá, China entre otros. Respecto al biodiesel se registra incremento importante en países del sudeste asiático como Malasia, Indonesia, Singapur y China, de América latina, Brasil, Argentina y de Europa del Este Rumania y Serbia. El tipo de biocombustibles que cada país produce, depende de la oferta de materia prima, clima, geografía, conformación de la producción agropecuaria, etc. Así mismo de las tecnologías disponibles y las políticas públicas.

Carrizo y otros (2009) mencionan que la nafta y el diesel representan 53% de la demanda de productos derivados del petróleo y esta demanda se incrementa 1,5% por año para el transporte, mientras que las alzas del precio del petróleo y el problema de las emisiones de CO₂ llevan a buscar otras alternativas. En este contexto se fortalece la posición de los biocombustibles en el mercado energético mundial, aunque no represente más que una parte pequeña de la biomasa utilizada con fines energéticos y una fracción muy pequeña en el total de la energía consumida.

En un estudio realizado por Ganduglia y otros (2009) indican que los biocombustibles aparecen como alternativas de solución a estos problemas, principalmente para independizar las economías a base de combustibles fósiles, para el desarrollo de economías agrícolas regionales y para la reducción de los gases de efecto invernadero. Para ello los países y organismos a nivel mundial empezaron a regular el uso obligatorio de estos en ciertos porcentajes y facilitaron subsidios para su producción, de esta forma

incentivar la producción de biocombustibles. Pero diferentes estudios científicos en el mundo, muestran preocupación sobre la real sustentabilidad de estos en cuanto a la producción, principalmente cuando se analiza su ciclo de vida completo, considerando el cambio de uso de la tierra un factor importante, es así que surge preocupación a nivel mundial que, si los biocombustibles son realmente sustentables. En consecuencia los países y organismos están tratando de estandarizar criterios y mecanismos para los cálculos de emisiones correspondientes que confirmen estas preocupaciones o no, así se definirá un requerimiento de producción sostenible que ya está empezando a gestar y difundirse en Europa.

Debido a la crisis del petróleo en los años '70, Argentina tanto Brasil apuestan por programas como Alconafta, que consiste en el uso y promoción del alcohol como combustible. En 1979, en la provincia de Tucumán y otras provincias azucareras, el programa alconafta se extendió con rapidez llegando a 12 provincias. En 1987, se llegaron a consumir más de 200 millones de litros de alcohol anhídrido. Finalmente el programa fue relegado y terminó por desaparecer, esto debido a la subida en los precios del azúcar y al contrashock del petróleo.

En los años '90, con la desregulación del sector de energético, las privatizaciones y la federalización de los recursos del subsuelo, se intensificó la explotación de hidrocarburos para los mercados internos y especialmente para su exportación. El gas natural absorbió el aumento de demanda, se extendieron las redes de distribución domiciliaria, creció el parque automotor a gas natural comprimido (en 2009, cuenta con 1,6 millón de vehículos) y se multiplicaron las centrales eléctricas que utilizan gas como materia prima, especialmente las de ciclo combinado.

En marzo de 2006, en Argentina se sancionó la Ley 26.093, que impone la mezcla de combustibles fósiles con un 5% de biodiesel o bioetanol a partir de 2010.

3.2. Biodiesel

Entre los biocombustibles, el biodiesel es líquido, obtenido a partir de lípidos naturales o grasas animales, con o sin uso previo, para ello debe pasar por procesos industriales

llamados esterificación y transesterificación, de esta forma el biodiesel obtenido será utilizado como sustituto total o parcial del diésel obtenido del petróleo.

Según los informes del CADER (2013) la mezcla de biodiesel con gasoil/fuel-oíl que son procedentes de la refinación petrolera, puede darse en diferentes cantidades, generalmente esto va a depender del planteamiento de las norma de cada país. Para la mezcla de estos, se utilizan diferentes abreviaciones según el porcentaje por volumen de biodiesel, por ejemplo mezcla: B100 solo se utiliza biodiesel, otras B5, B15, B30 O B50, el porcentaje es el que indica el volumen de biodiesel en la mezcla.

El uso de Aceites Vegetales Usados, como combustible, menciona Cárdenas Almena (s.f.), no es una novedad. En una exposición en Paris en 1900, presentaron el “el motor de aceite” fue el primer motor diesel que funcionaba con aceite de cacahuate, su creador el alemán Rudolf Diesel. Uno de los objetivos de este inventor era potenciar la agricultura como fuente de energía, a partir de ello se hicieron deferentes ensayos con diferentes aceites vegetales para sustituir el gasoil. Es notorio que se ha recurrido al uso de los aceites vegetales para sustituir al gasoil cuando este presenta problemas de abastecimiento, especialmente en las guerras mundiales. El desarrollo tecnológico en el campo de los motores se intensifica y se basa en el gasóleo barato derivado del petróleo, que tienen características muy específicas, generalmente después de las guerras mundiales, como consecuencia se abandona el empleo de aceites vegetales usados como combustible para motores diesel, que resultaban más costosos y presentaban características físico-químicas menos contante.

Se plantea el ahorro de energía y la reutilización de recursos energéticos renovables, reiniciándose la investigación en el campo de los biocombustibles líquidos de origen vegetal, a partir de la primera crisis petrolera en 1973.

“El contenido energético del biodiesel o el B100 no varía significativamente respecto del diésel fósil. Esto se debe a que el contenido energético de las grasas y aceites utilizados en la fabricación del biodiesel no varía sustancialmente respecto al de los componentes utilizados para producir el diésel de origen fósil. Por lo tanto el B100 obtenido a partir de la mayoría de las materias primas disponibles tendrá el mismo impacto en la economía de combustible, la potencia y el torque que un diésel convencional”. (Ganduglia, 2009, p.13)

Nelson (2009) de la American Society for Testing and Materials (ASTM), describe el término “biodiesel” como esteres monoalquílicos de ácidos grasos, generalmente esteres de ácido metílico grasos, que se producen a partir de aceites de cocina usados o cualquier otro aceite vegetal, inclusive de grasa animal. Para ello se lleva a cabo una reacción química llamada transesterificación, que básicamente transforma los aceites a biodiesel.

La materia prima utilizada en el mundo es muy variable, Estados Unidos por su parte tienen como principal materia prima la soja, Europa la produce aceite a partir del cultivo de colza. En otros países del mundo el aceite de palma es una materia prima muy importante.

Algunos países usan biodiesel 100%, o B100, como combustible, aún no está claro si los motores diésel o las calderas son totalmente compatibles con el B100. Por lo tanto, resulta mucho más común utilizar el biodiesel como mezcla con diésel de petróleo a niveles que van de 2 (B2) a 20 (B20) por ciento por volumen.

3.3. Biodiesel en el Mundo

El biodiesel en el mundo ha presentado diferentes niveles de éxito, debido a que las características industriales del mercado son diferentes. Solo hay dos mercados mundiales de biodiesel que han demostrado en los últimos años ser contundentemente exitosos: Francia y Argentina. Otros países como los Estados Unidos, por su parte, presentan una industria excesivamente atomizada caracterizada por plantas demasiado pequeñas, las cuales sin subsidios importantes no son rentables.

El reporte trimestral del CADER (2011) menciona que los países europeos en general tienen un exceso de capacidad instalada y una falta de materia prima, a Australia le falta un marco regulatorio adecuado para impulsar esta industria; Malasia tiene una industria a base de una materia prima – la palma - que el mundo mira con recelo por tratarse de alimento; y Brasil requiere de precios muy altos a su biodiesel para contrarrestar la ineficiencia de su industria.

“Entre los principales aceites vegetales usados se encuentran los de colza, palma, soja, girasol, jatropha, semilla de algodón, canola, grasas animales y aceites usados.

La investigación en materias primas es liderada principalmente por Estados Unidos, China, Japón, India, Alemania y Turquía, que trabajan primordialmente en soya, colza, girasol y palma. Se observa una estrecha relación entre la disponibilidad de materia prima y la publicación de artículos científicos ya que cada país investiga principalmente sobre la materia prima que tiene disponible. También se consideran materias primas de importancia a las grasas animales, los aceite de cocina y, tal vez el más promisorio sea, el *Jatropha Curcas*". (Ganduglia, 2009, p.2)

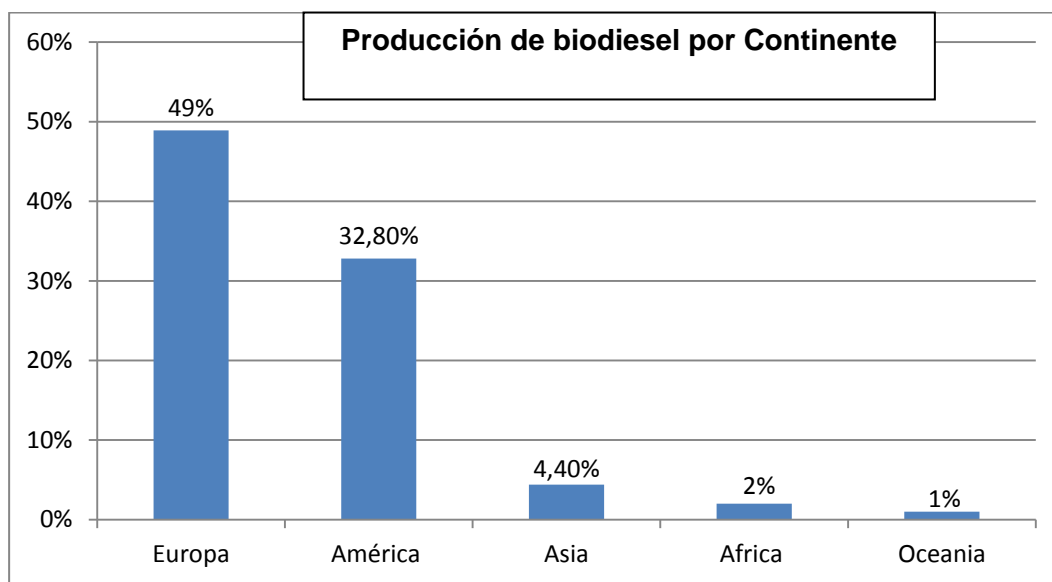
Según los datos del IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), en los últimos 9 años, la producción mundial del biodiesel se ha multiplicado por 10, hasta alcanzar los 15.000 millones de litros al año en 2009. Los expertos sostienen que en los próximos años el sector de los biocombustibles seguirá expandiéndose pero a un ritmo diferente. Las previsiones indican que el mercado mundial de bioetanol se duplicara, debido principalmente a la rápida expansión de los biocombustibles en Estados Unidos, y el biodiesel crecerá considerablemente en Europa. La tasa acumulativa de crecimiento anual entre 2009 y 2020 será del 10,1%.

La producción de biodiesel varía alrededor del mundo, esto debido a que cada país es autónomo de establecer políticas y normas específicas, en el desarrollo e incentivo de los biocombustibles.

Respecto a la producción de bioetanol también ha aumentado significativamente, pasando de 20.000 millones de litros al año 2000 hasta 90.000 millones en 2009. La mayor parte de este crecimiento se ha registrado principalmente en Estados Unidos, Brasil y Alemania que aglutinan más de la mitad de la producción de biodiesel y más de las tres cuartas partes de la producción de bioetanol.

Como se muestra en el grafico 1, Torres y Carrera (2010) Europa lideró el mercado de biodiesel en 2009, con una cuota de producción de 49.8%. El segundo puesto lo ocupó el continente americano con una cuota cercana a 33%. Los cinco principales países productores a nivel mundial durante el año 2009 fueron Alemania, EE.UU, Francia, Argentina y Brasil, que en su conjunto producen el 68,4% del total del biodiesel del mundo. Australia es el mayor productor en la región Asia-Pacífico, seguido de China y la India.

Gráfico 1. Producción de biodiesel por continente



Fuente: *Infinita Renovables: Informe sectorial 2010. Torres y Carrera 2010*

3.4. Biodiesel en la Argentina

Argentina es un país productor y exportador importante de biodiesel a nivel mundial, produciendo esencialmente a partir del aceite de la soja. Sus primeras exportaciones de biodiesel se efectuaron durante el 2007, donde exportó casi 320 mil toneladas por un monto de US\$268 millones, cuyos principales destinos fueron Estados Unidos y la UE (Alemania y Países Bajos) según el Programa Nacional de Biocombustibles de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) (Ver cuadro 1).

La producción en Argentina de biodiesel comenzó en los 90, informaron Goldstein y Gutman (2010), en esta época se producía biodiesel a pequeña escala y para autoconsumo. A partir del año 2006 empezaron a trabajar algunas plantas medianas, para el año 2007 ingresan empresas grandes y se amplía significativamente la capacidad de producción. Diecinueve plantas fueron habilitadas desde el año 2007, a partir de la reunión de alrededor de una treintena de empresas y con una capacidad que supera los 2,4 millones de toneladas por año.

Esta producción de biodiesel se conformó como un eslabón suplementario de la cadena de la soja, cultivo que se está expandiendo desde la Pampa hacia el norte. Secretaría de Energía (2010)

Cuadro 1. Argentina. Exportaciones de biodiesel en el año 2007.

Destino	Cantidad (t)	Valor(miles US\$)	Participación	Precio promedio (US\$/t)
EEUU	242 948	207 351	76,1 %	853
UE	75 537	60 539	23,7 %	801
Paraguay	355	339	0,1 %	946
Australia	250	194	0,1 %	775
Total	319 093	268 422	100%	841

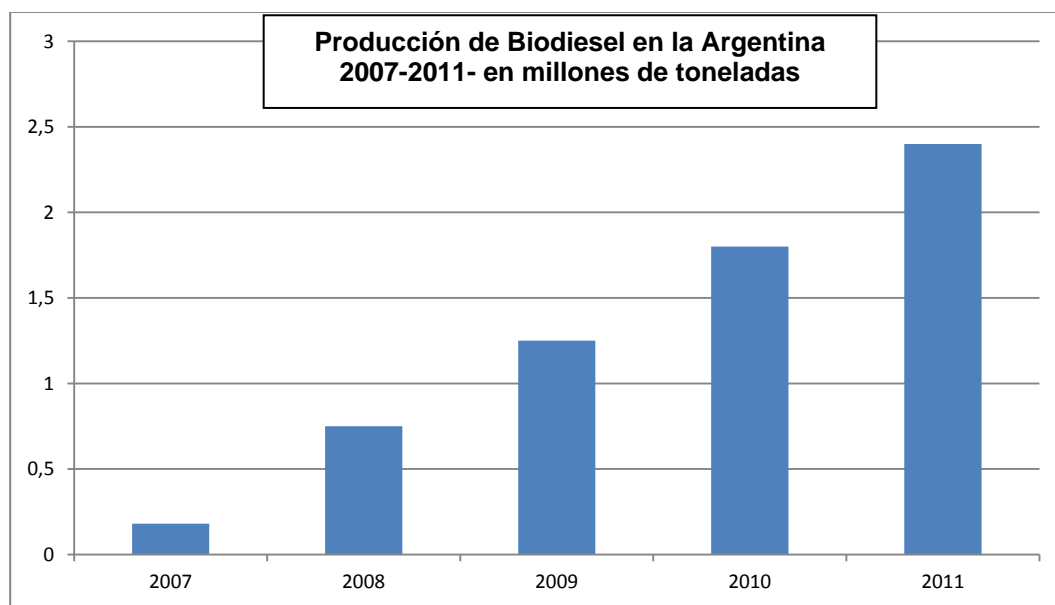
Fuente: Programa Nacional de Biocombustibles con datos de Aduana, SIM.

De acuerdo a informaciones del IICA (2010) en el año 2007 el consumo interno de biodiesel en el país es prácticamente nulo, por lo tanto las exportaciones del 2007 pueden ser consideradas como una aproximación representativa de la producción argentina de biodiesel. De acuerdo con proyecciones de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH), la producción de biodiesel en este país durante el 2008 se ubicó en 1,35 millones de toneladas. Desde ese año (2007), donde se realizaron las primeras exportaciones de biodiesel desde la provincia de Santa Fe, hasta ahora, la producción de biodiesel no ha parado de crecer, así se convirtió en una de las agroindustrias con mayor tasa de crecimiento en los últimos 5 años. Argentina se transformó en uno de los principales exportadores de biodiesel a nivel mundial con inversiones que superan los 4.300 millones de pesos y la creación de más de 6.000 nuevos puestos de trabajo.

En un informe de la CARBIO -Cámara Argentina de Biocombustibles- (2012) indica que la Argentina, en estos años se consolidó como uno de los mayores polos de producción de biodiesel a nivel mundial, sumando esta producción como un eslabón agregado de valor al

complejo agroindustrial Argentino. En el mercado interno se utiliza mezclas de gasoil con biodiesel, diversificando de esta forma la matriz energética nacional, agregando valor al complejo sojero y sustituye las importaciones de gasoil por un combustible renovable de producción nacional, que cuenta con tecnología y escala que lo ubica entre los más eficientes del mundo. Como muestra el gráfico 2, la industria del biodiesel en Argentina muestra un crecimiento explosivo desde sus comienzos en 2007, año en que se produjeron cerca de 180.000 toneladas, pasando a 2,4 millones de toneladas para el año 2011. O sea un incremento de más de 13 veces en 5 años de vida.

Gráfico 2. Producción de biodiesel en la Argentina 2007-2011



Proyectado, Cámara Argentina de Biocombustibles-CARBIO, 2012

Para el uso de combustibles mezclados como diesel-biodiesel, existen especificaciones de calidad que estos deben cumplir, tanto los combustibles separados y la mezcla de estos, con el objetivo que tengan un correcto funcionamiento en los vehículos, para ello el proveedor deberá certificar por su parte.

De acuerdo al informe de Ganduglia (2009) las empresas petroleras que compren biodiesel para mezclar con diesel que ellos mismos produzcan, exigen a los productores de biodiesel que cumplan con las especificaciones correspondientes. Los que generalmente

acceden a una certificación por parte de las certificadoras internacionales de calidad como ISO, son las grandes productoras de biodiesel, que hacen contratos para asegurar la calidad de su producto. Sin embargo, también puede suceder que el gobierno exija a las empresas petroleras que compren el biodiesel a pequeños productores no certificados. En este caso, el comprador debería asegurar la calidad del biodiesel realizando el mismo los controles de calidad en planta. Se recomienda que las empresas petroleras desarrollen un plan para tener proveedores confiables.

Hilbert y otros (2012) afirman, que el crecimiento en los precios del biodiesel y el crecimiento de los commodities analizados no es casualidad, ya que es obvio que la soja es el principal insumo del cual se produce biodiesel, por ello la soja se encuentra enmarcada dentro de un sistema productivo que no puede ser analizado de manera separada. A nivel mundial muchos factores políticos y de mercados locales como internacionales, explican su desarrollo y crecimiento alrededor del mundo. Resulta interesante notar la estructura de costos en la producción de biodiesel de soja.

Las empresas de gas y petróleo cargan con el costo de retirar el biodiesel de las plantas para llevarlos a las refinerías así como también los distintos costos administrativos que esto conlleva. El reducido margen que produce puede explicar la razón que explique el retraso en la puesta en marcha del corte obligatorio.

Según el Instituto Argentino de la Energía General Mosconi, el aceite de soja explica el 74.9% del costo del biodiesel. El Metanol explica el 8.6% y es el segundo en importancia. (Ver cuadro 2). La resolución nº 7/10 establece la fórmula usada para determinar el precio (calculada mensualmente y publicada por la Secretaría de Energía) para el biodiesel.

Cuadro2. Estructura de costo en la producción de biodiesel de soja

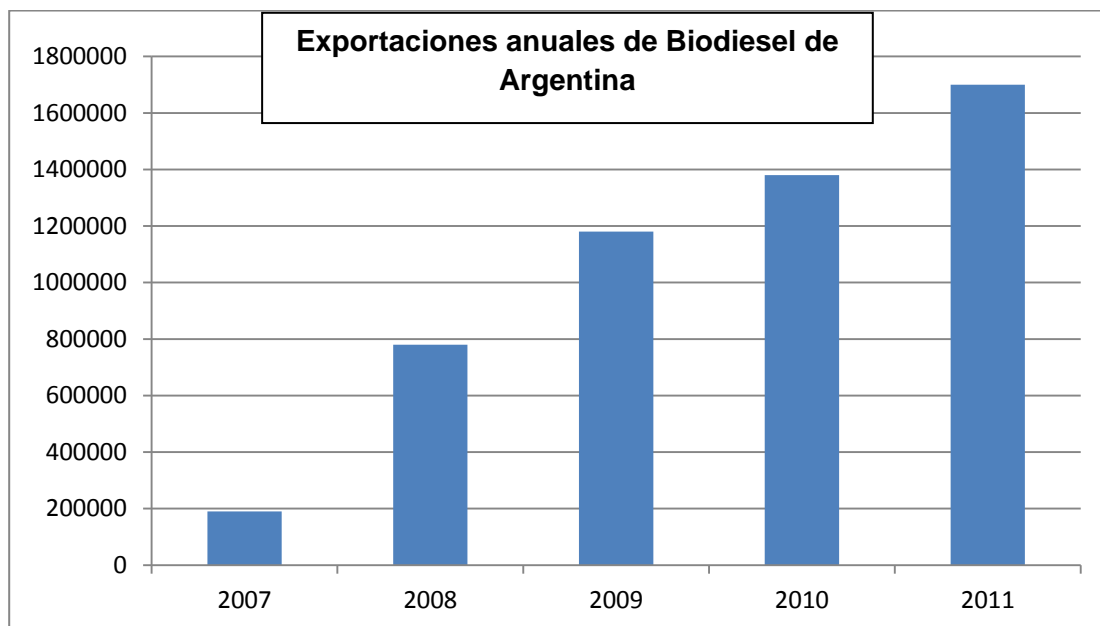
Insumo	% Costo Total
Aceite	74.9%
Metanol	8.6%
Soda Cáustica	1.2%
Ácido Sulfúrico	0.7%
Agua de enfriamiento	0.4%
Vapor	0.9%
Energía eléctrica	0.5%
Mano de Obra	8.2%
Amortización	4.6%

Fuente: Instituto Argentino de la Energía General, Mosconi (2006)

La exportación de biodiesel de Argentina en el 2011 según la CARBIO (2012) fue de casi 1,7 millones de toneladas, esto representó un valor de casi 2.000 millones dólares. Esta cantidad de biodiesel pone a la Argentina hoy como líder mundial en exportación de este producto. (Ver gráfico 3).

Hoy por la cantidad en producción de biodiesel y por el uso de aceites en su producción, convierte a los aceites en una manufactura de origen industrial. Si bien la Unión Europea tiene restricciones a la importación de aceites vegetales, que suma valor agregado. En el gráfico 4, se puede observar que se amplía los destinos de exportación del complejo sojero a países como la Unión Europea.

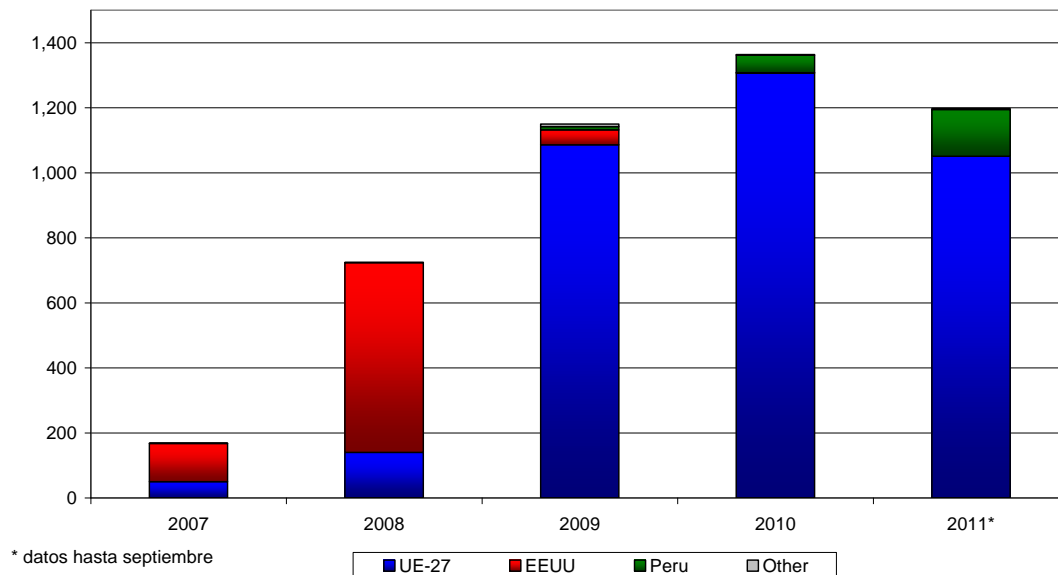
Gráfico 3. Exportaciones anuales en tn, de biodiesel de Argentina 2007-2011



Fuente: MRT (en base a datos de Aduana)

Gráfico 4: Exportaciones Argentinas de Biodiesel por destino

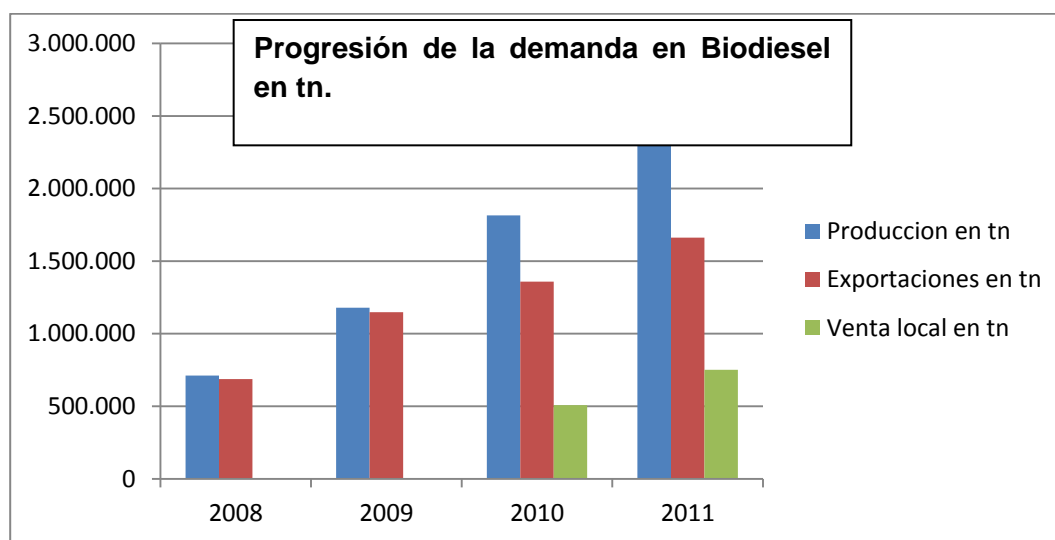
Exportaciones Argentinas de Biodiesel por Destino
2007-2011 - en miles de toneladas



* datos hasta septiembre

“La industria petrolera también juega un rol importante en su cadena de valor, ya que está obligada a comprar el etanol y biodiesel, asegurándose de obtener una producción con altos estándares de calidad para mezclar con su propia producción de combustibles fósiles. Además, tienen que cargar con los costos de transporte entre las plantas de biodiesel y etanol y sus puntos de mezclado. Como queda claro, la industria petrolera también ha tenido que invertir millones de dólares en preparación del corte obligatorio”. (Cámara Argentina de Energías Renovables/CADER, 2010, p. 7)

Gráfico 5. Evolución del mercado de biocombustibles en la Argentina



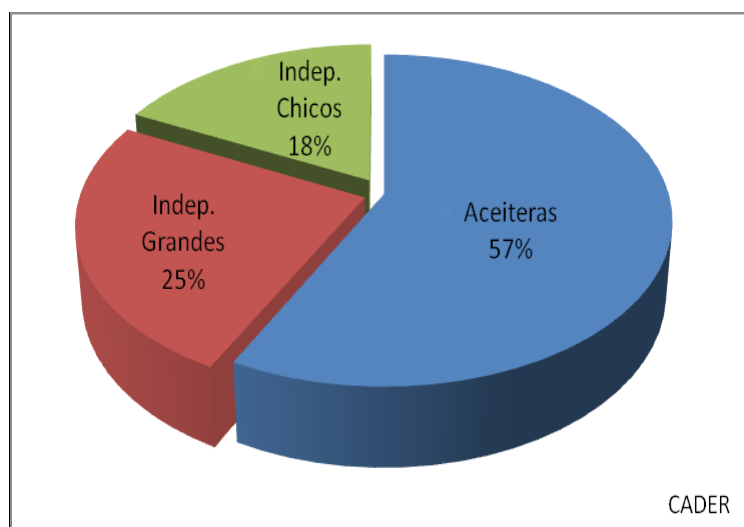
Fuente: Embajada de Italia, CADER, 2012

En el informe 2010 de la Cámara Argentina de Energías Renovables CADER (2010) se establece que la industria nacional de biodiesel en Argentina está compuesta de 3 grupos o clases. Para entender mejor el funcionamiento del mercado, nombraremos a estas y veremos que cada una tiene diferentes intereses. Podemos nombrarlas como, Aceiteras Grandes, que tienen plantas grandes de biodiesel y cuentan con grandes cantidades de materia prima, seguido tenemos a los Independientes Grandes, que tienen plantas grandes y molienda propia y por último tenemos a los Independientes chicos, que tienen plantas chicas y no cuentan con molienda propia. Alguno de estos productores puede actuar o tener más de una clase.

Así estas clases o grupos, tienen actualmente en la Argentina una capacidad instalada de biodiesel que es de 2.372,200 toneladas, de acuerdo a su capacidad de producción, tenemos:

- Pequeñas: capacidad menor de 30. 000 tn/año
- Medianas: entre 30.000 y 100.000 tn/año
- Grandes: mayor que 100. 000 tn/año

Gráfico 6. Distribución de capacidad instalada de biodiesel en Argentina



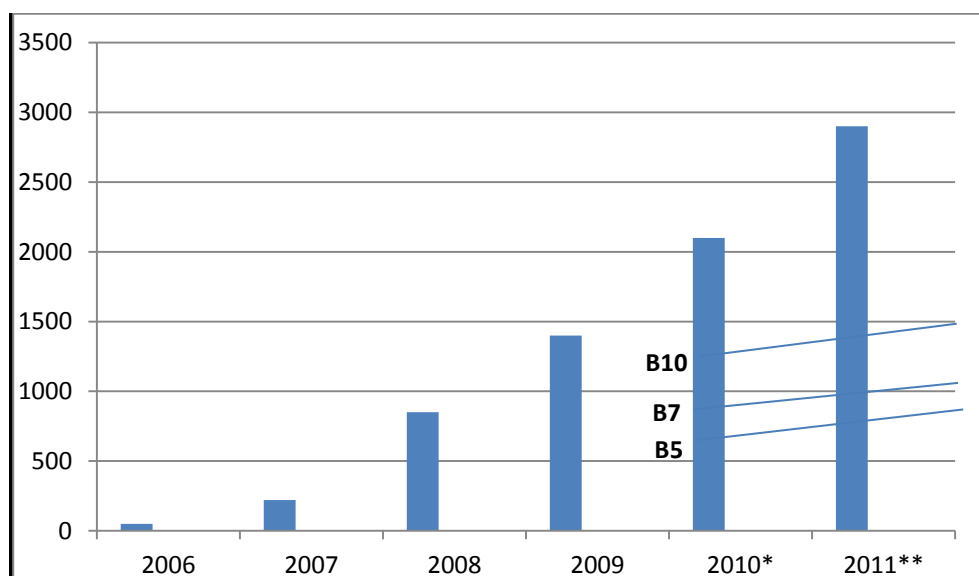
Fuente: CADER 2010

Goldstein y Gutman (2010) Afirman en términos generales, que cuando se habla del consumo interno de biocombustibles, va a depender del consumo de nafta y gasoil y sobre todo del porcentaje de mezcla que se reglamente en el país.

De acuerdo a lo ocurrido en los últimos años, se cree que la demanda del combustible gasoil crecerá al 5% anual, con un corte de 5% B5, se necesitaría 700 millones de litros de biodiesel. Para el 2011 con el porcentaje de mezcla del 7% B7, la demanda de biodiesel sería de 900 millones de litros, y hablando de una mezcla del 10% B10, que se planea para un futuro, se necesitaría 1.400 millones de litros de biodiesel. La producción estimada, sería superior a la demanda interna. (Ver gráfico 7).

Para el año 2006 se puede ver que el sector productivo, estaba compuesto por pequeñas firmas independientes, y se observa una gran concentración en la producción de biodiesel en Buenos Aires. Esta distribución geográfica de la producción responde a las estrategias de las firmas. En cambio desde que las empresas del *crushing* ingresaron en el mercado de los biocombustibles, la ubicación geográfica estratégica por su proximidad a los puertos de la exportación determinó que la producción de biodiesel se concentrara en Santa Fe. Tal como se observa en el gráfico 8.

Gráfico 7. Producción de Biodiesel (millones de litros)



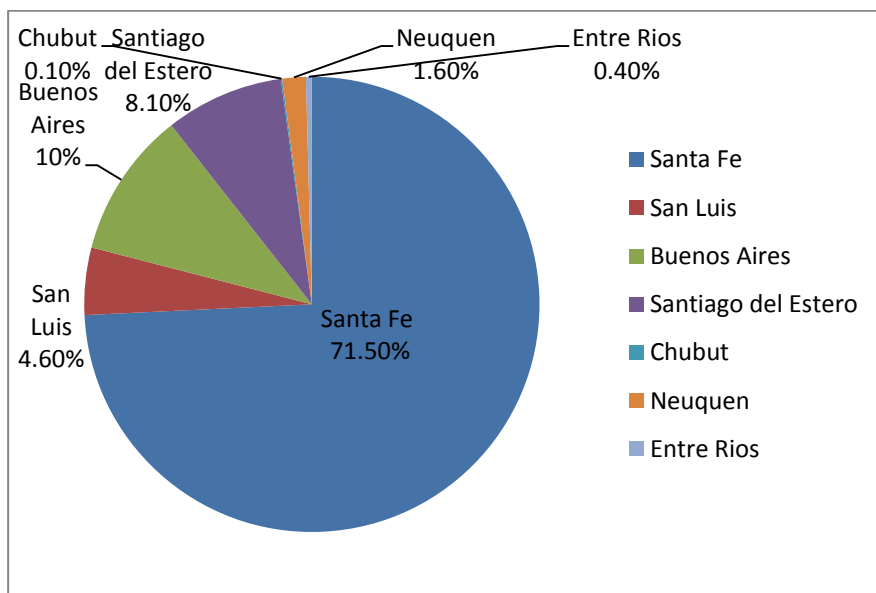
*Dato estimado

Fuente: Goldstein y Gutman-

**Dato proyectado

CONICET 2010

Gráfico 8. Distribución geográfica de la capacidad de producción de biodiesel. Año 2010.



Fuente: Goldstein y Gutman CEUR-CONICET 2010

Nos debemos enfocar en que los pequeños productores puedan participar activamente en el mercado de biocombustibles, si bien tienen grandes desafíos, estos no son imposibles de llevarlos a cabo.

Para Hilbert y otros (2012) hoy en día contamos con un corte de biodiesel de 7% B7, pero hay un gran interés por parte de las autoridades en llevar el corte a un 10 % B10, esto también dependerá de los acuerdos que realicen con las automotrices. Se cree que si este aumento se lleva a cabo, será ocupado por los grandes independientes, que pueden separar su cuota interna de la externa. En la actualidad el mercado de B7 genera alrededor de 1.000 millones de dólares anuales y con la puesta en marcha del B10 puede llegar a los 1.500 millones de dólares. Sin lugar a dudas el potencial de este mercado continúa siendo enorme.

La ley 26.093 de biocombustibles, tiene un claro enfoque hacia el biodiesel por sobre el etanol. Si bien el nacimiento de la industria nacional de biodiesel fue anterior a la del etanol, fue dada de manera menos ordenada. De las plantas de biodiesel actualmente autorizadas

por la Secretaria de Energía para producir biodiesel, todas se enfocaron en producción para exportación y no para el mercado interno.

En estudios anteriores del CADER, esto se debe a que, aunque un productor que se establece específicamente en el Cupo Nacional, tiene ventajas e incentivos fiscales, como por ejemplo la devolución anticipada de IVA. También tiene varias restricciones en lo referente a quiénes pueden ser los accionistas de estas plantas.

De esta forma, el CADER (2010.) indica que el país no se caracteriza por su facilidad para atraer inversiones, particularmente de activos fijos de largo plazo, cualquier limitante actúa como una restricción fuerte, enviando señales ambiguas a los potenciales inversores.

La producción de biodiesel de soja en el país, correspondiente al primer semestre del año 2012 fue de 1.413.190 toneladas, según información oficial brindada el pasado 31 de agosto por el INDEC. El segundo trimestre del año mostro una disminución de un 1% con respecto al primero. La variación entre el segundo trimestre del 2012 vs. el mismo periodo del 2011 significó un aumento del 12%. El total de producción de biodiesel de soja en el 2011, fue de 2. 422,113 toneladas, de las cuales el 70% se dedicó a la exportación.

Para la elaboración de los cuadros siguientes, la información de las toneladas producidas de biodiesel de soja se obtuvo del informe publicado el pasado 31 de Agosto por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC) (Foro P.A.I.S, 2012) (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Biodiesel de soja producido en Argentina

Producción de Biodiesel (tn) en Argentina, año 2012					
Mes	Producción	Mercado Local	Exportación	% Mercado Local	Exportación %
Enero	257.933,00	71737	135378	28%	52%
Febrero	240.004,00	63475	155460	26%	65%
Marzo	212.499,00	67682	152750	32%	72%

Abril	235.689,00	68418	193415	29%	82%
Mayo	236.899,00	90941	109030	38%	46%
Junio	230.166,00	100434	164820	44%	72%
Totales	1.413.190,00	462.687,00	910.853,00	33%	64%

3.4.1 Precios internos del Biodiesel y Bioetanol

La información que aporta el Centro de Agronegocios PwC (2011) se ve reflejada en el cuadro 4, tanto el precio interno del biodiesel como el del bioetanol se han incrementado a lo largo del año 2011.

Si analizamos la suba registrada de enero a diciembre, observamos que el incremento en el bioetanol es sensiblemente superior al registrado en el biodiesel. En este sentido, mientras que el primero se ajustó un 33,45%, el segundo lo hizo un 4,88%.

Cuadro 4. Evolución de los precios internos de biocombustibles (moneda corriente)

		Biodiesel (\$/Ton.)	Bioetanol (\$/Litro)
2010	Octubre	3.769,00	2,97
	Noviembre	3.922,00	2,96
	Diciembre	4.268,00	2,97
2011	Enero	4.812,05	2,96
	Febrero	5.036,50	3,01
	Marzo	5.084,82	3,11
	Abril	4.927,02	3,12
	Mayo	4.953,34	3,11
	Junio	4.963,76	3,28
	Julio	5.069,05	3,34

	Agosto	5.152,24	3,82
	Septiembre	5.240,66	3,86
	Octubre	5.217,47	3,92
	Noviembre	4.975,33	3,93
	Diciembre	5.046,74	3,95

Fuente: Secretaría de Energía Ministerio de planificación federal, inversión Pública y servicios.

3.5. Ley de Biocombustibles en la Argentina

El IICA 2010 informa que a nivel mundial, la cantidad de biodiesel producido por cada país, va depender del interés de los gobiernos, con respecto a la implementación de políticas de apoyo a la producción. En nuestro país este apoyo es elevado y se fundamenta por, la disponibilidad de recursos naturales, las implicancias ambientales de su introducción en la matriz energética, (reducción de emisiones de carbono), la competitividad del sector agrícola argentino, la potencialidad del sector agropecuario para posicionarse como fuente de energía, lo que produce inversión, trabajo y valor agregado a la cadena, y la generación de oportunidades para las pequeñas y medianas empresas (PyMES) agropecuarias y para las economías regionales. Por estas razones se impulsa la producción de biocombustibles.

La ley 26.093 (2006), titulada “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y uso Sustentable de Biocombustible”, tiene como principal objetivo establecer el uso obligatorio de una mezcla del 5% de biodiesel en gasoil y bioetanol en naftas, a partir del año 2010, pudiendo ser incrementado este corte en caso de escasez o en función de la variación de las variables de mercado interno. (Ver cuadro 6)

Para facilitar la implementación de este requisito, la Ley 26.093 establece beneficios promocionales para pequeñas y medianas empresas, productores agropecuarios y economías regionales que se instalen en el territorio nacional; y define sanciones y penalidades para aquellos establecimientos que no cumplan con la normativa.

Dos resoluciones de la Secretaría de Energía son otras de las regulaciones de referencia para el biodiesel en Argentina: la Resolución 1283/06 establece las especificaciones que

deberán cumplir los combustibles que se comercialicen para consumo en el Territorio Nacional; mientras que la Resolución 1296/2008 pauta las condiciones mínimas que deben cumplir las plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio.

Posterior a esta normativa, mediante el decreto 109/07 se establece como autoridad de aplicación a la Secretaría de Energía de la Nación, la cual estará encargada de determinar parámetros de calidad del producto, realizar auditorías a las plantas de producción y establecer sanciones, entre otras. Además, este decreto le otorga las diferentes funciones a los ministerios relacionados con la temática en cuestión (Ministerio de Economía y Producción, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y la Comisión Asesora)

En el año 2009, la Cámara Argentina de Energías Renovables CADER, realizó una propuesta al gobierno nacional. Donde propuso que, se permitiera a cualquier planta habilitada a producir biodiesel a participar en el mercado nacional en el 2010. Pero esta propuesta sería temporaria, ya que se quería reducir el impacto de la crisis financiera que había tenido la industria, para ese entonces estaban estas trabajando al 50% de su capacidad.

El ministerio de Planificación se hizo cargo y las reuniones con los productores empezaron en el 2009, con el fin de lograr que las PyMES obtuvieran la prioridad para volcar su producción hacia el mercado interno, manteniendo el espíritu de la Ley de Biocombustibles.

El CADER (2010) informa que la mayoría de las PyMES no cuenta con suficiente materia prima, tienen logísticas encarecidas por las considerables diferencias con las plantas productoras, aceiteras y los puertos de embarque. Por estas razones las PyMES se encuentran en desventaja, más aun a la hora de participar en el mercado internacional, también cabe resaltar que no cuentan con financiamiento adecuado para su capital de trabajo. Esto se ha convertido en un tema de importancia en la industria.

Cuadro 5. Marco legal y regulatorio del Biodiesel

Resolución	Definición de biodiesel
------------	-------------------------

129/01	
Ley 26.093/06	Ley de Biocombustibles. Autoridad de Aplicación. Corte obligatorio.
Decreto 109/07	Actividades alcanzadas por los términos de la Ley 26.093. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Régimen Promocional
Resolución 266/08	Registro de universidades nacionales para la realización de auditorías técnicas, ambientales y de seguridad en plantas de biocombustibles.
Resolución 1296/08	Condiciones mínimas que deben cumplir las plantas biocombustibles en relación a la seguridad en caso de Incendio.
Resolución 6/10	Calidad del biodiesel
Resolución 7/10	Anuncia las empresas que componen el corte obligatorio de biodiesel durante 2010 así como la fórmula para determinar el precio mensual del biodiesel en ese año.

Entre los países que ampliaron rápidamente su corte obligatorio, Argentina fue uno de los primeros, evidentemente está marcando el rumbo en la región en lo que se refiere a biodiesel. En julio del 2010 la Secretaria de Energía publico la Resolución 554/20105, la cual amplia el corte de 5% a un 7% B7, a partir del mes siguiente.

En el cuadro 6, se observa las empresas involucradas en el corte obligatorio B7 y sus volúmenes. CADER (2010)

Cuadro 6. Cupo Nacional por empresas

N°	Empresa	Capacidad	B5	+		=
				B2	B7	
1	Unitec Bio SA	230.000	113.097	9.440		122.537
2	Viluco SA	200.000	108.594	8.488		117.082
3	Explora SA	120.000	89.091	4.784		93.875
4	Diaser SA	96.000	79.459	3.744		83.203

5	Renova SA	480.000	33.750	17.266	51.016
6	Oil Fox SA	50.000	0	50.000	50.000
7	Aripar Cereales SA	50.000	50.000	0	50.000
8	Patagonia Bioenergía SA	250.000	33.130	16.111	49.241
9	Vicentin SA	63.400	23.928	24.913	48.841
10	AOM SA	48.000	48.000	0	48.000
11	Eco fuel SA	240.000	29.108	16.320	45.428
12	Biomadero SA	72.000	44.172	1.125	45.277
13	LDC Argentina SA	305.000	27.500	16.898	44.398
14	Molinos Rio de la Plata	100.000	27.810	13.407	41.217
15	Maikop SA	40.000	40.000	0	40.000
16	Rosario Bioenergy SA	36.000	36.000	0	36.000
17	Diferoil SA	30.000	30.000	0	30.000
18	Soy Energy SA	18.000	18.000	0	18.000
19	Pitey SA	18.000	18.000	0	18.000
20	Hector Bolzan y Cia.	10.800	0	10.800	10.800
21	Ecopor SA	10.200	10.200	0	10.200
22	New Fuel SA	10.000	0	10.000	10.000
23	ERA SRL	9.600	0	9.600	9.600
Total en ton. Anuales		2.487.000	859.819	212.896	1.072.715

Fuente: Secretaría de Energía

3.6. Ventajas del biodiesel

La sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles, es debido a la generación de impactos positivos que se deriven de este, o la posibilidad de atenuar los efectos negativos.

Esto va a depender de las materia primas que se utilicen y de las tecnologías de producción implementadas.

Goldstein y Gutman (2010) en su trabajo indican que en Argentina la industria del biocombustible, fue facilitada por la disponibilidad inmediata de la materia prima como, la soja, el girasol y las grasas animales, para el caso del biodiesel y la caña de azúcar, el maíz y el sorgo granífero, para el caso del etanol. Entre las materias primas de disponibilidad inmediata en el país, se destaca el complejo sojero, con exportaciones de poroto de soja y aceite de soja. Para ello la producción de biodiesel se destaca como una gran oportunidad para el agregado de valor a nivel doméstico.

El IICA (2010) informa que el área sojera tuvo un crecimiento explosivo durante los últimos 10 años, a partir de la conjunción entre el sistema de labranza de siembra directa y la utilización masiva de semillas genéticamente modificadas.

El biodiesel cuenta con muchos beneficios tanto ecológicos, económicos, mecánicos. Entre los beneficios ecológicos la Bolsa de Comercio de Rosario (2010), señala alguno de estos:

- Proviene de recursos renovables, como oleaginosas (cultivos que contienen alto contenido de aceite) y por lo tanto es biodegradable.
- De acuerdo a un estudio del INTA, el biodiesel de soja argentino reduce hasta un 74.9% los Gases de Efecto Invernadero (GEI) comparado con un combustible fósil. Un factor fundamental para determinar la reducción de GEI es la adopción de la siembra directa, y en nuestro país más del 90% de la soja se produce mediante siembra directa.
- Es menos contaminante que el gasoil mineral, reduciendo partículas y emisiones de CO₂ y está libre de elementos potencialmente cancerígenos.
- La producción de biodiesel genera otros productos derivados como glicerina y fertilizantes orgánicos.

Entre los beneficios económicos se pueden mencionar

- Su producción es alentada con importantes incentivos fiscales a nivel nacional e internacional.
- Su costo es independiente de la variación de precios del diésel oíl fósil.
- Es un combustible seguro en su manejo y almacenamiento.
- Posibilita su propia producción en ciclo completo.

La Cámara Argentina de energía Renovable (2013) señala algunos beneficios mecánicos.

- Incrementa la eficiencia y duplica la durabilidad del motor, mejorando su ignición y lubricidad.
- El flash point o punto de inflamación es 130 °C, superior al diésel fósil, que es aproximadamente de 70 °C.
- Alto poder lubricante, su mezcla con gasoil sirve como aditivo para mejorar la lubricidad.

Cárdenas M. (s.f. 6ta) destaca beneficios mecánicos

- El biodiesel tiene mayor cantidad de cetano, lo cual mejora el proceso de combustión, aumentando el rendimiento del motor y disminuyendo el ruido.
- Tiene un punto congelamiento un poco alto entre 0°C y -5°C, por lo que podría traer problemas su uso al 100% en regiones con bajas temperaturas. Para este caso, existen actualmente aditivos que rebajan el punto de congelación hasta -20°C.

Cárdenas (s.f.) señala que una de las ventajas más importante, está relacionada con la emisión neta de CO₂, que a pesar de no estar regulada, es de gran preocupación, por ser un gas que contribuye al efecto invernadero del planeta. El sector transporte es uno de los sectores que más emite CO₂ y no cumple con el protocolo de Kyoto. Cuando se usa biodiesel como combustible el CO₂ emitido por el motor se contrarresta durante el crecimiento del cultivo agrícola del que procede, a través de la fijación por fotosíntesis. Esto cierra el ciclo de vida del CO₂, eliminándose por tanto su emisión neta. (Diagrama nº 1)

Diagrama nº 1. Ciclo del CO₂.



Numerosos estudios han comprobado, al emplear biodiesel, una reducción en la formación de monóxido de carbono, hidrocarburos sin quemar o parcialmente quemados y núcleos de hollín. La justificación a este hecho radica en la presencia de oxígeno en la molécula de biodiesel, que aumenta la disponibilidad de comburente en el cilindro, favoreciendo una combustión más completa. Algunos estudios han observado una mayor emisión de aldehídos al emplear biodiesel, siendo éstos unos compuestos que a pesar de no estar regulados por normativa, son considerados altamente reactivos en la atmósfera, contribuyendo al smog fotoquímico. El biodiesel es un combustible biodegradable, lo cual ayuda a minimizar el impacto en caso de derrame accidental.

3.7. Desventajas del biodiesel

El uso de cultivos vegetales en la producción de biocombustibles, es un debate muy controversial a nivel mundial, principalmente por su posible competencia con la producción de alimentos y su consecuente impacto en la seguridad alimentaria de la población mundial.

En torno a este debate, se plantea el existente dilema biocombustibles vs. Alimentos, sosteniendo que el crecimiento de biocombustibles, producirá competencia por la tierra entre los productos agrícolas destinados a la producción de biocombustibles y los cultivos que se destinan a la producción alimentaria de la población, generando un exceso de precio a los consumidores.

Ganduglia (2009) informa que a nivel global, el debate de los biocombustibles vs. Alimentos, se profundizó en 2007 y, especialmente 2008, a partir de la escalada acontecida en los precios mundiales de las *commodities* agrícolas y de los alimentos.

CEPAL (2008) afirma, Los impactos sobre la seguridad alimentaria en el corto y mediano plazo están esencialmente vinculados con la actual generación de biocombustibles líquidos para transporte que dependen casi exclusivamente de materia prima originada en granos alimenticios.

Dado el estado de la tecnología, en el corto y mediano plazo los principales tipos de Biomasa que podrán ser convertidos en biocombustibles son las fuentes de Biomasa “primarias” tales como cultivos para biodiesel (girasol, colza, etc.) y cultivos de almidón y azúcar (maíz, caña) llamados cultivo para el etanol.

En cuanto a la seguridad alimenticia, el impacto presentaría cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización. La disponibilidad podría estar amenazada en tanto suelo, agua y otros recursos productivos sustituyan la producción de alimentos. Asimismo, si la producción de combustibles eleva los precios de las materias primas, como fue el caso del maíz en 2006 y 2007, el acceso a los alimentos podría estar comprometido para los sectores de menores ingresos.

Seguridad alimenticia se relaciona con sub-alimentación y hambruna y éstas con la pobreza. FAO estima en más de 850 millones los sub-alimentados del mundo, de los cuales más del 96% se encuentran en países en vías de desarrollo y con un crecimiento del 1,1% anual, siendo dos tercios niños, con el agravante que el número absoluto de hambrientos no ha disminuido en los últimos 15 años.

Hilbert (2007) indica que el uso de recursos vegetales con fines energéticos, está implicando presión sobre el recurso suelo disponible para el desarrollo de cultivos de determinada superficie. (Ver gráfico 9) Por ello es importante conocer a cerca del balance de la producción de alimentos, forrajes, productos industriales y bioenergía, con la actual superficie disponible que se cuenta. Según los datos del IEA 2005 con 11.059 MTOE. Con respecto a los combustibles líquidos del sector transporte la participación de los de origen biológico (no fósiles) es del 2 % con mayoritaria relevancia del alcohol (90 %) y una participación del 10 % del biodiesel.

Gráfico 9: competencia entre alimentos y biocombustibles en Argentina



Referencia: Carballo, S. 2006

Fuente: INTA Castelar Buenos Aires

Ganduglia (2009) comenta que una de las razones fundamentales que argumenta el impulso y uso de biocombustibles a nivel mundial, se basa en la generar energías mejores para el medio ambiente, a partir de la reducción de emisiones GEI. A pesar de esto, en los últimos años surgieron controversias y debates en cuanto a los impactos ambientales en la producción de biocombustibles. (Ver cuadro 7).

Los cuestionamientos apuntan principalmente al valor medioambiental de los biocombustibles de primera generación y, en menor medida, al de los de segunda generación.

Cuadro 7: Prácticas comunes en la agricultura convencional y sus consecuencias

Prácticas comunes	Consecuencias
Deforestación	Pérdida de biodiversidad
Aradas y rastreadas continuas	Pérdida de la fertilidad del suelo y disminución de los rendimientos
Remoción o quemado de residuos de cultivos	Erosión

Monocultivos	Mayores riesgos de sequía e inundaciones
Excesivo uso de fertilizantes	Inseguridad alimentaria y riesgos sanitarios
Uso incorrecto de pesticidas	Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas
Uso incorrecto del agua	Contaminación y degradación de los suelos Liberación de gases de efecto invernadero. Invasión de plagas

Fuente: FAO

Uno de los impactos negativos sobre la diversidad silvestre y agrícola, es la expansión de la frontera agrícola, que se basa en la deforestación y/o avance de monocultivos a grandes escalas. Así mismo el uso de los terrenos forestales están siendo ocupados por agricultura, esto puede generar aumento en las emisiones GEI.

Esta expansión de la frontera agrícola, está ocurriendo a nivel mundial, tiene un crecimiento a partir de los años 90, registrando antecedentes relevantes de desmonte de bosques nativos, con la consecuente pérdida de biodiversidad silvestre.

Así mismo la extensión de monocultivos a gran escala, provoca pérdida de biodiversidad agrícola. Estos procesos han estado asociados a diversas actividades agropecuarias y forestales, entre ellas el cultivo de soja en los países de la Región Sur y el de palma aceitera en los principales productores de la Región Andina.

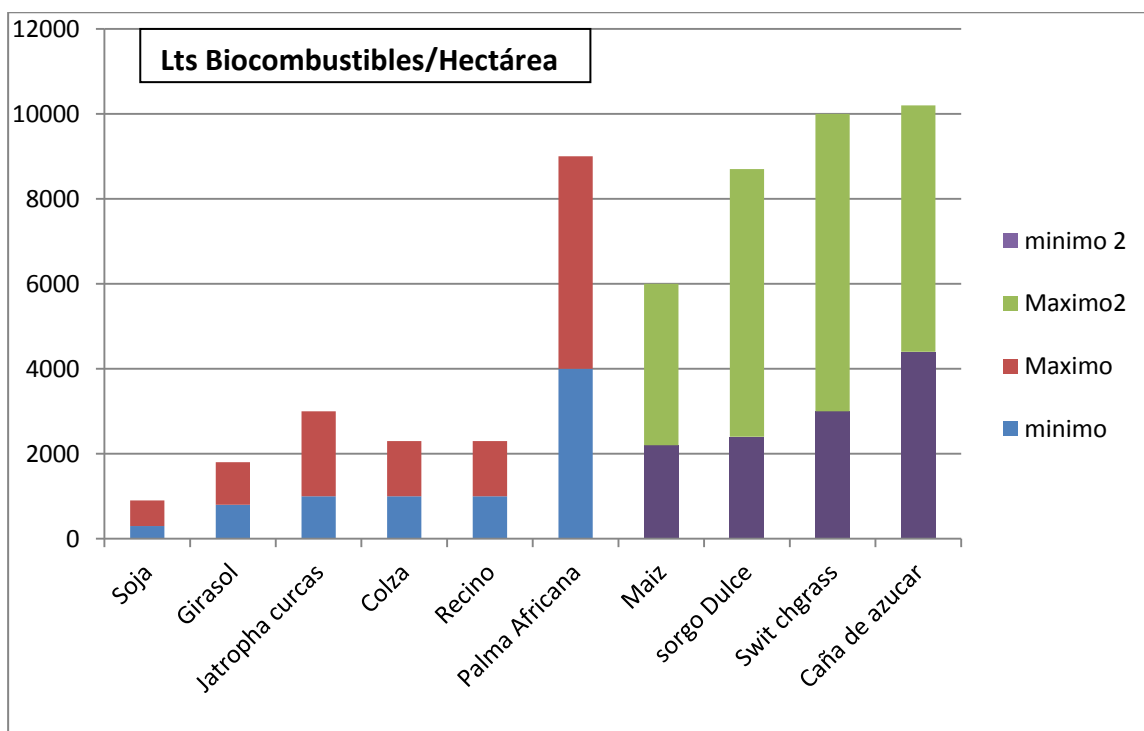
3.8. Rendimientos de las materias primas para la producción de Biocombustibles

Goldstein y Gutman (2010) afirman, que cuando determinamos la viabilidad de diversas materias primas para la producción de biocombustibles, se analizara sus ventajas y desventajas. Donde se considera rendimiento de los biocombustibles por hectárea y los resultados del balance energético. También se tendrán en cuenta otras características que se consideran relevantes como el grado de desarrollo en la producción de insumos, la factibilidad y disponibilidad de estos, así mismo la importancia entre la producción de alimentos y energía.

En base a las diferentes materias primas, es el de la productividad, entendida como la cantidad de litros de biocombustible que pueden obtenerse por hectárea cultivada.

No obstante, los guarismos presentados a continuación en base a información del IICA, no pueden ser concluyentes, pues dependen de varios factores como la ubicación de las tierras elegidas, el tipo de tratamiento utilizado en la siembra, el proceso productivo al que se someten en su transformación a biocombustibles, las condiciones climatológicas, etc. Por tanto se considera como una aproximación teórica para el análisis comparativo.

Gráfico 10: Cantidad de biocombustibles que se obtiene de las diferentes materias primas. En litros/hectárea



Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2007) “Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas”; Ganduglia F, 2008 “Diagnostico y estrategia para el desarrollo de los biocombustibles en la Argentina”, en *Diagnósticos y estrategias para la mejora de la competitividad de la agricultura argentina*, pp. 449-595, CARI, FAO E IICA, Buenos Aires.

En cuanto a las materias primas tradicionales para la producción de biodiesel, se observa en el Grafico nº10, que la soja constituye la de menor productividad, obteniendo entre 300

y 600 litros por hectárea. Con la colza o la jatropha, en cambio es posible obtener más de 1.000 litros por hectárea. Si bien la palma es el cultivo más eficiente para la producción de biodiesel, no constituye una alternativa viable en la Argentina. Por otra parte, según otros estudios preliminares, el cultivo de algas podría ser el de más productividad, arrojando valores cercanos a los 20.000 litros por hectárea utilizada. No obstante, el desarrollo de esta materia prima, es aún muy incipiente, no solo en la Argentina sino también a nivel mundial.

En el caso del bioetanol, el maíz constituye la alternativa con menor rendimiento, con la posibilidad de obtener un máximo de 6.000 litros de biocombustible por hectárea, en el otro extremo se encuentra la caña de azúcar, con la que se puede producir hasta 10.000 litros. El switchgrass, en tanto, es un cultivo energético que contiene gran cantidad de biomasa, con rendimientos similares al de la caña. Sin embargo, las tecnologías necesarias para la conversión del cultivo en bioetanol, al igual que en caso de la biomasa celulósica, son más complejas y requieren de mayores inversiones que para los biocombustibles de primera generación.

CAPÍTULO IV

ACEITES VEGETALES USADOS (AVUs)

4.1. Aceites vegetales usados (AVUs)

Ley 3 166 de Regulación, Control y Gestión AVUs, Art. 1, ANEXO I (2009) define, Aceite vegetal y grasas de fritura usados (AVUs): el que se origine o provenga, o se produzca, en forma continua o discontinua, a partir de su utilización en los actividades de cocción o preparación mediante fritura total o parcial de alimentos, cuando presente cambios en la composición físico química y en las características de producto de origen de manera que no resulten aptos para su utilización para consumo humano conforme a los estipulado en el código Alimentario Argentino y en condiciones de ser desechado por el generador. Dentro del alcance de esta definición se incluyen los aceites hidrogenados, las grasas animales puras o mezcladas utilizadas para fritura y los residuos que estos generen.

Entre los problemas ambientales más importantes que tenemos en el país, los Aceites Vegetales Usados con sus siglas (AVUs) son una preocupación, solo una pequeña cantidad de estos se recicla como vertido controlado, alrededor del 30%.

Estos aceites usados, son precedentes del sector hotelero, restaurantes, cocinas industriales, entre otros. Por el desecho incontrolado que tienen estos, están causando problemas en las aguas residuales, por ser vertidos directamente a las cloacas, desagües y recursos hídricos, como lagunas, arroyos y ríos

Figura en el Código Alimentario Argentino, Cap. VII Art. 552 bis – Res. 2012,19.10.84). en algunos casos se reutiliza como insumo en productos para alimentación humana, estos reciclados no pueden ser consumidos nuevamente como producto alimenticio, por presentar alteraciones en su composición físico-química, además está prohibido por la legislación.

García M. (2007) afirma que la fritura, es un proceso que se lleva a cabo en la producción de alimentos de consumo humano, pero este proceso es de naturaleza compleja ya que actúan numerosas reacciones que afectan los componentes de la materia grasa, que se utiliza como medio de fritura, esto a partir de tres agentes como, agua, oxígeno,

temperatura elevada, estas actúan reaccionando de diversas formas. En el cuadro 8, se puede observar las diversas alteraciones que sufren los aceites sometido a fritura, principalmente por la interacción con el agua y otros.

Cuadro 8. Proceso de degradación del Aceite

Tipo de alteración	Agente causante	Compuestos nuevos resultantes
Hidrolítica	Humedad	Ácidos grasos libres Diacilgliceroles Monoacilgliceroles
Oxidativa	Aires	Monómeros oxidativos (TG) Dímeros y polímeros oxidativos (TG) Compuestos volátiles (aldehídos, cetonas, hidrocarburos, etc.) Óxidos de esteroides
Térmica	temperatura	Dímeros y polímeros no polares (TG) Monómeros cíclicos (TG) Isómeros <i>trans</i> (TG) y de posición

Los ácidos grasos libres (AGL), son el producto de alteración que más afecta la calidad del aceite para producción de biodiesel. La reacción de agua con el aceite durante la fritura conduce a la liberación de AGL y esteres parciales del glicerol, a partir de los triacilgliceroles.

La intensidad del proceso de hidrolisis puede medirse mediante la acidez libre, este va a depender de varios factores.

- La cantidad de agua que está en contacto con el aceite o grasa de fritura, esta agua se introduce a través del producto que se va a freír, por lo tanto la humedad relativa es un factor importante.
- La relación superficie/volumen, del producto sumergido, A mayor valor de esta relación, mayor contacto entre el aceite y el agua del producto
- La temperatura de fritura, esto es importante ya que una temperatura elevada favorece a la formación de AGL.

- La presencia excesiva de partículas sólidas en el aceite de fritura acelera la formación de AGL.

4.2. Aceites Vegetales Usados para Producción de Biodiesel en Argentina.

Chiapella (2008) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria afirma, que los aceites Vegetales, que se producen para alimentación humana, son un producto que cuya materia prima se genera en la actividad agrícola, después tienen que pasar procesos de elaboración, distribución, venta y finalmente llega a los hogares para ser consumidos o utilizados en la cocción de alimentos. Este aceite después de ser utilizado en las cocinas, resulta siendo un residuo contaminante, si bien es biodegradable, presenta muchas dificultades para su disposición final, generalmente termina siendo tirado o desecho al suelo y al agua a través de las redes cloacales domiciliarias.

Cuando los aceites son desechados al sistema cloacal, presentan problemas importantes como, la adhesión de los aceites a las paredes de las cañerías contribuyendo a la disminución de sus diámetros con la consecuente pérdida de rendimiento del sistema.

En lugares donde no hay cloacas, existen pozos adsorbentes si los aceites reciclados se desechan a estos, el aceite facilita la impermeabilización del mismo, es decir se tapan los poros y deja de funcionar.

El desecho a los cursos de agua, como un arroyo o un río el residuo aportará una mayor carga orgánica, entonces el proceso de autodepuración consumirá mayor cantidad del oxígeno disponible en el agua, el mismo oxígeno que utilizan los peces que allí viven.

El impacto final que genere el residuo, en este caso aceite vegetal, resultará de la cantidad del mismo y de la capacidad del medio receptor para depurarlo.

Burin (2009) también indica que la recuperación de los Aceites Vegetales Usados, en la cocción de alimentos del consumo humano, evita su desecho en las redes cloacales, o su vertido en el suelo.

A nivel mundial la recuperación de estos residuos está siendo muy promocionada, por traer consecuencias en el medio ambiente. En Argentina mayor parte de las localidades

promulgaron ordenanzas para su recolección y utilización en biodiesel, si bien es notorio que esto tiene resultados poco efectivos hasta ahora y que las plantas que procesan energía tienen temor a no ser habilitadas por la Secretaría de Energía.

En la publicación del INTI (2008) se nombran los principales motivos que impulsan el reciclado o recuperación de los Aceites Vegetales Usados (AVUs)

- Los AVUs tienen componentes cancerígenos (acrilamidas y radicales libres). Su mal uso principalmente su reutilización es una amenaza para la salud del consumidor.
- Los AVUs son residuos que representan un grave peligro para la comunidad. Su disposición en las cloacas genera una fuerte contaminación, además de obstruir los desagües cloacales y pluviales.
- La existencia de circuitos informales por los cuales los AVUs vuelven al consumo humano, en mezclas con aceites nuevos y/o en la elaboración de margarinas.
- En la actualidad no existe una legislación a nivel nacional sobre este tema por lo cual los generadores de los aceites disponen de ellos a su criterio, sin control.
- A nivel internacional, en diversos países, ya se puso en práctica este mecanismo de gestión y es utilizado con éxito, principalmente en la producción de biodiesel.

4.3. Purificación de Aceites Usados para producción de Biodiesel

Burin (2009) del Instituto Nacional de Tecnología Industrial afirma que en la fabricación de biodiesel (ésteres metílicos de ácidos grasos), a partir de grasas (triglicéridos). Cuando se usa aceites vegetales puros, tienen una serie de reacciones que provocan impurezas, aportados por la materia prima en sus reacciones. Estas impurezas están debidamente identificadas y son aceptadas por las normas internacionales vigentes.

En cambio estas alteraciones indeseables, en los compuestos químicos, se potencian en el caso de Aceites Vegetales Usados, además de tener desechos sólidos, o restos de comida, que se eliminan para producir biodiesel de calidad, también hay que eliminar las alteraciones que traen por degradación en las altas temperaturas al freír (oxidaciones, polimerizaciones, hidrólisis, etc.) y las reacciones entre ellos y con los productos que se cocinan.

Estos Aceites vegetales usados, que se usan para producción de biodiesel, son mezclas de varios orígenes y depósitos. Estos presentan principalmente tres problemas conocidos como, alta acidez, contenido de agua, y material sólido. El tratamiento inicial que se hace, es la filtración gruesa y decantación de material sólido y eliminación de agua residual. Estos tratamientos generalmente se realizan en tanques de fondo cónico, que son equipos adecuados para este proceso.

Para el uso de AVUs en combustible (biodiesel) se debe caracterizar su calidad, para darle un tratamiento previo. Si estos AVUs son de “mala” calidad por tratarse de mezclas de varios orígenes y depósitos, presentan inicialmente tres problemas conocidos: alta acidez, contenido de agua y material sólido en suspensión.

Lo más importante es analizar cada partida recibida para determinar su contenido en ácidos grasos libres. Este simple análisis determinara el tratamiento posterior del AVU:

1. Acidez mayor al 5%: no se puede usar, a menos que se cuente con equipos adicionales para la esterificación ácida. Esto representa mayores costos y una complicación operativa mayor para plantas medianas, por lo que no lo consideraremos una opción en el presente mensaje.

Operaciones a realizar: Tamizado, decantación, depósito, mezclado, neutralización, decantado/lavado y secado.

2. Acidez del 2 al 5%, operaciones a realizar:

Tamizado, decantado, neutralización, decantado, lavado y secado.

3. Acidez menor al 2%, uso directo. Operaciones a realizar:

Tamizado, decantado, lavado y secado. (p. 2-3)

Como plantea Burin (2009) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, en su informe técnico de biodiesel. Cuando los AVUs presenten una acidez mayor del 5%, se complica su transformación a combustible. Contando con equipos complejos es posible transformar a biodiesel. Si bien este proceso es complicado puede ser posible, tenemos algunos ejemplos de AVUs con alta acidez. En un trabajo de investigación realizado Ecuador por Arias Ana, en el año 2012, obtuvieron un promedio de 9.2% de acidez en los

aceites reciclados de restaurantes de dicho país, realizaron transesterificación ácida obteniendo biodiesel con propiedades físico-químicas adecuadas.

El porcentaje de ácido oleico o la acidez de los aceites reciclados es muy variable en cada país. Si bien encontramos promedios altos de acidez, también encontramos promedios bajos, como es el caso de Colombia, Peña Francisco en el año 2006, obtuvo un promedio de ácido oleico en los aceites reciclados de restaurantes que fue de 2.70%, esto muestra una mejor calidad en estos reciclados. En este caso realizaron el proceso de transesterificación básica ya que la acidez no superó el 5%.

Otro caso en Ecuador, en el año 2009 en el trabajo de investigación de los autores Espinoza Alex y Palmay Paul, realizaron transesterificación básica a aceites reciclados de freidoras de pollo, donde obtuvieron un promedio de ácido oleico de 4% de ácido oleico.

4.4. Normativa de Aceites Vegetales Usados en la CABA

Los AVUs deben ser desechados de manera apropiada para ello la legislatura porteña aprobó en el año 2009, la Ley N° 3.166 “Gestión de Aceites Vegetales Usados”, que contempla la prohibición para comercios tales como hoteles, cárceles, industrias, restaurantes, confiterías y otros comercios encargados de la producción de alimentos de Capital Federal de volcar aceites vegetales usados ya sean solos, mezclados o solidificados, en cloacas o cañerías. Además, la norma establece la creación de un registro de operadores y transportistas de este líquido para su traslado y posterior tratamiento.

REGOTAVUS, Con estas siglas se denomina al Registro de Generadores, Operadores y Transportistas de Aceites Vegetales Usados. En él deben inscribirse las personas físicas o jurídicas que tengan por objeto realizar las tareas de generación, recolección, manipulación, almacenamiento y transporte, y finalmente tratamiento y disposición final de Aceites Vegetales Usados. Nombrando en su Anexo II, los siguientes Generadores de AVUs

- Comedores de hoteles.
- Comedores industriales.
- Restaurantes.
- Confiterías y bares.

- Restaurantes de comidas rápidas.
- Supermercados con elaboración propia de comidas preparadas.
- Establecimientos alimenticios en cuyos procesos se elaboren alimentos con fritura;
- Empresas de Catering de manufactura en establecimiento propio o de terceros.
- Rotiserías. (ANEXO I)

En el año 2010, La Ciudad Autónoma de Buenos Aires promulgó la Ley N° 3997 que modifica la anterior Ley N° 3166 sobre Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados. Creándose el Capítulo IX "Pequeños Generadores Domésticos" considerado en el siguiente artículo:

Artículo 24.- “Se consideran Pequeños Generadores Domésticos (PGDs) a las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas incluidas en el Anexo III, responsables de cualquier proceso, operación, actividad, manipulación o servicio que generen AVUs originados por el consumo propio exclusivamente, que no sea realizado a escala comercial y que no se hallen incluidos en el Anexo II.”

Esta ley debe instrumentar las acciones tendientes a facilitar y optimizar el acopio de los AVUs generados por los PGDs, mediante la conformación de Puntos Limpios de recolección exclusiva para éstos.

Nombrando en el Anexo III a los (PGDs)

- Generadores unifamiliares.
- Actividades no incluidas en el Anexo II que generen AVUs. Por uso propio de escala doméstica.
- Todo otro establecimiento que genere o produzca AVUs en el territorio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en escala no comercial, y que sea incluido por la Autoridad de Aplicación. (ANEXO II)

4.5. Materias primas para la producción de Biodiesel

Para producción de biodiesel, la materia prima más usada es de los aceites de origen vegetal, principalmente tres cultivos, palma, soja y colza. Estos cultivos representan el 75%

de la oferta mundial de aceite. El restante 25% provienen de cultivos como maní, algodón, oliva y girasol. Existen otras fuentes alternativas que no se desarrollan a gran escala, como informa IICA (2010). Entre las fuentes alternativas de producción de biodiesel están, las grasas animales y aceites de fritura usados.

Se tiene dos etapas necesarias para obtención de biodiesel a partir de aceites Vegetales

1. La conversión de la materia prima en aceite vegetal
2. Su transformación química en éster (biodiesel)

Los aceites vegetales representan del 60 al 75% del costo final del biodiesel, se investiga permanentemente en busca de materias primas de menor costo, tales como las grasas animales y aceite de cocina usado. Ganduglia (2009) remarca que el otro factor importante es el requerimiento de tierras de cultivo, que es la fuente de cada tipo de materia prima. Entre las materias primas de disponibilidad inmediata y abundante para la producción de biodiesel, se encuentran la soja y el girasol, para las cuales Argentina dispone de saldos exportables significativos de grano y aceite. A ellas se suma una amplia variedad de materias primas alternativas, algunas de menor desarrollo o importancia productiva en relación con las anteriores tales como maní, algodón, colza, cártamo y grasas animales y otras en las que la experiencia a nivel doméstico es muy escasa o inexistente.

En Argentina la producción actual de aceite proviene de por lo menos siete diferentes cultivos oleaginosos. Sin embargo, está altamente concentrada en soja (84% de la producción total de aceites en el 2007) y girasol (15% de la producción total de aceites en el 2007)

La industria del biodiesel se triplico a nivel mundial, la industria de aceites y grasas también crecieron considerablemente por ser proveedores principales en la producción de biodiesel.

En Argentina la producción de biodiesel está basada en la industria del aceite de soja, siendo el principal insumo en su fabricación. En el mundo actualmente se procesan más de 200 millones de toneladas de soja para obtención de aceite, concentrados o harinas proteicas, así el aceite lidera el segmento de las materias oleica con aproximadamente 35 millones de toneladas, diez veces más lo producido hace 40 años.

En este sentido, los principales productores de grano son también aquellos que procesan la oleaginosa, como es el caso de EEUU, Argentina, Brasil y China según Rozemberg y otros (2009)

4.5.1. Aceites Vegetales Tradicionales (1ª generación)

La producción de biodiesel, es predominante por una producción de primera generación por el proceso de transesterificación, con una industria aceitera de gran envergadura.

Las principales materias primas en la obtención de biodiesel de primera generación son:

- Aceites vegetales sin usar, procedentes de plantas oleaginosas, como colza, soja, girasol, palma, ricino, semilla de cardo. Algunos de estos aceites son utilizados en el sector alimenticio, constituyendo una clara competencia en su utilización como materia prima en la producción de biodiesel.
- Aceites vegetales usados: son un residuo procedente de la industria de alimentación (Aceite de fritura) y de la red hostelería, restauración, catering o domiciliarios.
- Grasas animales: procedentes de la industria cárnica. Cárdenas M. (s.f)

Goldstein y Gutman (2010) encontraron que en la producción de biodiesel de primera generación predomina la soja, esta configuración sectorial se ve sustentada en la preexistencia de una industria aceitera de gran envergadura y alta competitividad que impulso a algunas empresas a realizar inversiones de carácter menor para la producción de biodiesel.

4.5.1.1. Aceites de Fritura Usados

Entre la variada materia prima que se emplea para producir biodiesel, como el aceite vegetal, también se puede emplear el aceite vegetal usado que son aceites reciclados, y grasas animales, la reacción de estas grasas darán como resultado biodiesel, Ganduglia (2009).

El uso de aceites residuales de cocina usados es principalmente obtenido de la industria de restaurantes o reciclados en sitios especiales. Puede no tener ningún costo o un 60% menos que los aceites refinados dependiendo de la fuente y la disponibilidad.

Los aceites usados presentan un gran nivel de reutilización, y muestran una buena aptitud para su aprovechamiento en la transformación de biodiesel.

La utilización de los AVUs en la transformación a biodiesel, trae muchos beneficios pudiendo obtener biodiesel con rendimiento promedio de un 80%, esto quiere decir del 100% de AVUs, el 80% será biodiesel.

Este rendimiento es variable ya que depende de muchos factores, principalmente de la calidad del reciclado, mostramos algunos ejemplos de otros países respecto al rendimiento de AVUs. En un estudio de España del año 2010, Avellaneda, obtuvo de 91% de biodiesel de aceites reciclados, En el año 2011, Saavedra, en Venezuela obtuvo un rendimiento de 93% de biodiesel y en el año 2012 Arias, (Ecuador), en su trabajo de investigación obtuvo un rendimiento promedio de 73% de biodiesel.

En la tesis de Uribe (2010) se indica que a diferencia de la necesidad del refinado de algunos aceites vegetales no los hace económicamente factibles para la producción de biodiesel, debido al alto costo de la materia prima y de producción. El costo del aceite refinado representa un 75 a 85% del precio total del biodiesel.

4.5.2. Materias primas alternativas (2ª generación)

En el informe de Machado (2010) se indica que los biocombustibles producidos con materias primas de segunda generación, también son llamados, biocombustibles celulósicos, estos provienen de materias primas no alimentarias como pueden ser residuos agroindustriales y gramíneas forrajeras de alta producción de biomasa. Su producción es significativamente más compleja, si se compara con la de primera generación.

Estos son clasificados de acuerdo al proceso utilizado en su conversión de la biomasa, la tecnología, para la conversión de biomasa celulósica a biocombustible son existentes pero todavía no se está produciendo a gran escala.

Para los combustibles de segunda generación, también se pueden usar procesos y tecnologías de transesterificación, pero principalmente sobre aceites que provengan de oleaginosas no tradicionales como jatropha, la camelia, o la salicornia y con variedades nuevas de algas marinas. Hasta hace poco la jatropha no tenía valor comercial alguno y era

considerada un estorbo para la agricultura. Sin embargo, su aceite puede llegar a ser una materia prima mucho más económica y por lo tanto más deseable que un aceite comestible. Según CADER (2009) las algas y las microalgas también generan mucho debate y escepticismo, a veces simplemente porque sus supuestos potenciales rendimientos de aceite son mucho mayores a los de cualquier biomasa comestible: según un estudio de la Universidad de New Hampshire⁶ de los EEUU, las algas marinas rendirían no menos de 7.660 litros por hectárea, comparado con 446 litros/Ha de la soja (y 1.892 l/Ha de la jatropha).

4.5.3. Materias primas de (3ra generación)

El informe del CADER (2009) y Machado (2010) definen a los biocombustibles de tercera generación, como que aquellos que son producidos a partir de tecnologías nuevas, que siguen desarrollándose pero que mayormente no han llegado a ser comercialmente viables aún. Existen muchos ejemplos, pero el más notorio es un proceso de síntesis llamado Fischer-Tropecé, que convierte la celulosa a combustible a través de un proceso de gasificación de sólidos. Existen muchísimos tipos de materiales celulósicos que sirven como materia prima para esta nueva tecnología: residuos de madera, aserrín, la perfolia (cobertura) y el tallo del maíz, y muchísimas variedades de plantas como el pasto varilla (también conocido como *panicum virgatum*, o “switchgrass” en inglés), que no tienen aplicaciones alimenticias y hasta el momento prácticamente no poseen valor comercial.

Goldstein y Gutman (2010) analizan también que a partir de algas cultivadas se obtiene biodiesel del aceite de alga. La tecnología de proceso- una vez obtenido el aceite de las algas a través de métodos por solventes, prensado o con enzimas, es la misma que usada para la producción de biodiesel de 2da generación. Se incluye también en esta categoría la producción de bio-propanol o bio-butanol, los que se estima que no serán comercialmente viables antes del 2050. (UNEP, 2009, OECD-IEA, 2010).

CAPÍTULO V

MÉTODOS Y PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

5.1. Métodos catalíticos de producción de biodiesel

El biodiesel es producido principalmente, por el proceso llamado transesterificación, considerado proceso de conversión química, y su materia prima es mayormente aceites vegetales.

La transesterificación se puede dar por catálisis alcalina, catálisis ácida, catálisis de lipasas y alcoholes en condiciones supercríticas. Las vías más utilizadas son la catálisis alcalina y la catálisis ácida. En el cuadro 9, a continuación se resumen las ventajas y desventajas de los principales procesos de producción de biodiesel por transesterificación. (Ganduglia, 2009)

Cuadro 9. Ventajas y Desventajas de las principales vías de transesterificación de biodiesel

	Ventajas	Desventajas	Características de la transesterificación
alcalina	<ul style="list-style-type: none"> • Es la tecnología más utilizada comercialmente • Condiciones moderadas de presión y Temperatura • Se obtienen conversiones en tiempos de reacción de 60 min. aprox. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere que el aceite y el alcohol sean anhidro y limitar el contenido de ácidos grasos libres en la alimentación para evitar la formación de jabones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad apreciable de operaciones unitarias para la separación de los productos. • Reacción en condiciones Atmosféricas • Requiere catalizador alcalino.

<p>Catálisis ácida</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza en la adecuación del aceite (esterificación de los ácidos grasos libres con metanol). • Puede procesar materias primas con altos niveles de ácidos grasos libres (grasas animales y aceites usados). 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos de reacción son mucho más lentos en comparación con la catálisis alcalina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza como un proceso de pre-esterificación antes de realizar dicho proceso vía la catálisis alcalina. • Requiere uso de catalizador ácido.
<p>Catálisis de linasas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La reacción no es afectada por la presencia de agua en las materias primas ni por contenidos de ácidos libres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos de reacción son elevados, por lo que no pueden ser procesos continuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se usan solventes orgánicos como medio de reacción, porque mejoran la reactividad y brindan la posibilidad de reutilización. El alcohol se adiciona por etapas, para evitar la inhibición.
<p>Alcoholes supercríticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos tiempos de reacción • Se pueden procesar materias primas con altos contenidos de ácidos grasos libres y agua • No es necesaria la utilización de un catalizador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos debidos a las condiciones de la reacción a altas temperaturas y presiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se emplean temperaturas y presiones elevadas

Fuente: Informe de Vigilancia Tecnológica- COLCIENCIAS- Colombia

5.1.1. Transesterificación con Catalizador Ácido

“Este proceso puede ser usado como un pre tratamiento para transformar los ácidos grasos libres presentes en el aceite en metilésteres (biodiesel). Cuando el índice de acidez es superior al 5%, los jabones inhiben la separación del glicerol de los metilésteres y contribuyen a la formación de emulsiones durante el lavado del biodiesel”. (Avellaneda F. 2010. P. 60)

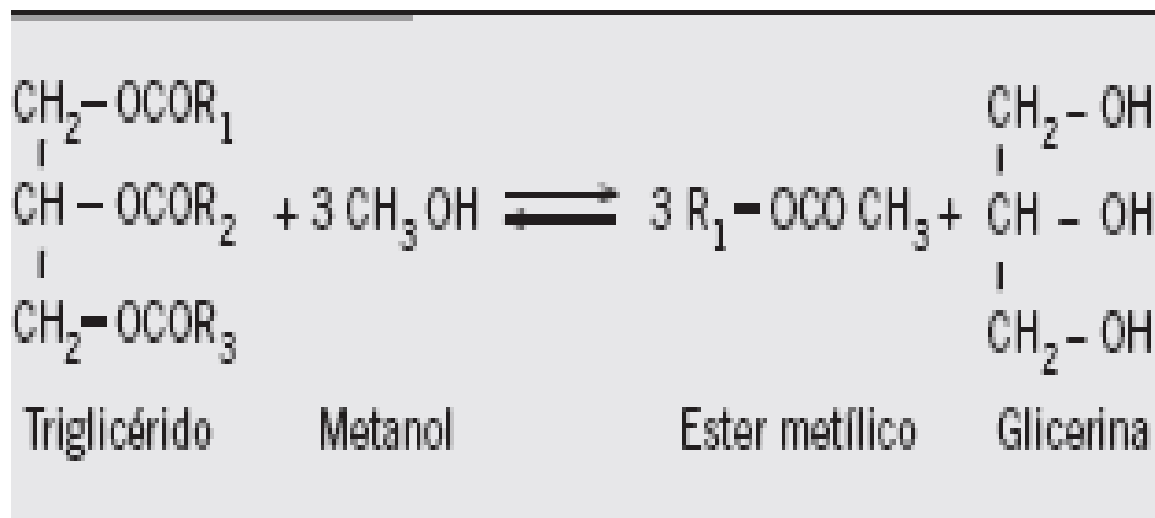
El proceso de transesterificación es catalizado por ácidos Brönsted, preferentemente por ácido sulfónico o sulfúrico. Estos catalizadores dan una muy alta producción de ésteres alquílicos, pero las reacciones son lentas en comparación con catalizadores alcalinos. La

transesterificación catalizada por un ácido es más conveniente para ácidos o grasas que tienen altas cantidades de ácidos grasos libres y humedad. (Uribe. M. 2010 .p. 18)

5.1.2. Transesterificación con Catalizador Alcalino

La transesterificación, es una reacción química que hasta ahora ha demostrado mejores resultados en la producción de biodiesel. Esta consiste básicamente en la reacción entre un triglicérido (compuesto por una molécula de glicerol esterificada por tres moléculas de ácidos grasos), contenido en el aceite vegetal o grasa animal y un alcohol ligero (metanol o etanol), obteniéndose como productos glicerina y ésteres derivados de los tres ácidos grasos de partida, es decir, biodiesel. Generalmente se usa metanol como alcohol de sustitución, en cuyo caso el biodiesel estará compuesto por ésteres metílicos.

Esquema 1. Reacción de transesterificación con metanol



Fuente: Informes ISF 2. Producción de Biodiesel. Aplicación a países en desarrollo. 2007

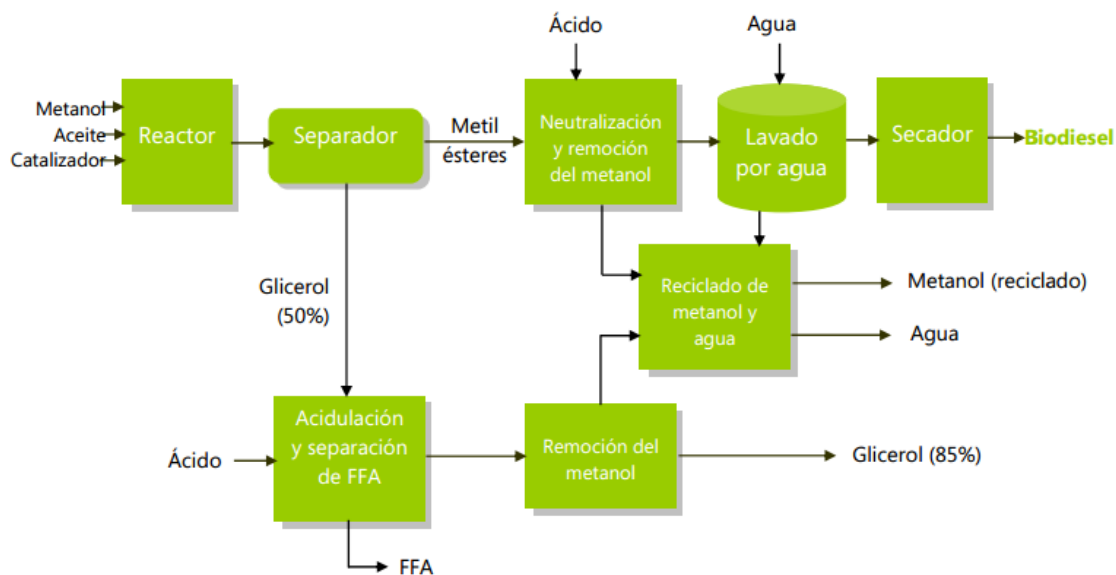
El resultado del proceso de transesterificación, es un éster, el que luego de ser purificado, se convierte en biodiesel. Como subproductos del proceso industrial, surgen el glicerol, que luego de concentrado y refinado en distintos grados, se convierte en glicerina y ácidos grasos.

La calidad del producto final, biodiesel debe cumplir los requisitos planteados la norma de calidad internacional, en Argentina es la establecida por la Resolución N° 828/10 de la Secretaría de Energía de la Nación. (CARBIO 2012, p.2)

5.2. Proceso para obtención de Biodiesel (transesterificación con catálisis básica)

El proceso de transesterificación tiene muchas variantes según los tratamientos que se hacen y el orden de los subsistemas en el proceso. Sin embargo, el diagrama 2 es un buen ejemplo de un proceso clásico. Este diagrama muestra de manera esquemática los procesos involucrados en la producción de biodiesel a partir de materia base con bajo contenido de ácidos grasos libres (AGL). Están concernidos los aceites de soja y raps y los aceites usados de mejor calidad. A continuación, se describen de manera breve las diferentes etapas del proceso de transesterificación, desde la recepción del aceite hasta la producción del biodiesel terminado. (Lamoureux, 2007, p. 29)

Diagrama n°2. Diagrama del Proceso de producción de biodiesel



Fuente: Lamoureux, 2007.

Las reacciones se basaron en el método descrito por Ganduglia (2009):

La transesterificación es una reacción que se efectúa entre los triglicéridos del aceite y un exceso de metanol, generalmente en presencia de un catalizador básico (más comúnmente hidróxido de sodio o metilato de sodio) a una temperatura que suele variar entre 40 °C y 110 °C.

En la reacción de transesterificación, se presentan reacciones indeseables secundarias que pueden contaminar los ésteres. Estos productos como el jabón, disminuye la conversión y el rendimiento de la reacción, esto complicará la etapa posterior de purificación.

La siguiente etapa fundamental en el proceso de fabricación de biodiesel es la separación de las fases éster y glicerina y la posterior purificación de las mismas.

El último proceso es la purificación de los ésteres. Aquí se separa y recupera el exceso de alcohol introducido para mejorar el rendimiento, y se lavan los ácidos grasos libres y los mono, di y triglicéridos que no se han esterificado. La fase glicerina también deberá ser purificada para obtener un producto que se pueda comercializar.

5.3. Calidad del Biodiesel (Según Ganduglia 2009)

Especificaciones de calidad que debe cumplir el biodiesel se han implementado, como normas internacionales, algunos ejemplos de estos son, en EE.UU. se ha adoptado la norma ASTM D 6751, en Europa la EN 14214, y en Brasil la ANP N° 7/08.

Estas normas de calidad surgen del consenso de grupos de interés que participaron en su elaboración, nombramos algunos de estos como, fabricantes de vehículos, motores y equipos de inyección, compañías refinadoras, representantes de los gobiernos que usan biocombustible, productores de biocombustible.

Los biocombustibles deben cumplir los estándares de calidad que rigen las normas, para su correcto funcionamiento en los vehículos, estos deben certificarse por parte de su proveedor. Cuando el combustible se obtiene a partir de la mezcla de dos combustibles diferentes, como es el caso de la mezcla diésel-biodiesel, existirán especificaciones de calidad para la mezcla y para los combustibles que lo componen por separado.

Las empresas petroleras que compren el biodiesel para mezclarlo con el diésel que ellas produzcan deberán exigir al productor de biodiesel que cumpla con las especificaciones de calidad correspondientes.

Bolsa de comercio Rosario, (2010) estableció que la calidad del biodiesel va a depender de la calidad de la materia prima como, aceite, de la misma forma dependerá de los insumos como son, metanol, catalizador, agua. Así mismo del proceso de ingeniería como es la calidad de la maquinaria. En este sentido algunos países que utilizan biodiesel han dictado sus propias normas o estándares de calidad.

“En diferentes países se han establecido diversas normas y ensayos para estandarizar este biocombustible. A manera de ejemplo, se presenta en el cuadro 10, la normativa fijada en Argentina para biodiesel puro (100%)” (Rabinovich, 2006, p.6)

Cuadro 10: Normativa para Biodiesel puro (100%) en Argentina

Biodiesel - Caracterización			
Especificación técnica de biodiesel puro – Argentina			
PROPIEDAD	METODO ASTM (o IRAM según el caso)	LIMITES	UNIDADES
Punto de inflamación	ASTM D93	100.0 min	° C
Agua y sedimentos	ASTM D1796	0.050 máx.	%
Viscosidad cinemática a 40 °C	IRAM – IAP A 6597	3,5 a 5	centistokes
Azufre	ASTM D4294 o IRAM – IAP A 6539 o A 6516	0.01 máx.	% en peso
Número de cetano	ASTM D613/96	46 min	

Densidad	ASTM D1298	0,875 a 0,900	
Alcalinidad	ASTM D664	0.50 máx.	mg KOH/g
Glicerina libre	ASTM 6584-00 o NF T 60-704	0.020 máx.	% en peso
Glicerina total	ASTM 6584-00 o NF T 60-704	0.24 máx.	% en peso

Todos los motores son diseñados y fabricados para funcionar con al menos un combustible que cumpla con ciertas características técnicas. El Instituto de Racionalización Argentina de Materiales (IRAM) ha establecido los requisitos y métodos de ensayos para el biodiesel, su comercialización y suministro como combustible para vehículos, a través de la norma 6515/01. Esto es así tanto para su versión pura (B100), como para aquellos cortes realizados con gasoil (que también cumplan con la respectiva norma IRAM de calidad). Con mayor detalle se muestra en la tabla 1 de ANEXOS, Requisitos de Calidad de combustibles líquidos para uso en automotores BIODIESEL Puro B100. IRAM 6515-1.

CAPÍTULO VI

HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0):

-El contenido de ácido oleico de los Aceites vegetales usados (AVUs) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), supera el 5%, complicando su transformación a combustible (biodiesel) por requerir de equipos adicionales.

-Los AVUs de los domicilios en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), no son desechados en mayor porcentaje a la basura, siendo aprovechados estos como materia prima para producción de combustible (biodiesel).

Hipótesis Alternativa (H1):

-El contenido de ácido oleico de los Aceites Vegetales Usados (AVUs) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), no supera el 5%, por lo que facilita su transformación a combustible (biodiesel) sin la necesidad de requerir equipos adicionales.

-Los AVUs de los domicilios en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), son desechados en mayor porcentaje a la basura, no siendo estos aprovechados como materia prima en la producción de combustible (biodiesel)

Señalamiento de Variables de la Hipótesis

Variable dependiente: Biodiesel

Variable Independiente: Aceites Vegetales Usados (AVUs)

Unidad de observación: Muestras de AVUs obtenidas para cada tratamiento.

CAPÍTULO VII

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

- Para la realización del presente trabajo, se recolectaron en los establecimientos gastronómicos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 5 muestras de AVUs por cada comuna, elegimos aleatoriamente nueve comunas de las quince existentes en la CABA, las cuales mencionamos detalladamente más adelante, de estas se analizaron 3 muestras por comuna, de igual forma, elegidas aleatoriamente. Se realizó esta recolección, con la finalidad de analizar algunas de las características física-químicas de los AVUs, así conocer la calidad de estos como materia primara en la producción de combustible (biodiesel).

Como primera instancia se llevó a cabo los análisis físico-químicos de los AVUs, en el laboratorio de la Planta de producción de biodiesel, empresa ECOPOR SA, ubicado en Jujuy 103, Parque Industrial, Bella Vista, Buenos Aires, a cargo del Ingeniero Javier Barac.

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico informático SPSS (Statistical Product and Service Solutions)

Posterior a esto, se realizó los procesos de transformación de los AVUs en combustible (biodiesel), donde también se analizaron algunas características físico-químicas del combustible, con la finalidad de conocer la calidad de este.

Estos análisis físico- químico se llevaron a cabo en el laboratorio de la planta de Producción de biodiesel, Malvinas Argentinas, ubicado en Av. Pte. Perón 4276, Malvinas Argentinas. Pcia. Buenos Aires, acargo del Ing. Químico Alejandro Puebla.

Los resultados obtenidos se compararon con la norma IRAM 6515-1 "Requisitos de Calidad de Combustibles, BIODIESEL puro B100".

- En las mismas comunas donde se recolectaron las muestras de AVUs, se realizaron encuestas, como técnica estructurada para recopilar datos a nivel domiciliario,

con la finalidad de obtener, analizar el estado de conocimiento de la población, acerca de la disposición final, usos, etc. de los AVUS, para ello se diseñó el formulario de encuesta, con preguntas cerradas de respuestas múltiples y algunas preguntas dicotómicas.

Se usó la fórmula para hallar el tamaño de muestra, entendiéndose la cantidad de personas a encuestar por comuna en la CABA. Las encuestas se realizaron personalmente, en los domicilios y en la puerta de los supermercados de las nueve comunas elegidas.

La información obtenida de las encuestas, se procesaron y analizaron con el programa estadístico Minitab, para organizar los datos y visualizar gráficamente, se usó el diagrama de Pareto también llamado Curva cerrada.

A) Zona de muestreo:

Las muestras se recolectaron directamente de los establecimientos gastronómicos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Donde se eligieron aleatoriamente 9 Comunas de las 15 existentes (ver Imagen 1).

- Comuna 1 = Retiro, San Nicolás, Puerto Madero, San Telmo, Montserrat y Constitución.
- Comuna 2 = Recoleta
- Comuna 4= La Boca, Barracas, Parque Patricios, y Nueva Pompeya
- Comuna 7= Flores y Parque Chacabuco.
- Comuna 9= Liniers, Mataderos y Parque Avellaneda.
- Comuna 11= Villa General Mitre, Villa Devoto, Villa del Parque y Villa Santa Rita
- Comuna 13= Núñez, Belgrano y Colegiales
- Comuna 14= Palermo.
- Comuna 15= Chacarita, Villa Crespo, La Paternal, Villa Ortúzar, Agronomía y Parque Chas.

En la imagen 1, mostramos la ubicación de las comunas elegidas y señalamos con figuras de estrellas rojas, las nueve comunas mencionadas, de donde se recolectaron las muestras de AVUs.

Imagen n° 1: Mapa de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Señalamiento de las comunas donde se realizó la toma de muestras.



Imagen n°2. Muestras de AVUs, recolectadas en las comunas de la CABA

Fuente: Autor

B) Metodología usada en el estudio de algunas Características Física y químicas de los AVUs.**B.a) Método para determinar % de humedad por estufa**

Pérdida por calentamiento: Es la pérdida de masa, expresada en gramos por 100 gramos de un aceite vegetal sometido a calentamiento, dicho valor comprende el contenido de agua, materias volátiles y el aumento de masa debido a oxidación. Esta se determina por medio de una diferencia de pesos después de haber puesto 1.30 hrs. a 115°C un determinado peso de la muestra según la norma técnica IRAM 5 510, para Aceites Vegetales.

Materiales

- Estufa al aire
- Placas de Petri
- Balanza analítica

Procedimiento para determinar el porcentaje de humedad

Se realizó por triplicado, como acondicionamiento de la muestra de aceite se homogeniza por agitación, primero pesamos las placas de Petri en la balanza analítica y tomamos estos datos, segundo pesamos aproximadamente 5 g de muestra en las placas de Petri y volvemos a pesar, tomamos estos datos para hallar el peso de la muestra (m), después llevamos la placa Petri a la estufa al aire, calentada a 115 °C por un periodo de 1. 30 horas. Terminado este tiempo y una vez que enfrié la muestra se volverá a pesar en la balanza analítica, después de hacer estos procedimientos tenemos los datos necesarios para hallar el peso de la muestra y posteriormente hallar el porcentaje de humedad.

Como mencionamos antes para calcular el porcentaje de humedad primero tenemos que obtener el peso de la muestra (m), obtenido el peso de las placas de Petri, pusimos aproximadamente 5 g de muestras y volvimos a pesar, la resta de estos valores nos dará el peso de la muestra (m). (ANEXO. cuadro 1.) Ya obtenido el peso de la muestra (m) y usando los pesos de las muestras antes obtenidos PI (peso inicial) y PF (peso final) después de haberlas llevado a la estufa, continuaremos a hallar el porcentaje de humedad, para lo cual haremos el cálculo con todos los datos (ANEXO , cuadro 1) usando la formula siguiente:

$$H^{\circ} = \frac{PI - PF}{m} \times 100$$

Dónde:

H°= Humedad

PI= Peso inicial

PF= Peso final

m= muestra

100= Porcentaje

B.b) Método para determinar el % de ácido oleico mediante titulación

Este proceso implica al titulante (Hidróxido de sodio 01 normal), el titulado (AVUs). El resultado de la titulación con álcali en presencia fenolftaleína se expresada también como porcentaje de ácido oleico, determina el número de ácidos grasos libres generados por degradación” (Herrera Juan, 2008, p.17).

Por lo tanto es útil para determinar el estado del aceite después de tiempo de almacenamiento según la norma IRAM 5 512, Aceites Vegetales, grasas y oleínas.

Materiales e insumos

- Bureta 25 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Balanza analítica.

Reactivos necesarios

- Fenolftaleína (etanol 1%)
- Solución de NaOH 0.1N
- Tolueno – etanol (50% v/v) o alcohol isopropílico.

Procedimientos para determinar el porcentaje de ácido oleico

Se realizó por triplicado, primero en un Erlenmeyer pesamos exactamente 5 gr de muestra, para la homogenización de esta muestra se agregó aproximadamente 50 ml de tolueno – etanol (50% v/v), neutralizada con fenolftaleína (5-6 gotas).

Para la titulación tenemos en la bureta el titulante NaOH 0.1 Normal y procedemos a agregar directamente este titulante a nuestra mezcla que se encuentra en el Erlenmeyer, hasta que la coloración torne casi rosada, en este punto es donde tomamos como dato la cantidad de consumo de titulante. (ANEXOS, cuadro 3) Obtenidos estos datos de consumo o volumen de titulante (V), continuamos el proceso para determinar el porcentaje de ácido oleico, donde usaremos la formula siguiente.

$$\%OL = \frac{V \times N \times 28.2}{m}$$

Dónde:

V= Volumen gastado en titulación

N= Normalidad de la solución titulada

m= masa de la muestra

28.2= Factor de conversión, peso molecular del ácido oleico.

Imagen n° 3. Determinación de la cantidad de ácido oleico.



Fuente: Autor

B.c) Método para determinar los sólidos mediante centrifugación

Se emplea la centrifuga, donde la velocidad de rotación se controla, los tubos de vidrio cargados con 100 ml de muestra se colocan dentro de un adaptador metálico durante media hora, la lectura obtenida corresponde al volumen de sedimento según la norma IRAM 5 521, Aceites vegetales.

Materiales

- Centrifuga, de caja metálica cerrada
- Tubos de centrifuga

Procedimiento para la determinar los sólidos

Se realizó por triplicado, se colocan exactamente 100 ml de muestra en cada uno de los tubos de la centrifuga y se disponen diametralmente opuestos en la centrifuga. Se centrifuga durante 30 min, al finalizar se lee el volumen de los sedimentos obtenidos. Se repite el procedimiento nuevamente hasta que el volumen del sedimento en cada tubo permanezca constante durante 2 lecturas consecutivas.

La lectura obtenida corresponde al volumen de sedimento, en mililitros por 100 mililitros, el resultado se calcula promediando los valores obtenidos en los tubos, así mismo podemos observar el contenido de agua en cada muestra.

Imagen n°4. Método para determinar la cantidad de sólidos mediante centrifugación.

Fuente: Autor

C) Metodologías usadas para realizar Procesos de transformación de los AVUs en biodiesel.**C.a) Pre tratamiento de los AVUs**

Lavado: Para este proceso se tomó 500 ml de AVUs en un Erlenmeyer, se llevó al agitador magnético para luego agregarle 10% de agua, se deja en el agitador hasta que llegue a una temperatura de 60 °C aproximadamente, produciendo así emulsificación, seguido colocamos en la ampolla para su decantación.

En el proceso de decantado se observa la separación del material sólido, agua y el aceite, procedemos a abrir la ampolla decantadora para separar estos, quedándonos únicamente con los AVUs. Por último realizamos el proceso de secado para sacarle las partículas ínfimas de humedad, para ello se vuelve a colocar al agitador magnético el AVUs que está en el Erlenmeyer, se le agrega 300 ppm de antioxidante y dejamos que llegue a una temperatura de 120 °C aproximado. Después de este pre tratamiento

tendremos un AVUs listo para ser usado como cualquier aceite vegetal en la producción de biodiesel.

C.b) Insumos y materiales

Insumos

- Metanol
- Fenolftaleína
- Soda caustica(NaOH)
- Muestra(AVUs)
- Agua
- Solución NaOH 0,1N
- antioxidante

Materiales

- Agitador magnético
- Bureta
- Erlenmeyer
- Balanza analítica
- Ampolla de decantación
- Vaso precipitado

C.c) Transesterificación Básica

Se midió 1.52 gr de soda caustica y 50 ml de metanol que corresponden al 25% de la cantidad de la muestra a reaccionar, en nuestro caso (200ml). Se mezclan estos dos reactivos para posteriormente adicionarlos al balón de reacción que contiene el aceite a temperatura de reacción. Seguidamente llevamos este al agitador magnético por un periodo de 1.5 horas aproximado a temperatura entre 60 - 65 °C promedio.

C.d) Decantado

Una vez terminado el tiempo de reacción se pasa la mezcla a la ampolla para dejarla en reposo. Inmediatamente se puede observar la separación de fases por decantación gravitatoria. En la parte superior se observa el biodiesel y en la parte inferior la glicerina que es el subproducto. Después de esto, se procede a separar las fases, obteniendo 42 ml de glicerina y 165 ml de biodiesel.

Imagen n° 5. Decantación del biodiesel



Fuente: Autor

Imagen n°6. Separación de fases

Fuente: Autor

C.e) Lavado

Este proceso se realiza para purificar el biodiesel con el fin de eliminar impurezas indeseables. Para esto se coloca el biodiesel en el agitador magnético a una temperatura aproximada de 60-65 °C por 15 min. Seguido se le agrega un 10% de agua caliente y se procedió a decantar la mezcla en ampolla hasta quedarnos únicamente con la fase de biodiesel purificado. Se repitió esta acción de lavado 3 veces.

Imagen n° 7. Lavado del biodiesel

Fuente: Autor

C.f) Secado

Volvemos a colocar el biodiesel en el agitador magnético, agregándole 0.12 ppm de antioxidante. Se dejó que aumente la temperatura hasta un valor de 110 °C y se comienza a muestrear para determinar el Karl-Fisher que debe cumplir una especificación de 500 ppm como máximo. Después de todo este proceso se cubrió la boca del recipiente con cinta parafilm para evitar que el producto final (biodiesel) se humedezca nuevamente.

Realizados todos los procesos para la obtención de biodiesel a partir de los AVUs, procedemos a analizar algunas de sus características físicas y químicas del biodiesel.

C.1) Metodología usada para la determinación de algunas Características Físicas y Químicas del biodiesel. Calidad de biodiesel puro B100.

C.1.a) Determinación del índice de acidez del biodiesel

Se agregó 100 cm³ del disolvente (Tolueno-Etanol) previamente neutralizado en un Erlenmeyer de 250 cm³. Se agregó una cantidad pesada de muestra biodiesel que fue de 9.765 gr. Seguidamente se agitó hasta completar la disolución. Se valoró con solución de OHNa 0,1 N hasta aparición de color rosado a la Fenolftaleína, dándonos una lectura de 0.9 ml. En este caso obtendremos el Índice de acidez expresada como mg. De KOH/ gr. de muestra. Para lo cual se usó la formula siguiente:

$$I = \frac{56.1 \times N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}}{m}$$

Dónde:

I: Índice de acidez expresada como mg. de KOH/ gr. de muestra.

N_{NaOH}: La normalidad de la solución tituladora de Hidróxido de Sodio (0.1)

V_{NaOH}: Volumen gastado de la solución tituladora de Hidróxido de Sodio durante la Valoración.

56.1: Peso molecular del KOH

m: Muestra pesada expresada en gramos.

C.1.b) Determinación del contenido de agua en biodiesel, Método Karl-Fisher (KF)

El agua favorece la formación de jabones en presencia del catalizador alcalino. Los jabones son perjudiciales porque contaminan el producto final, y porque forman emulsiones muy estables. Por esto, debe asegurarse la menor cantidad de agua posible durante todo el proceso de reacción.

Insumos

- Solución tituladora valorada Karl – Fisher
- Metanol Anhidro para Karl – Fisher
- Muestra (biodiesel)

Materiales

- Balanza analítica
- Equipo para determinación de punto final potenciométrico
- Jeringa de 5 cm

Proceso para determinar el contenido de agua en biodiesel

Comenzando con el material completamente seco, se colocan unos mililitros de metanol para Karl Fisher dentro de la celda potenciométrica, ponemos en funcionamiento el agitador magnético y agregamos a la celda la cantidad necesaria de solución tituladora para poner en cero el sistema.

Se enrasa la bureta que contiene la solución tituladora de KF, se tomó con la jeringa un volumen de biodiesel para pesarlo, el cual nos dio 2.08 gr. se anota este resultado. Posteriormente se adicionaron 1.1739 gr. de dicha muestra en la celda de KF. Se comenzó la titulación agregando la solución de KF, hasta que el equipo nos dio un valor de 0.05 ml de cantidad consumida en la titulación.

Fórmula para calcular el contenido de agua.

$$\text{KF (\% H}_2\text{O)} = \frac{\text{VSKF} \times \text{TSKF}}{10 \times m \times f}$$

Dónde:

KF (% H₂O): Contenido de agua en %, expresado en gramos de agua por cada 100 gr

VSKF: Volumen de la solución tituladora para Karl – Fisher.

TSKF: Título de la solución tituladora para Karl – Fisher, en nuestro caso 5.

m: Masa de la muestra

f: Factor del equipo

C.1.c) Determinación la cantidad de impurezas insolubles

El valor de impurezas insolubles depende del proceso de producción del biodiesel, un valor alto indica, presencia de impurezas (insaponificables, jabones, impurezas mecánicas).

Insumos

- Acetona
- Muestra (biodiesel)

Materiales

- Balanza analítica
- Membrana de celulosa 0.8 μm
- Estufa
- Bomba de Vacío
- Equipo de microfiltración o Aparato para medición de impurezas insolubles

Proceso para la determinación de impurezas insolubles

En la balanza analítica se procede a pesar la membrana de celulosa, dándonos un valor de 0.098 gr. Posteriormente se pesa la muestra, dándonos un resultado de 103.44gr.

La muestra pesada se agrega al aparato de medición de impurezas insolubles, que contendrá la membrana a través de la cual se filtra la muestra. Seguido a esto se continúa con el proceso de lavado con la membrana correspondiente. Para ello se lava la misma con un solvente liviano (acetona), y de esta forma asegurarnos de sacarle restos de biodiesel que interferirían en los cálculos. Repetimos este lavado 3 veces consecutivas.

Finalmente secaremos la membrana en la estufa por 15 minutos aproximadamente, volvemos a pesar esta, la cual nos dio un resultado de 0.100 gr.

Se determinara el contenido de impurezas insolubles, haciendo diferencia de peso, $PF = 0.100 - PI = 0.098$, el resultado es en gramos para lo cual transformamos a mg.

C.1.d) Determinación de la densidad en el biodiesel

Referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. La densidad media es la razón entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

Insumos

- Muestra (biodiesel)

Materiales

- Densímetro
- Probeta x 250 ml

Para determinar la densidad del biodiesel, se pasaron aprox. 200 ml de muestra en la probeta y se procedió a introducir el densímetro cuidadosamente en el biodiesel hasta que flote libre y verticalmente. Donde podremos observar en la escala graduada del densímetro el nivel de hundimiento en el biodiesel; esa es la lectura de la medida de densidad del líquido a 15 °C, lo cual nos dio una lectura de 0,880 gr/ml.

D) Metodología usada para realizar encuestas a nivel domiciliario en la CABA

Para ello se diseñó el formulario de encuesta, con preguntas cerradas de respuestas múltiples y algunas preguntas dicotómicas. Estas se realizaron personalmente, en los domicilios y en las puertas de los supermercados de las nueve comunas elegidas de la CABA, las mismas donde se realizó la recolección de muestras, (Comunas 1, 2, 4, 7, 9, 11, 13,14 y 15).

Para realizar las encuestas primero debemos saber el tamaño de la muestra, en este caso se entiende la cantidad de personas a encuestar por comuna, para ello necesitamos saber la cantidad total de personas de la CABA. De acuerdo al informe del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC) 2010, relevó una población de 2.891.082 personas en la CABA, de esta forma procedemos a hallar el tamaño de la muestra utilizando la fórmula siguiente.

D.a) Determinación del tamaño de muestra en la CABA

Fórmula para hallar el tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Dónde:

n= número de encuestas

N = Total de la población = **2.891.082**

$Z_a^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = **0.05**)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en este caso deseamos un 4%).

Resultados de la formula $n= 143.36$ dividido entre las nueve comunas, (Comunas 1, 2, 4, 7, 9, 11, 13,14 y 15). Tenemos 16 encuestas por comuna.

En las encuestas realizadas en la CABA, se preguntó lo siguiente:

Cuadro n° 11. Formulario de Encuesta.

Encuesta sobre Aceites Vegetales Usados (AVUs) a nivel domiciliario
 (Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Pequeños Generadores)
 Trabajo de tesis de la “Maestría Estudios Ambientales”, UCES

Nombre y apellido

Comuna N°.....

1.- ¿Conoce los Aceites Vegetales Usados?

Si

No

2.- ¿Cómo dispone de los Aceites Vegetales Usados?

- a) Tira a la basura
- b) Tira en la cloaca
- c) Tira al sumidero
- d) Recicla para algún programa
- e) Otros

2,1 De haber elegido la alternativa, e) Otros, especifique en la parte posterior

.....

3.- ¿Sabe Ud. para que se usan los Aceites Vegetales Usados?

Si

No

3,1 De haber respondido **SI** especifique en la parte posterior.

.....

Imagen n°8. Encuestas realizadas en la (CABA)



Fuentes: Autor

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

8.1. Resultado de algunas Características Físico-Químicas de los AVUs

Después de haber realizados los procesos para hallar algunas características físico-químicas de los AVUs, los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico informático **SPSS** (Statistical Product and Service Solutions), mostrados en la tabla n° 1, 2 y 3.

8.1.1. Resultado del contenido de Humedad expresado en %.

Podemos observar en la tabla n°1 y haciendo una comparación del contenido de humedad entre comunas, donde la comuna 11, tiene diferencia altamente significativa con las comunas 7, 14 y 2, mientras que las comunas 9 y 1 no muestran diferencia significativa entre ellas y la comuna 15 no muestra diferencia significativa con ninguna de las comunas mencionadas en la tabla, haciendo todas estas un promedio de 3,13% de contenido de humedad.

En la misma tabla, podemos observar que las comunas 11,13, 4, 15, tienen menos contenido de humedad en comparación con las comunas 9, 1, 7, 14, y 2 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tabla n°1. Resultado del contenido de Humedad expresado en %.

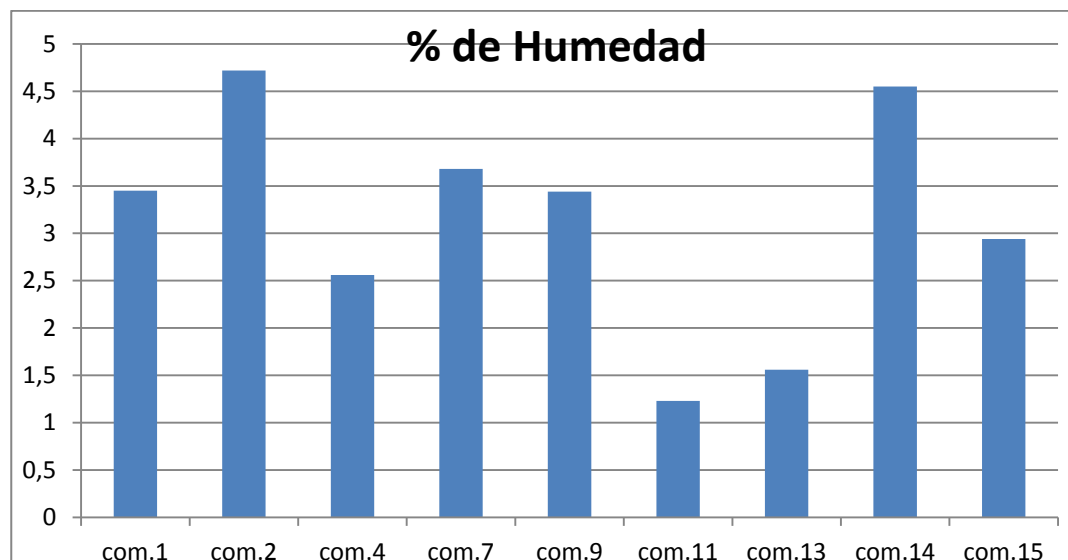
Comunas	Porcentaje de Humedad	Desv. estándar	Significancia
11	1,2300	0,58103	a*
13	1,5600	1,15884	ab
4	2,5600	0,50408	abc
15	2,9400	0,32512	abcd
9	3,4400	0,47760	bcd

1	3,4500	0,62746	bcd
7	3,6800	0,55435	cd*
14	4,5500	0,31765	d*
2	4,7200	1,06691	d*
Promedio	3,13	1,28394	

(*) =Diferencia altamente significativa comparada con (*)

En el grafico 11, podemos observar la diferencia del contenido de humedad, donde el eje X horizontal menciona las comunas de donde se tomaron las muestras y el eje Y vertical a la izquierda del gráfico, nos muestra el contenido de humedad expresado en porcentaje.

Gráfico 11: Resultado del contenido de humedad



8.1.2. Resultado del contenido de ácido oleico expresado en %.

Se observa en la tabla n°2, el contenido de ácido oleico de cada comuna, donde la comuna 2, no tiene diferencia significativa con las comunas 11, 14, 13 y 7, mientras que esta misma, sí tiene diferencia significativa con las comunas 9, 4, 1, 15, haciendo todas estas un promedio de 2,72% de contenido de ácido oleico.

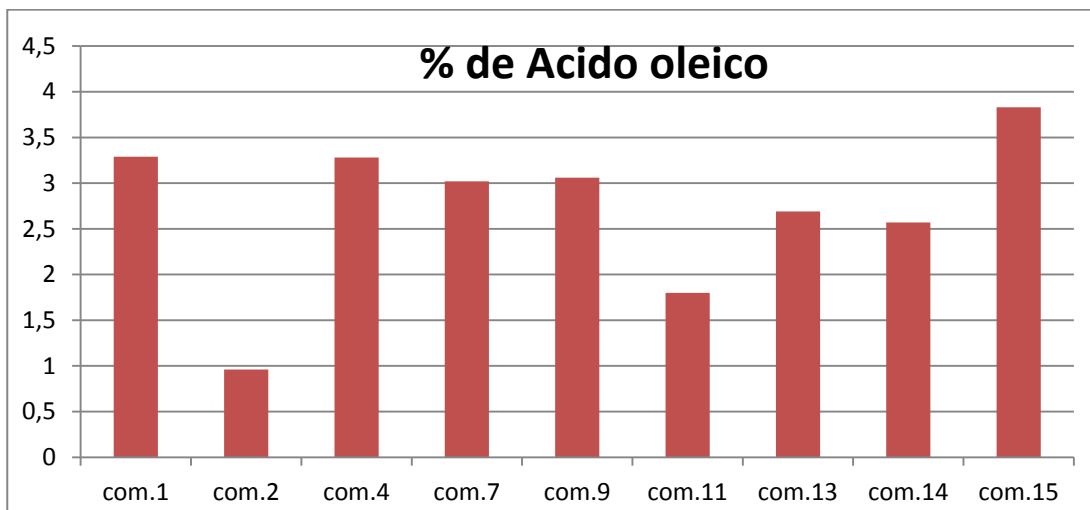
También se observa en la tabla n°2, que Los aceites obtenidos en los restaurantes de las comunas 2, 11, 14, y 13 tienen menos contenido de ácido oleico en comparación con las comunas 7, 9, 4, 1, y 15, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tabla n° 2: Resultado del contenido de ácido oleico, expresado en %

Comunas	Porcentajes de ácido oleico	Desv. estándar	Significancia
2	0,9567	0,03464	a
11	1,8033	0,11015	ab
14	2,5733	1,18627	ab
13	2,6900	1,46029	ab
7	3,0167	0,21221	ab
9	3,0633	0,36828	b
4	3,2767	0,43589	b
1	3,2900	0,60435	b
15	3,8333	0,68391	b
Promedio	2,72	1,03161	

En el gráfico 12, podemos observar el contenido e ácido oleico, el eje X horizontal nos muestra las comunas de donde se tomaron las muestras, mientras que el eje Y vertical, nos indica el contenido de ácido oleico expresado en porcentaje.

Gráfico 12: Resultado del contenido de ácido oleico



8.1.3. Resultado del contenido de material sólido, expresado en ml/100ml

Se observa en la tabla n°3, el contenido de material sólido por comuna, donde las comunas, 15, 11, 13, 2, 9, 14 y 1 no tienen diferencia significativa entre ellas, pero estas mismas sí muestran diferencia altamente significativa, comparadas con las comunas 7 y 4.

En la misma tabla, se puede observar que las comunas 15, 11, 13, 2, 9, 14, y 1 muestran menor contenido de material sólido expresado en ml/100ml, y las comunas 7 y 4, muestran menor contenido de material sólido, haciendo todas, un promedio de 1,19 ml/100ml de contenido de material sólido en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tabla n° 3: Resultados del contenido de Material sólido expresado en mililitros/100 ml.

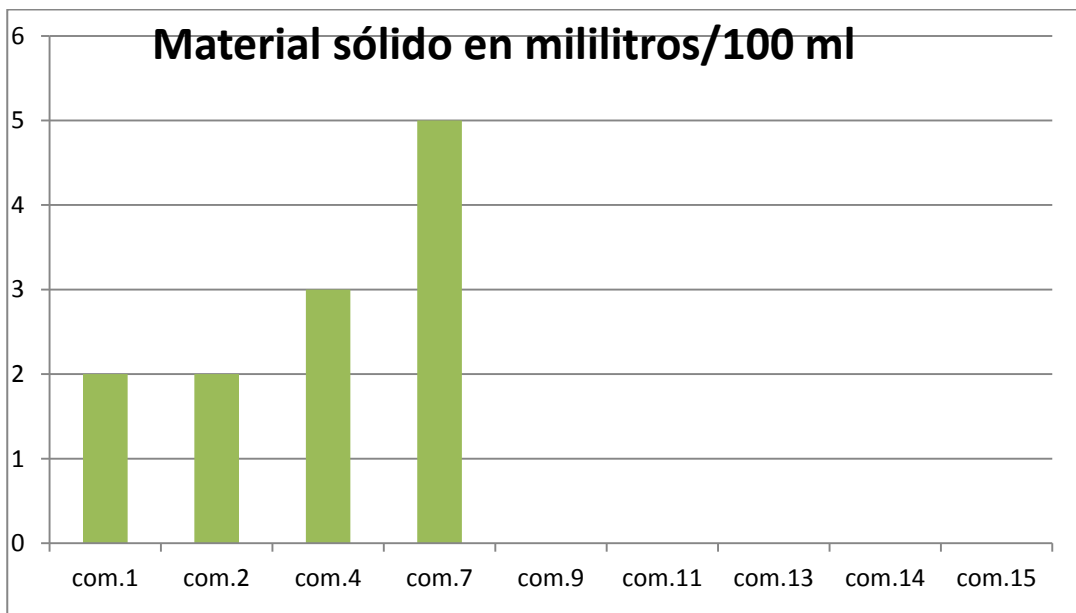
Comunas	Material sólido en mililitros/100 ml	Desv. Estándar	Significancia
15	0,0000	0,48816	a*
11	0,0500	0,08185	a*
13	0,0500	1,00851	a*
2	0,1000	0,31193	a*

9	0,5000	0,37323	a*
14	0,8233	0,03606	a*
1	1,0000	0,03606	a*
7	3,2000	1,11159	b*
4	5,0000	0,00000	c*
Promedio	1,19	1,73972	

(*) =Diferencia altamente significativa comparada con (*)

En el grafico 13, podemos observar que el eje X horizontal, muestra las comunas de donde se tomaron las muestras y el eje Y nos muestra el contenido de material sólido, expresado den mililitros/100ml.

Gráfico n°13: Resultado del Contenido de Material sólido.



8.2. Resultados de la determinación de algunas propiedades Física-Química de biodiesel. Calidad de biodiesel puro B100.

Después de analizar algunas de las características del combustible (biodiesel), como se muestra en la tabla n° 4, las propiedades de este se comparó con la norma IRAM 6515-1 “Requisitos de Calidad de Combustibles, BIODIESEL puro B100”, (ANEXOS, tabla 1).

Tabla n°4: Propiedades del Biodiesel puro B100

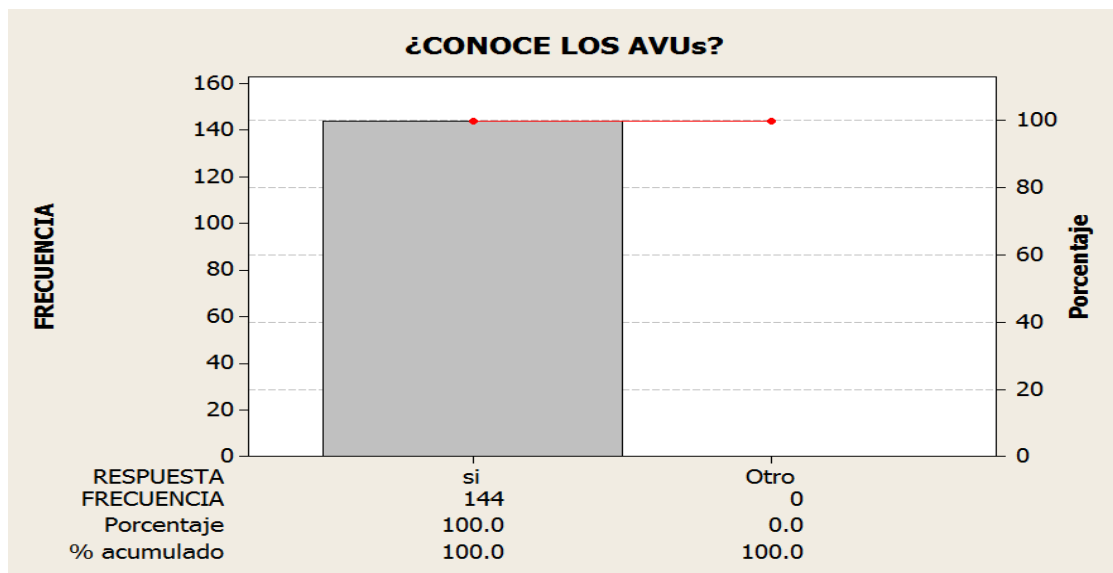
Propiedades	Unidad	Resultados
Índice de acidez	mg KOH/g	0.51
Contenido de agua por Karl-Fisher	g/100g	0,0102
Impurezas insolubles	mg/kl	19,335
Densidad a 15°C	g/ml	0.88

8.3. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS EN LA CABA

Resultados de las encuestas realizadas a nivel domiciliario (Comunas elegidas 1, 2, 4, 7, 9, 11, 13, 14 y 15) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

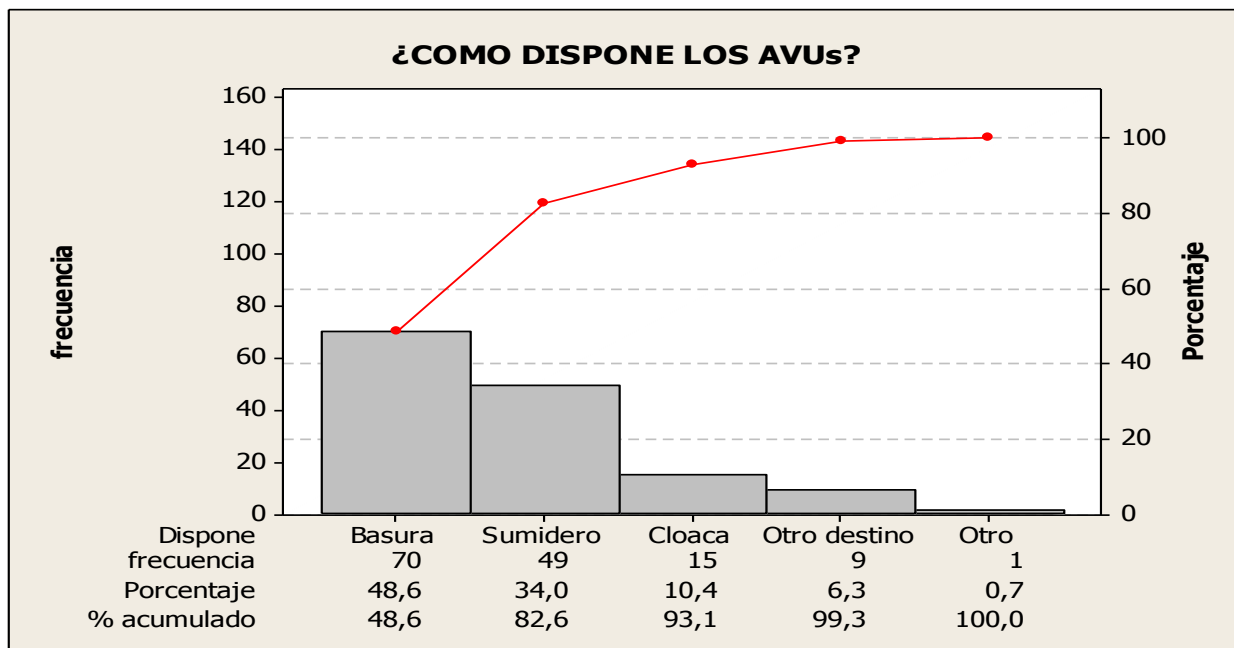
8.3.1. Resultado de la Pregunta 1: ¿Conoce los Aceites Vegetales Usados? Después de haber realizado las encuestas en las nueve comunas, el 100 % de los encuestados respondió que **SÍ** conoce los AVUs.

Gráfico n°14: Encuesta, pregunta n°1, ¿Conoce los Aceites Vegetales Usados



8.3.2. Resultado de la Pregunta n°2: ¿Cómo dispone de los Aceites Vegetales Usados?, tenemos en el formulario de encuesta respuestas múltiples, donde los encuestados respondieron lo siguiente:

Gráfico 15: Encuesta, pregunta n°2, ¿Cómo dispone de los Aceites Vegetales Usados?

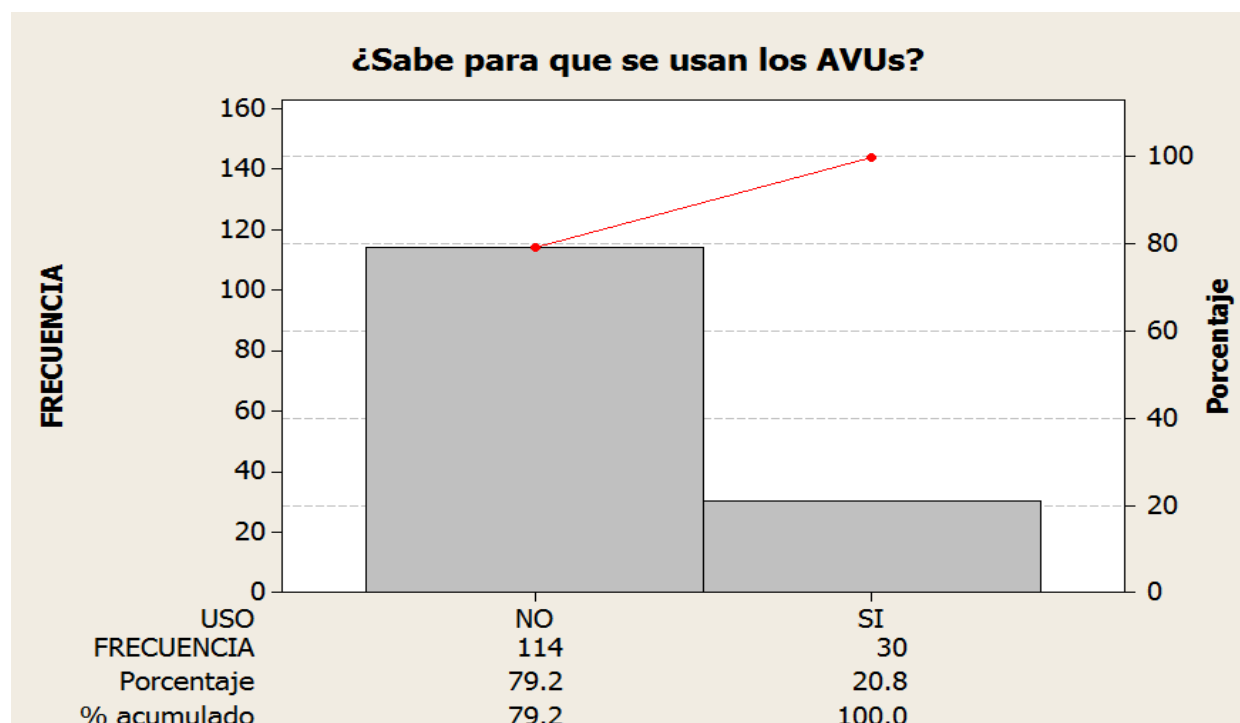


(Otro)=Recicla para algún programa (modificado automáticamente por el programa Minitab)

Se observa en el grafico n° 15, que del 100% de los encuestados, el 48,6 % dispone los AVUs a la basura, el 34% al sumidero, 10,4 % a la cloaca y el 6,3% de estos tiene Otro destino (tiran al pozo, usan en el mantenimiento del coche, tiran a la tierra y algunos no cocinan). Así mismo 0,7 % recicla para algún programa, si hablamos de representación de frecuencia, una sola persona de los encuestados realiza esta actividad, por lo tanto, es mínima la cantidad de AVUs que se está reciclando de los domicilios en la CABA para transformación a combustible (biodiesel) u otros usos.

8.3.3. Pregunta n°3 ¿Sabe para que se usan los AVUs?, Esta es una pregunta de tipo cerrada y tiene por respuesta dos opciones, SI y No, donde los entrevistados respondieron lo siguiente:

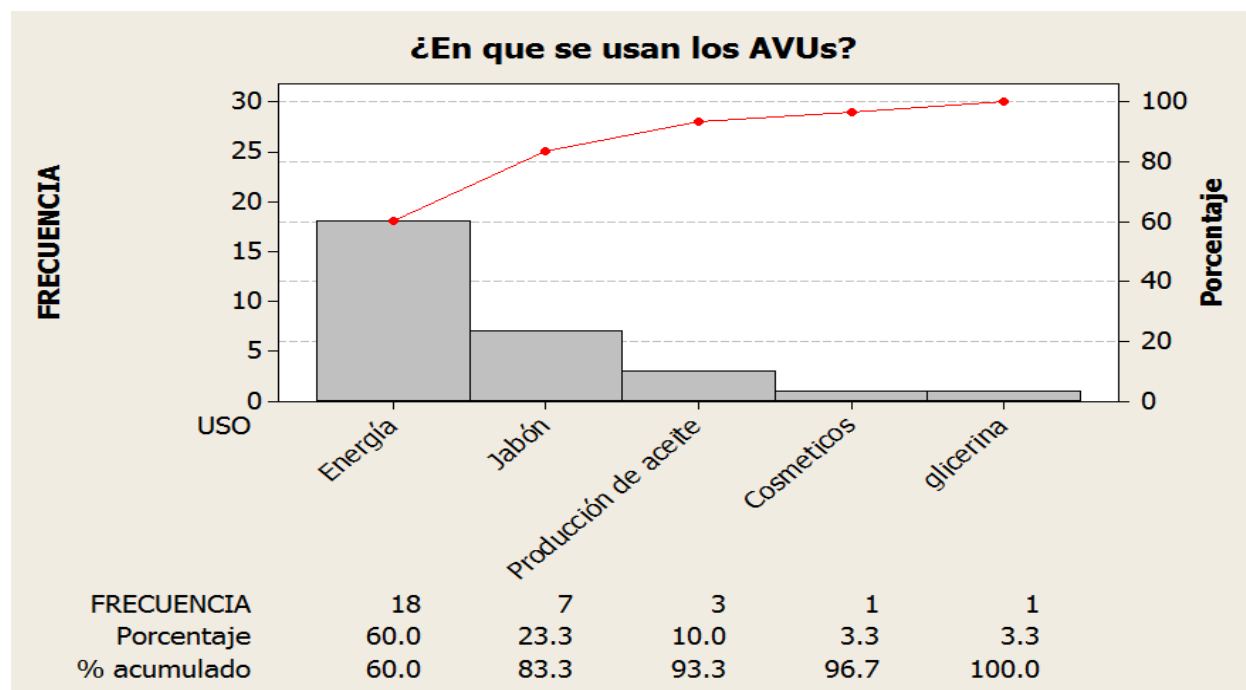
Gráfico 16: Encuesta, pregunta n°3, ¿Sabe para que usan los AVUs?



Se observa en el grafico n°16, que el 79% de los encuestados, **NO** sabe para que se usan los AVUs y el 21% restante **SI** sabe. Para estos ultimos se realizo una nueva pregunta, mostrada a continuacion.

8.3.4. Resultado de la Pregunta n° 3.1 ¿En qué se usan los AVUs?, tenemos en el formulario de encuesta respuestas múltiples, donde los encuestados respondieron lo siguiente:

Gráfico 17: Encuesta, pregunta n°3.1 ¿En qué se usan los AVUs?



Al 21% de los encuestados que respondió que **SI** sabe para que se usa los Aceites Vegetales Usados AVUs, se está considerando en el gráfico 17, como el 100%, donde un 60% de estos, respondió que se usa para energía, considerando las respuestas (combustible, biodiesel, energía), un 23% respondió para jabón, 10% piensa que se usa para producción de aceite, 3% en la industria cosmética y 3% piensa que se usa para glicerina.

También se puede observar que de este 21% que respondió que **SI** sabe para que se usan lo AVUs, seguimos considerando como un 100%, de estos el 23% de los encuestados piensa que los AVUs se vuelve a reutilizar como producto comestible.

Pudimos percibir, en el momento que se realizaron las encuestas, que en las nueve comunas mencionadas, las personas no tienen o no conocen, ningún programa de reciclado de los AVUs y de todas estas, la comuna 13 (Núñez, Belgrano y Colegiales) mostró mayor interés, acerca de, Dónde ellos podían disponer sus AVUs.

DISCUSIONES

La ciudad Autónoma de Buenos Aires se crea la, Ley N° 3166, sanciona el 2009, “Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados” donde tiene la obligación de incentivar, gestionar y asistir con frecuencia en la recolección de AVUs de los centros productores, como restaurantes, hoteles, comedores públicos, bares etc. Se exige que la ley cumpla lo establecido, ya que los generadores de AVUs, en este caso (establecimientos gastronómicos), no están satisfechos, con los programas de gestión de la autoridad, por no contar con un adecuado y frecuente método de reciclado, como indica la ley y se ven obligados a desechar los AVUs a la basura. En la actualidad en la Argentina no existe una ley nacional específica de Gestión de Aceites Vegetales Usados, y los generadores principalmente centros gastronómicos disponen los AVUs a su criterio.

En el año 2011, en la CABA SE sanciona la Ley N° 3997 que modifica la anterior Ley N° 3166 sobre Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados. Creándose el Capítulo IX "Pequeños Generadores Domésticos, con sus siglas (PGDs). Esta ley tiene la obligación de instrumentar, facilitar y optimizar el acopio de los AVUs generados por los PGDs, mediante la conformación de Puntos Limpios de recolección exclusiva para éstos. La Autoridad de Aplicación arbitra los medios para la difusión, promoción y concientización ciudadana de los beneficios sociales y medioambientales que aporta la recolección AVUs.

Por el no cumplimiento adecuado de esta ley, se percibe la preocupación de las personas, en las comunas, respecto al reciclaje de AVUs en sus domicilios. De acuerdo a las encuestas realizadas en este trabajo, (Ver cuadro 11, gráfico 15), donde por percepción de la pregunta n° 2, deducimos que el 100% de los encuestados desconoce de “Puntos limpios” de recolección de AVUs, el 0.7% de estos, deposita sus AVUs en puntos limpios de la provincia de Buenos Aires, por no encontrarse estos en la CABA.

Los AVUS recolectados de restaurantes en la CABA y que fueron analizados por comunas, presentaron diferentes porcentajes en el contenido ácido oleico, si bien los contenidos son parecidos pero ninguno se repite, así tenemos comuna **(2)** con índice de ácido oleico de **0.96%**, **(11) 1.80%**, **(13) 2.69%**, **(7) 3.02%**, **(14) 2.57%**, **(9) 3.06%**, **(4) 3.28%**, **(1) 3.29%** **(15) 3.83**. El contenido de ácido oleico va a depender de las altas temperaturas a los que fueron sometidos los AVUs y la cantidad de veces que fueron reutilizados estos aceites. Todos estos hacen un promedio de 2.72%, de contenido de ácido oleico en los AVUs, obtenidos en la CABA, haciendo una comparación con estudios previos de otros países veremos que hay diferencias entre estos.

En el trabajo de investigación realizado en la ciudad de Ambato, Ecuador por (Arias Ana, 2012), donde recolectaron los aceites vegetales usados de establecimientos de comida rápida para analizar la calidad de estos, obtuvo un promedio de 9,2% en el contenido de ácido oleico. Así mismo el trabajo realizado en la ciudad de Riobamba, Ecuador por (Espinoza Alex y Palmay Paul, 2009), donde recolectaron los aceites vegetales de cocina de locales freidores de pollo, obtuvieron un contenido de ácido oleico de 4.1%. Otro trabajo de investigación realizado en la ciudad de Chía, Colombia por (Peña Francisco, 2006), donde recolecto los aceites residuales de fritura de restaurantes de comida rápida, obtuvo un contenido de ácido oleico de 2.70%. Vemos que este último resultado es similar a lo obtenido en la CABA por lo tanto podemos observar que, el contenido de ácido oleico de la CABA se encuentra entre los más bajos.

El rendimiento del biodiesel o la cantidad de este que se obtuvo, a partir (AVUs) en CABA fue 82%, quiere decir de 100% de AVUs, el 82% se transformó a biodiesel. En el trabajo de investigación realizado en Venezuela por Saavedra, (2011) obtuvo un rendimiento de 93,7%. Otro trabajo realizado en Ecuador por Arias, (2012), que obtuvo por dos métodos un rendimiento de biodiesel de 70.43% y 76.37%. Según (Avellaneda Fredy, 2010) en el trabajo de investigación que realizó en España, obtuvo de aceite reciclado a biodiesel un rendimiento de 91,2% lo cual consideramos el rendimiento obtenido en este trabajo se encuentra en los rangos promedios, debido a la "calidad media" de los AVUs de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tras haber realizado los procesamientos, análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis de alternativa (H1), afirmando que, los aceites vegetales usados (AVUs) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, no superan el 5% en el contenido de ácido oleico, de esta forma facilita su proceso a biodiesel sin requerir equipos adicionales.

- Después de realizadas las encuestas en las diferentes comunas de la CABA, haber procesado, analizado e interpretado los resultados se acepta la hipótesis alternativa (H1), afirmando que. Los AVUs de los domicilios en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), son desechados en mayor porcentaje a la basura, no siendo aprovechados estos como materia prima para producción de combustible (biodiesel) u en otros usos.

CONCLUSIONES

-Se concluye que en la CABA, los Aceites vegetales usados como materia primara en la producción de biodiesel, tienen muchos beneficios por presentar una “calidad media” de acuerdo al contenido de ácido oleico que fue 2.72%. Estas características que tienen los AVUs hacen que sea una adecuada materia prima en la producción a combustible (biodiesel), facilitando su transformación sin contar con equipos adicionales y costosos en su proceso. Y se estaría dando un valor agregado a un producto contaminante que tiene problemas de disposición final, es contaminante para el medio ambiente, además de ser tóxico para la salud humana si se volviera a consumir.

-Se concluye que el reciclaje de AVUs, es una de las formas más económicas de producir biodiesel en la CABA, ya que estos reciclados son obtenidos a bajos precios o muchas veces gratis de los establecimientos gastronómicos. Comparando con el precio de los aceites vegetales refinados para producción de biodiesel que representan entre 75 a 85% del precio total de este.

- Se concluye que, la obtención de biodiesel a partir de Aceites Vegetales Usados (AVUs), en la (CABA), provenientes de centros gastronómicos (restaurantes), mediante el método de transesterificación básica, fue satisfactoria, pudiendo obtener biocombustible (biodiesel) con propiedades físico-químicas dentro de los rangos aceptados por las normas IRAM 6515-1 “Requisitos de Calidad de Combustibles, BIODIESEL puro B100”. Lo cual hace una alternativa muy importante para el aprovechamiento de este residuo contaminante, reduciendo de esta forma el impacto negativo que este desecho pueda estar causando al ambiente.

-Se comparó el contenido de ácido oleico entre comunas, donde se concluye que, en la CABA, los AVUs de las comunas: **2(Recoleta), 11(Villa Gral. Mitre, Villa Devoto, Villa del Parque, Villa Santa Rita), 13(Núñez, Belgrano, Colegiales), 7(Flores y Parque Chacabuco), 14(Palermo)**, tienen menor contenido de ácido oleico, haciendo todos estos un promedio de 2,10%, en comparación con las comunas: **9 (Liniers, Mataderos, Parque Avellaneda), 4(La Boca, Barracas, Parque Patricios, Nueva Pompeya), 1(Retiro, San Nicolás, Puerto Madero, San Telmo, Montserrat, Constitución) y 15(Chacarita, Villa Crespo, La Paternal, Villa Ortúzar, Agronomía y Parque Chas)**, que tienen mayor contenido de ácido oleico, en comparación con las comunas mencionadas anteriormente, teniendo estas últimas un promedio de 3.30% de contenido de ácido oleico. ***El contenido de ácido oleico va a depender de las altas temperaturas a los que fueron sometidos los AVUs y la cantidad de veces que fueron reutilizados.***

-Realizadas las encuestas, se concluye que la disposición final de los Aceites Vegetales Usados, o el desecho de estos a nivel domiciliario, en la CABA, son principalmente a la basura, respuesta que se obtuvo del 48.6% de los encuestados, seguido del vertido al sumidero con un 34%, disposición o vertido a la cloaca 10.4% , el 6,3% tiene Otro destino (tiran al pozo, usan en el mantenimiento del coche, tiran a la tierra y algunos no cocinan), y solo 0.7% recicla para algún programa; así gran parte de las personas 79%, no sabe para qué o en qué, se usan los AVUs.

-Se concluye que, en la CABA, es mínima la cantidad de personas que reciclan los AVUs a nivel domiciliario, solo un 0,7% del 100% de los encuestados recicla AVUs, para su transformación a combustible (biodiesel) o para otras utilidades. Así mismo, no se encuentran instalados "Puntos limpios" de recolección de AVUs como plantea la Ley N°

3997 “Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados”; Esta ley tiene la obligación de instrumentar, facilitar y optimizar el acopio de los AVUs generados por los Pequeños Generadores Domiciliarios, mediante la conformación de “Puntos Limpios” de recolección exclusiva para éstos.

-Se concluye que, existe preocupación por parte de las personas en la CABA, de buscar nuevas alternativas para la disposición final o desecho de los AVUs, producidos en sus domicilios, de esta forma se evitaría el desecho de estos a la basura, sumideros y cloacas, que traen como consecuencia contaminación ambiental y pérdida de materia prima que puede ser aprovechada en la producción de energía (biodiesel).

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades de la CABA, respecto a la aplicación de la Ley N° 3997 “Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados” incentivar, gestionar y asistir con frecuencia en la recolección de AVUs, ya que los generadores de AVUs, en este caso (establecimientos gastronómicos), no están satisfechos, con los programas de gestión de la autoridad, por no contar con un adecuado y frecuente método de reciclado, como indica la ley y se ven obligados a desechar los AVUs a la basura. Desperdiciando así materia prima para producción de combustible.

Así mismo, se percibe la preocupación de las personas, en algunas comunas, respecto al reciclaje de AVUs en sus domicilios, para lo cual, se recomienda a la autoridad de aplicación de la Ley N° 3997, que empiece con la difusión, promoción y concientización, incentivación ciudadana, hacia los PGDs (Pequeños generadores domiciliarios), que no cuentan con “Puntos limpios” para desechar o reciclar los AVUs, terminando estos en la basura, sumideros o cloacas.

Antes de realizar los procesos y análisis, tanto de los AVUs como para el biodiesel, debemos asegurarnos que todos los instrumentos que se van a emplear, deberán estar completamente secos, con el fin de evitar subproductos indeseados.

Para determinación de la calidad de los AVUs y del biodiesel, se recomienda comprobar la buena calibración de los instrumentos de medición a utilizar, además del buen funcionamiento de los equipos necesarios.

El biodiesel por ser un combustible biodegradable, en su almacenamiento presenta rápida oxidación, lo cual produce nuevas impurezas, para esto se recomienda siempre agregar antioxidante en la planta o laboratorio. Así mismo el biodiesel es altamente higroscópico (adsorbe agua con rapidez), para lo cual recomendamos, después de obtener este producto mantenerlo cubierto. Estos dos factores son importantes tenerlos en cuenta ya que ocasionan, principalmente ácidos corrosivos entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials (ASTM). Normas para el Biodiesel (2009). *La definición del Biodiesel*. Recuperado de

http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html

Argentina. Decreto Nacional 109, Biocombustibles. “*Actividades alcanzadas por los términos de la Ley 26.093. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Régimen Promocional*”, 9 de febrero de 2007.

Disponible en <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/125000-129999/125179/norma.htm>

Argentina. Ley Nacional 26.093. Biocombustibles. “*Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de biocombustibles*,” mayo del 2006. Disponible en

<http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm>

Argentina, Ley 3 166. *Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales, Grasas de Fritura Usados*. Septiembre del 2009. Disponible en

<http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley3166.html>

Arias A.C. (2012). *Obtención de biodiesel a partir de aceites comestibles vegetales usados (ACVUs), como una alternativa para el reciclaje de material de desecho altamente contaminante para el medio ambiente*. (Título de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/1918/BQ%2029.pdf?sequence=1>

Avellaneda A. F. (2010). *Producción y caracterización de biodiesel de palma y aceite reciclado mediante un proceso Batch y un proceso continuo con un reactor helicoidal*. (Tesis doctoral). UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI. Tarragona. Recuperado de

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8588/Tesi.pdf;jsessionid=774B04F17C21A67FE49BC0329B3FDCA.tdx2?sequence=1>

Bolsa de Comercio de Rosario [BCR] (2010). El desarrollo de los biocombustibles y la constitución de un foro en la BCR. *Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario*. XCVIII (1511), 57 (6), 6-10-12. Extraído

<http://www.bcr.com.ar/Secretara%20de%20Cultura/Revista%20Institucional/2010/Agosto%202010/Revista%20agosto%202010.pdf>

Burin, M., (2009). *Utilización de aceite de fritura usado para fabricación de biodiesel en plantas medianas para autoconsumo* Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. Área de Generación Distribuida de Energías Renovables,. Recuperado de http://www.inti.gov.ar/e-renova/erBI/pdf/Aceite_fabricacion_biodiesel.pdf. P. 3,5

Cámara Argentina de Biocombustibles, CARBIO (2012). *Industria del biodiesel en la Argentina 2007-2011*. Recuperado alberto_rodriguez@ciaracec.com.ar

Cámara Argentina de Energías Renovables/CADER. (2011). Reporte Cuarto Trimestre 2010. *Estado de la Industria Argentina de Biodiesel*.

Recuperado de <http://www.inseda.eu/SiteBiodiesel/PDFs/Estado-Industria-Biodiesel-enero2011.pdf>

Cámara Argentina de Energías Renovables/CADER. (2009). *La Argentina y los biocombustibles de segunda y tercera generación*. Recuperado de <file:///C:/Users/Isela/Downloads/466622368.BiocombustiblesGeneraciones.pdf>

Cámara Argentina de Energías Renovables/CADER. (2013). *4ta. Edición del Anuario de CADER, +RENOVABLES 2012-2013*. Recuperado de <https://dl.dropboxusercontent.com/u/78017440/masrenovable2013.pdf>

Cámara Argentina de Energías Renovables/CADER. (2010). Comienza el mercado nacional de Biodiesel y Bioetanol. *Estado de la Industria de Biocombustibles en la Argentina*. Recuperado de <http://biodiesel.com.ar/download/CupoNacionalBiocombustiblesMayo2010.pdf>

Cárdenas Almena M. (s.f.). *El Biodiesel, una alternativa sostenible al gasóleo convencional*. Recuperado de <http://biodiesel.com.ar/biodiesel-trabajos-download-pdf>

Carrizo S. Ramousse D. y Velut, S. (2009). Facultad de Humanidades y Ciencia de la Educación. *Biocombustibles en Argentina, Brasil y Colombia: Avances y limitaciones*. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4443/pr.4443.pdf

Centro de Agronegocios PwC Argentina (2011). *Informe de Coyuntura de Agronegocios*. Recuperado de http://www.pwc.com.ar/es_AR/ar/agribusiness/publicaciones/assets/informe-de-coyuntura-en-agronegocios.pdf

Chidiak M. Rozemberg R. (2012). Proyecto Energético. Biocombustibles: Una Industria Pujante que requiere Políticas de Estado. *Revista del Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi"* Año 28, (94), p. (16).

Chiapella, J.S., *Reciclado de Aceites Vegetales Usados*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (2008). Agencia de Extensión Rural Concepción del Uruguay, Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210835.pdf>

Código Alimentario Argentina (Res 2012, 19.10.84). Capítulo VII, Alimentos Grasos Aceites Alimenticios, Artículo 55bis.

Duffey A. (2009). *Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://www.cepal.org/ddpe/agenda/2/42932/EstEconomiaBiocombustiblesDialPol.pdf>

Espinoza A. y Palmay P. (2009). *Diseño y construcción de un reactor batch para la obtención por transesterificación de Biodiesel a partir de aceite de cocina reciclado*. (Tesis de grado). Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/248/1/96T00115.pdf>

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) Internacional. (2011). *El informe de la energía renovable*. Suiza.

Foro P.A.I.S, (2012) Productos agroindustriales de Soja. Índice de Energía Junio 2012 – Principales resultados. Recuperado de http://www.foropais.org.ar/dll/indice_de_energia_062012.pdf

Ganduglia, F., Leon, J.G., Gasparini, R., Rodriguez, M.E., Huarte, G.J., Estrada, J., Filgueiras, E. (2009). *Manual de Biocombustibles*. Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas natural de América Latina y el Caribe (ARPEL) Instituto internacional de Corporación para la Agricultura (IICA). Recuperado de http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Manual_Biocombustibles_ARPEL_IICA.pdf

García M.M. (2007). *Diseño de una instalación de pre tratamiento de aceites con alto contenido de ácidos grasos libres para producción de biodiesel* (Proyecto de fin de Carrera de Ingeniería Química). Universidad de Cádiz. España.

Garrido, S.M. (2010). Tecnología, territorio y sociedad. Producción de biodiesel a partir de aceites usados. *Iconos. Revista de Ciencias Sociales* n° 37. ISSN 1390-1249, p. 11(1,76).

Goldstein E. y Gutman G., *Documento de Trabajo. Biocombustibles y biotecnología. Contexto internacional, situación en Argentina*. Centro de Estudios Urbanos y Regionales [CEUR] y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET] (2010).

Recuperado <http://www.ceur-conicet.gov.ar/imagenes/biocombustibles2.pdf>

Herrera J. A. (2008). *Caracterización y Aprovechamiento del aceite residual de frituras para la obtención de un Combustible (Biodiesel)*. (Trabajo de Grado). Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.

Hilbert J, Sbarra R. y López M. (2012). *Producción de biodiesel a partir de aceite de Soja. Contexto y Evolución Reciente*. Ediciones Instituto de Tecnología Agropecuaria INTA. Argentina.

Hilbert J. (2007) Instituto de Ingeniería Rural-INTA Castelar (2007). *Documento Base - Programa Nacional de Bioenergía del INTA*. Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210033.pdf>

Huerga I. R. (2010). *Producción de biodiesel a partir de cultivos alternativos: Experiencia con Jatropha Curca*. (Tesis de Maestría). Universidad nacional del Litoral. Argentina.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2010. *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiesel*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. (2008) ¿Qué hacer con los aceites vegetales post-fritura? Programa del Centro INTI-Cereales y Oleaginosas para purificar e

industrializar este tipo de aceites contaminantes. *Saber Cómo, Año 2008 (68)*, p. 3.
Recuperado de <http://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc68/imagenes/SC68.pdf>

Lamoureux J. (2007). *Diseño conceptual de una planta de biodiesel*. Memoria para optar al título de ingeniero civil mecánico. Universidad de Chile. Recuperado de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/herve_j/sources/herve_j.pdf

Machado C. (2010). *Situación de los Biocombustibles de 2da y 3era Generación en América Latina y Caribe*. Recuperado de <http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/SITUACION%20DE%20BIOCOMBUSTIBLES%20EN%20ALC.pdf>

Montico, S.; Di Leo, N.; Bonel, B.; Denoia, J.; M. Costanzo (2012). *Biocombustibles: vínculos entre las políticas de gestión territorial y los impactos ambientales y sociales*. Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. Año XXIII, N° 44. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n44/n44a07.pdf>

Norma IRAM 5 512. *Aceites Vegetales, Grasas y oleína. Método para la determinación de la acidez* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (1988, Diciembre). Catálogo oficial del IRAM. Argentina: Autor.

Norma IRAM 5 51. *Aceites Vegetales. Métodos de determinación de la pérdida por calentamiento*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (1980, Octubre). Catálogo oficial del IRAM. Argentina: Autor.

Norma IRAM 5 521. *Aceites Vegetales. Determinación del Sedimento por centrifugación*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2000, 24 de marzo). Catálogo oficial del IRAM. Argentina: Autor.

Norma IRAM 6515-1. *Calidad de Combustibles. Combustibles líquidos para uso en automotores. Biodiesel*. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (2006, Junio) Catálogo oficial del IRAM. Argentina: Autor.

Pochat F. (2009). Biocombustibles: Un proyecto de sustentabilidad ambiental y economía. *Revista del Instituto del Petróleo y del Gas*. Año 2009 (año L). p. 85.

Peña F. J (2006). Aprovechamiento de aceites residuales del proceso de fritura como sustrato para el desarrollo de microorganismos productores de lipasas. (Tesis de grado). Universidad de la Sabana. Chia, Colombia. Recuperado de <http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/2054/1/130004.pdf>

Pistonesi, H., Nadal, G., Bravo, V., Bouille, D., (2008) *Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: Elementos para la formulación de políticas públicas* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Recuperado de <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/6/32836/P32836.xml&xsl=/drni/tpl/p9f.xsl&base=/d/maah/tpl/top-bottom.xslt>

Rabinovich G. (2006). *Régimen Nacional Biocombustibles – Biodiesel* Instituto Argentino de Energía, Gral. Mosconi Universidad Nacional de Lujan. Recuperado de <http://www.iae.org.ar/presentaciones/presentacion14.pdf>

Rozemberg R; Saslavsky D; Svarzman G. (2009). *La Industria de Biocombustibles en el Mercosur. La Industria de biocombustibles en Argentina*. Recuperado de <http://www.redmercosur.org/la-industria-de-biocombustibles-en-el-mercosur/publicacion/76/es/>

Saavedra, J. (2011). *Determinación de la calidad y rendimiento del biodiesel obtenido a partir de los desechos de aceite comestible*. (Trabajo de grado, para optar el título de ingeniero químico). Universidad Rafael Urdaneta. Venezuela.

Secretaría de Energía de la República Argentina. Marco legal Biocombustibles. Energía. “Establécense las condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio”.13 de octubre de 2008. Disponible en <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/147292/norma.htm>

Soluciones Prácticas, ITDG, (2007). Situación actual del biodiesel en el mundo y en el Perú. (1ª edición 2007). *Opciones para la producción y uso de biodiesel en el Perú* (p. 40). Lima: ©Soluciones Prácticas – ITDG.

Torres y Carrera. (2010). *Biocombustibles 2010*.

Recuperado de <http://torresycarrera.com/files/Informes/Informe-Biocombustibles-2010.pdf>

Uribe M.G. (2010). *Simulación de una planta piloto para la producción de biodiesel en el laboratorio de operaciones unitarias de la Esiqie*. (Tesis de Grado). Escuela superior de Ingeniería Química e industrias extractivas. México D.F.

ANEXOS

Cuadro 1. Datos promedios para hallar el porcentaje de humedad

Comunas	Peso de las placas de Petri en gramos	Peso de las placa de Petri más la muestra(PI)	Peso de las muestra (m) en gramos	Peso Final (PF)
1	37.4543	43.2516	5.7973	43.0512
2	35.8975	41.4533	5.5558	41.1910
4	43.6563	49.1214	5.4651	48.9815
7	36.1505	41.3510	5.2005	41.1595
9	38.6514	45.1211	6.4697	44.8986
11	37.4513	43.1210	5.6697	43.0512
13	38.6219	43.1218	4.4999	43.0515
14	35.5575	40.4012	4.8437	40.1810
15	38.6111	43.1210	4.5099	42.9886

Cuadro 2. ANOVA para Porcentaje de humedad

PORCENTAJE DE HUMEDAD									
	Com.1	Com.2	Com.4	Com.7	Com.9	Com.11	Com.13	Com.14	Com.15
muestra1	2,89	3,87	2,01	4	2,89	0,8	1,05	4,2	2,8
muestra2	3,41	4,25	3	3,35	3,75	1,95	2,15	4,63	1,95
muestra3	4,05	6,04	2,67	3,69	3,68	0,94	1,48	4,82	4,97

Promedio	3,45	4,72	2,56	3,68	3,44	1,23	1,56	4,55	2,94
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

HUMEDAD

COMUNAS	Media	N	Desv. estándar	Mínimo	Máximo	Varianza	Error típ. de la media
COMUNA 1	3,4500	3	0,58103	2,89	4,05	0,338	0,33546
COMUNA 2	4,7200	3	1,15884	3,87	6,04	1,343	0,66905
COMUNA 4	2,5600	3	0,50408	2,01	3,00	0,254	0,29103
COMUNA 7	3,6800	3	0,32512	3,35	4,00	0,106	0,18771
COMUNA 9	3,4400	3	0,47760	2,89	3,75	0,228	0,27574
COMUNA 11	1,2300	3	0,62746	0,80	1,95	0,394	0,36226
COMUNA 13	1,5600	3	0,55435	1,05	2,15	0,307	0,32005
COMUNA 14	4,5500	3	0,31765	4,20	4,82	0,101	0,18339
COMUNA 15	2,9400	3	1,06691	1,95	4,07	1,138	0,61598
Total	3,1256	27	1,28394	0,80	6,04	1,648	0,24709

HUMEDAD

HSD de Tukey

COMUNAS	N	Subconjunto para alfa = .05			
		a	b	c	d
COMUNA 11	3	1,2300			
COMUNA 13	3	1,5600	1,5600		
COMUNA 4	3	2,5600	2,5600	2,5600	
COMUNA 15	3	2,9400	2,9400	2,9400	2,9400
COMUNA 9	3		3,4400	3,4400	3,4400
COMUNA 1	3		3,4500	3,4500	3,4500
COMUNA 7	3			3,6800	3,6800
COMUNA 14	3				4,5500
COMUNA 2	3				4,7200
Sig.		0,115	0,063	0,558	0,091

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Cuadro 3, volumen gastado o usado de titulante, por comuna.

	Consumo de titulante								
	Com.1	Com.2	Com.4	Com.7	Com.9	Com.11	Com.13	Com.14	Com.15
muestra1	5,8	1,5	4,0	4,0	5,0	2,5	3,9	3,9	6,0
muestra 2	5,9	1,9	5,3	3,7	5,7	3,8	5,3	4,0	6,2
muestra 3	5,7	1,7	8,1	8,4	5,6	3,3	5,1	5,8	8,2

Cuadro 5.5. ANOVA para Porcentaje de ácido oleico

	NIVELES DE ACIDEZ POR COMUNAS								
	Com.1	Com.2	Com.4	Com.7	Com.9	Com.11	Com.13	Com.14	Com.15
muestra1	3,27	0,85	2,26	2,26	2,82	1,41	2,19	2,19	3,38
muestra 2	3,23	1,07	2,99	2,09	3,21	2,14	2,99	2,26	3,50
muestra 3	3,27	0,95	4,58	4,7	3,16	1,86	2,89	3,27	4,62
Promedio	3,29	0,96	3,28	3,02	3,06	1,80	2,69	2,57	3,83

ACIDEZ

COMUNAS	Media	N	Desv. típ.	Error típ. de la media	Mínimo	Máximo	Varianza
COMUNA 1	3,2900	3	0,03464	0,02000	3,27	3,33	0,001
COMUNA 2	0,9567	3	0,11015	0,06360	0,85	1,07	0,012

COMUNA 4	3,2767	3	1,18627	0,68489	2,26	4,58	1,407
COMUNA 7	3,0167	3	1,46029	0,84310	2,09	4,70	2,132
COMUNA 9	3,0633	3	0,21221	0,12252	2,82	3,21	0,045
COMUNA 11	1,8033	3	0,36828	0,21263	1,41	2,14	0,136
COMUNA 13	2,6900	3	0,43589	0,25166	2,19	2,99	0,190
COMUNA 14	2,5733	3	0,60435	0,34892	2,19	3,27	0,365
COMUNA 15	3,8333	3	0,68391	0,39486	3,38	4,62	0,468
Total	2,7226	27	1,03161	0,19853	0,85	4,70	1,064

ACIDEZ

HSD de Tukey

COMUNAS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		a	b
COMUNA 2	3	0,9567	
COMUNA 11	3	1,8033	1,8033
COMUNA 14	3	2,5733	2,5733
COMUNA 13	3	2,6900	2,6900
COMUNA 7	3	3,0167	3,0167
COMUNA	3		3,0633

9			
COMUNA 4	3		3,2767
COMUNA 1	3		3,2900
COMUNA 15	3		3,8333
Sig.		0,053	0,059

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Cuadro 4. ANOVA para hallar el contenido de Material sólido

MAT_SOLIDO

COMUNAS	Media	N	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Varianza	Error típ. de la media
COMUNA 1	1,0000	3	0,48816	0,59	1,54	0,238	0,28184
COMUNA 2	0,1000	3	0,08185	0,01	0,17	0,007	0,04726
COMUNA 4	5,0000	3	1,00851	3,89	5,86	1,017	0,58227
COMUNA 7	3,2000	3	0,31193	3,01	3,56	0,097	0,18009
COMUNA 9	0,5000	3	0,37323	0,09	0,82	0,139	0,21548
COMUNA 11	0,0500	3	0,03606	0,01	0,08	0,001	0,02082
COMUNA 13	0,0500	3	0,03606	0,01	0,08	0,001	0,02082
COMUNA	0,8233	3	1,11159	0,07	2,10	1,236	0,64178

14							
COMUNA 15	0,0000	3	0,00000	0,00	0,00	0,000	0,00000
Total	1,1915	27	1,73972	0,00	5,86	3,027	0,33481

MAT_SÓLIDO

HSD de Tukey

COMUNAS	N	Subconjunto para alfa = .05		
		a	b	c
COMUNA 15	3	0,0000		
COMUNA 11	3	0,0500		
COMUNA 13	3	0,0500		
COMUNA 2	3	0,1000		
COMUNA 9	3	0,5000		
COMUNA 14	3	0,8233		
COMUNA 1	3	1,0000		
COMUNA 7	3		3,2000	
COMUNA 4	3			5,0000
Sig.		0,433	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Tabla 1. Requisitos de Calidad de combustibles – Combustibles líquidos para uso en automotores BIODIESEL Puro B100 IRAM 6515-1

Requisito	Unidad	Límite Mínimo	Límite Máximo	Método de ensayo
Contenido de éster	g/100g	96,5	-	EN 14103
Densidad a 15°	g/ml	0,875	0,900	IRAM-IAPG A 6911 ISO 3675 ISO 12185
Viscosidad a 40° C	mm2/s	3,5	5,0	IRAM-IAPG A 6597 IISO 3104 ASTM D 445
Punto de inflamación	°C	130	-	ISO 3679 ASTM D 93
Contenido de azufre	mg/kg	-	10	Pr EN ISO 20846 Pr EN ISO 20884 ASMT D 5453
Residuo carbonoso (Sobre la muestra al 100%)	g/100g	-	0,05	ASTM D 4530 ISO 10370
Número de cetano	-	47,0	-	ASTM D 613 ISO 5165
Cenizas sulfatadas	g/100g	-	0,02	ISO 3987
Contenido de agua por Karl Fischer	g/100g	-	0,05	ASTM D 4928 ISO 12937
Impurezas insolubles	mg/kg	-	24	EN 12662

Corrosión a la lámina de cobre(3hs a 50°)	-	-	1	IRAM-IAP A 6533 ATM D 130 ISO 2160
Estabilidad a la oxidación a 110°C	horas	6	-	EN 14112
Índice de acidez	mg KOH/g	-	0,50	IRAM 6558 EN 14104 ASTM D 664
Índice de yodo	-	-	150	EN 4111
Esteres metílicos de ácido linoleico	g/100g	-	12	EN 14103
Contenido de metanol libre	g/100g	-	0,20	EN 14110
Contenido de monoglicérido	g/100g	-	0,80	EN 14105
Contenido de diglicérido	g/100g	-	0,20	EN 14105
Contenido de triglicérido	g/100g	-	0,20	EN 14105
Glicerina libre	g/100g	-	0,02	EN 14105 EN 14106 ASTM D 6584
Contenido total de glicerina	g/100g	-	0,25	EN 14105 ASTM D 6584
Metales alcalinos (Na + K)	mg/kg	-	5	EN 14108 EN 14109
Lubricidad	um	-	250	ISO 12156-1

Imagen 1: Encuestas realizadas en la (CABA)



Fuente: Autor

ANEXO de la LEY N° 3.166**Separata del BOCBA N° 3269 del 30/09/2009****Definiciones específicas de gestión de AVUs**

Aceite vegetal y grasas de fritura usados (AVUs): el que se origine o provenga, o se produzca, 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 presente 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 y en condiciones de ser desechado por el generador. Dentro del alcance de esta definición se incluyen los aceites hidrogenados, las grasas animales puras o mezcladas utilizadas para fritura y los residuos que estos generen.

A los efectos de determinar que una sustancia sea encuadrada dentro de la definición de AVUs, conforme a la presente, la Autoridad de Aplicación utilizará procedimientos y métodos de verificación y control debidamente homologados por instituciones nacionales o internacionales competentes y reconocidas en la materia, de acuerdo con la reglamentación **de la presente**.

Almacenamiento: el depósito temporal de AVUs, acondicionado en forma adecuada según la presente y su reglamentación, previo a su retiro por transportista u operador habilitado para su posterior tratamiento.

Contaminación hídrica: es la acción y el efecto de introducir AVUs en el agua que, de modo directo o indirecto, implique una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos asignados al recurso. El concepto incluye alteraciones perjudiciales del entorno vinculado a dicho recurso, la degradación de los conductos, canales aliviadores y redes subterráneas cloacales, pluviales y sumideros.

Disposición final: operaciones dirigidas a darle un destino final a los AVUs, o a su destrucción total o parcial. Estas operaciones habrán de llevarse a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al ambiente.

Gestión: comprende la generación, manipulación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de AVUs de acuerdo a los términos de la presente.

Manipulación: es la operación bajo normas de buenas prácticas que se deben emplear en la descarga, limpieza, llenado, envasado, rotulado, traslado interno y almacenado de los AVUs.

Recolección: toda operación consistente en clasificar, agrupar o preparar AVUs para su transporte.

Transporte: traslado y operaciones de logística de AVUs realizado por las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas que realicen la recolección y almacenamiento de AVUs, y su posterior traslado para el tratamiento, almacenamiento, transformación, valorización o disposición final de los mismos.

Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos como materia prima o energético contenidos en los AVUs que deberá llevarse a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al ambiente. En todo caso, estarán incluidos en este concepto los procedimientos así definidos en la lista de operaciones de valorización aprobada por la Autoridad de Aplicación.

Vertido: es la descarga de AVUs dentro o fuera de las instalaciones de establecimientos generadores, con destino directo o indirecto a colectoras, colectores, cloacas máximas, conductos pluviales, cursos de agua y el suelo, ya sea mediante evacuación o depósito.

ANEXO II

Generadores de AVUs Comedores de hoteles.

- Comedores industriales.
- Restaurantes.
- Confiterías y bares.
- Restaurantes de comidas rápidas.
- Supermercados con elaboración propia de comidas preparadas.
- Establecimientos alimenticios en cuyos procesos se elaboren alimentos con fritura;
- Empresas de Catering de manufactura en establecimiento propio o de terceros.
- Rotiserías.

Todo otro establecimiento que genere o produzca AVUs en el territorio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y que sea incluido por la Autoridad de Aplicación.

ANEXO III (*)

PEQUEÑOS GENERADORES DOMESTICAS (PGDs)

- Generadores unifamiliares.
- Actividades no incluidas en el Anexo II que generen AVUs. por uso propio de escala doméstica.
- Todo otro establecimiento que genere o produzca AVUs en el territorio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en escala no comercial, y que sea incluido por la Autoridad de Aplicación.

(*) (Anexo incorporado por el Art. 8º de la Ley Nº 3.997, BOCBA Nº 3853 del 13/02/2012)

ANEXO II**Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados.
Modificación****Ley CABA Nº: 3997 / 2011**

Publicado en el B.O. CABA Nº 3853 el 13-02-2012

Buenos Aires, 10 de noviembre de 2011

La Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Sanciona con fuerza de Ley

Artículo 1º.- Modifícase el Artículo 1º de la Ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el que quedará redactado de la siguiente manera:

Artículo 1º.- La presente Ley tiene por objeto la regulación, control y gestión de aceites vegetales y grasas de fritura usados (AVUs) definidos en el Anexo I, producidos por los generadores que se enumeran en el Anexo II y Anexo III. Estos últimos se rigen exclusivamente por las disposiciones del Capítulo IX.

Artículo 2º.- Modifícase el Artículo 7º de la Ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el que quedará redactado de la siguiente manera:

Artículo 7º.- Créase el Registro de Generadores detallados en el Anexo II, Transportistas y Operadores de AVUs, el que estará a cargo de la Autoridad de Aplicación de la presente.

Artículo 3º.- Modifícase el Artículo 8º de la Ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el que quedará redactado de la siguiente manera:

Artículo 8º.- Los Generadores detallados en el Anexo II, Transportistas y Operadores de AVUs que desarrollen actividades en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires o traten, transformen o efectúen la disposición final de AVUs, generados en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, deberán inscribirse en el Registro creado por el Artículo 7º, en las condiciones y plazos que establezca la reglamentación. En caso de incumplimiento, la Autoridad de Aplicación deberá inscribirlos de oficio.

El Registro es de acceso público, conforme lo dispuesto en la Ley 303 de "Acceso a la Información Ambiental".

Artículo 4º.- Modifícase el Artículo 9º de la Ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el que quedará redactado de la siguiente manera:

Artículo 9°.- Los Generadores detallados en el Anexo II deberán declarar como mínimo, los siguientes datos:

- a) Identificación del establecimiento y su responsable.
- b) Generación estimada en litros promedio mensual y anual de AVUs.
- c) lugar y forma de almacenamiento.
- d) Frecuencia de retiro de los AVUs.
- e) Transportista contratado. Número de inscripción en el Registro.
- f) Operador contratado por el transportista. Número de inscripción en el Registro.

Los Transportistas deberán declarar como mínimo, los siguientes datos:

- a) Identificación de la empresa, su responsable, y de los vehículos que conforman la flota.
- b) Cantidad mensual de AVUs transportados.
- c) En caso de contar con depósito de almacenamiento transitorio, la ubicación y capacidad del mismo.
- d) Operador contratado. Número de inscripción en el Registro.

Los operadores deberán declarar, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Identificación del establecimiento y su responsable.
- b) Certificado de aptitud ambiental o equivalente, y el de habilitación del establecimiento para operar, emitido por la autoridad competente en su jurisdicción, de acuerdo a lo prescrito en la normativa respectiva vigente.
- c) Cantidad estimada promedio en litros mensual y anual de AVUs tratados.
- d) Descripción del proceso de tratamiento, valorización, transformación y destino utilizado para los AVUs tratados y sus subproductos. Características del equipamiento.

Artículo 5°.- Modificase el Artículo 19 de la ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el que quedará redactado de la siguiente manera:

Artículo 19.- los AVUs serán almacenados por los Generadores detallados en el Anexo II, en recipientes cerrados, afectados a ese exclusivo uso, conforme a las especificaciones y operatorias que establezca la reglamentación de la presente.

Artículo 6°.- Modifícase el Capítulo IX, "DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y COMPLEMENTARIAS" de la ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el que pasa a denominarse Capítulo X, cuyos Artículos 23, 24, 25, 26 y 27 pasan a denominarse Artículos 28, 29, 30, 31 y 32 respectivamente.

Artículo 7°.- Modificase la ley 3166 ley de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, creándose el Capítulo IX "PEQUEÑOS GENERADORES DOMÉSTICOS" el que quedará redactado de la siguiente manera:

CAPÍTULO IX PEQUEÑOS GENERADORES DOMESTICOS (PGDs)

Artículo 23.- Se promueve la disposición inicial diferenciada y posterior disposición final

sustentable de los AVUs producidos por los Pequeños Generadores Domésticos (PGDs), definidos en el Artículo 24, mediante la implementación del presente régimen.

Artículo 24.- Se consideran Pequeños Generadores Domésticos (PGDs) a las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas incluidas en el Anexo III, responsables de cualquier proceso, operación, actividad, manipulación o servicio que generen AVUs originados por el consumo propio exclusivamente, que no sea realizado a escala comercial y que no se hallen incluidos en el Anexo II.

Artículo 25.- La Autoridad de Aplicación instrumenta las acciones tendientes a facilitar y optimizar el acopio de los AVUs generados por los PGDs, mediante la conformación de Puntos Limpios de recolección exclusiva para éstos.

Artículo 26.- La Autoridad de Aplicación establece los medios para el transporte, almacenamiento, transformación, valorización y disposición final, de los AVUs recolectados en los Puntos Limpios.

Artículo 27.- La Autoridad de Aplicación arbitra los medios para la difusión, promoción y concientización ciudadana de los beneficios sociales y medioambientales que aporta la recolección de los AVUs.

Artículo 8º.- Incorpórese el Anexo III a la Ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados, el cual quedará redactado de la siguiente manera:

ANEXO III

PEQUEÑOS GENERADORES DOMESTICAS (PGDs)

- Generadores unifamiliares.
- Actividades no incluidas en el Anexo II que generen AVUs. por uso propio de escala domestica.
- Todo otro establecimiento que genere o produzca AVUs en el territorio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en escala no comercial, y que sea incluido por la Autoridad de Aplicación.

Artículo 9º.- Los gastos que demande la presente, serán imputados a la partida presupuestaria correspondiente a la Agencia de Protección Ambiental, o a quien en el futuro la reemplace en sus funciones.

Artículo 10.- El Poder Ejecutivo reglamentará la presente norma en un plazo de 180 días a partir de la promulgación de la misma.

CLÁUSULA TRANSITORIA: Publíquese el texto ordenado de la Ley 3166 de Regulación, Control y Gestión de Aceites Vegetales y Grasas de Fritura Usados.

Artículo 11.- Comuníquese, etc.

OSCAR MOSCARIELLO

CARLOS PÉREZ

LEY N° 3.997

Sanción: 10/11/2011

Promulgación: De Hecho del 07/12/2011

Publicación: BOCBA N° 3853 del 13/02/2012

|