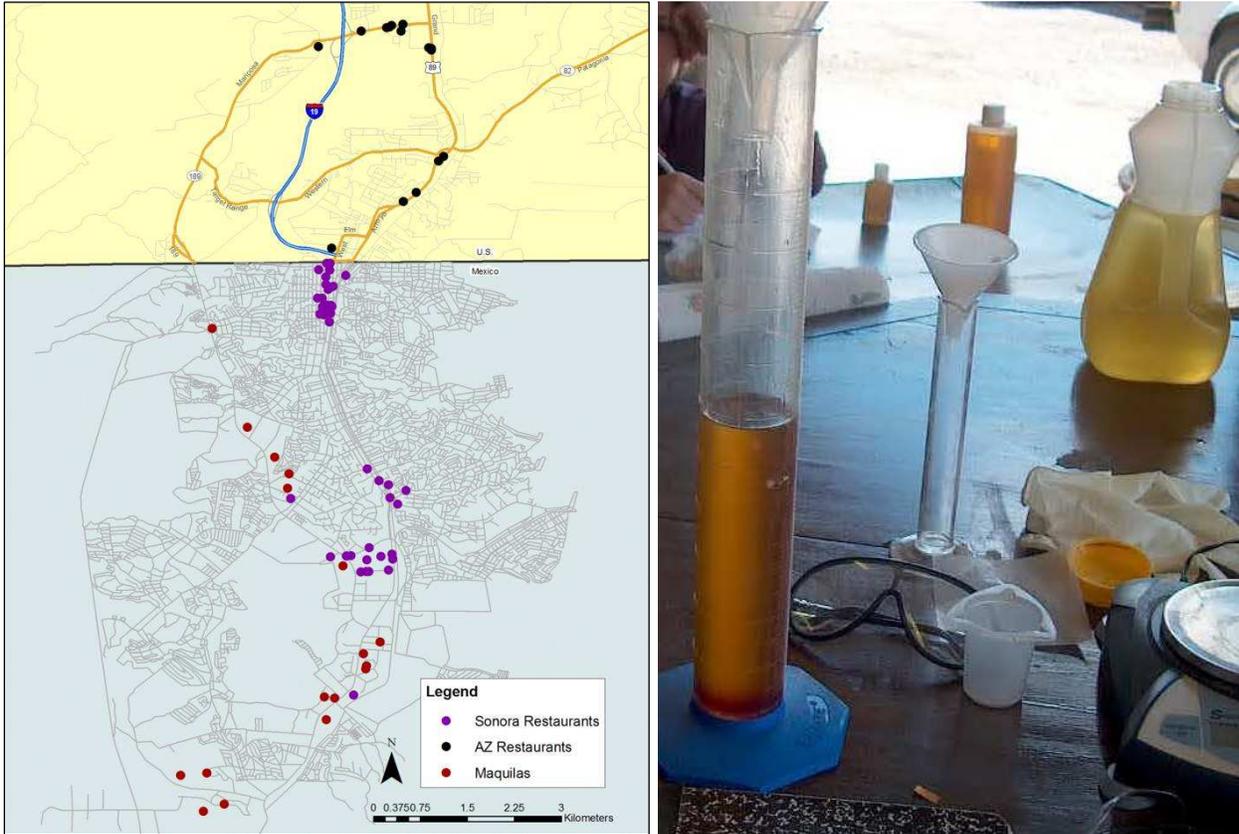


# **Proyecto de Demostración sobre la Capacidad de Acumulación de Biodiesel en Ambos Nogales: Evaluación del Potencial de Producción de Biodiesel para Modificar el Uso y el Desecho Actual de los Residuos de Aceites Vegetales y Grasas**



**Buró de Investigación Aplicada en Antropología  
Universidad de Arizona  
Tucson, Arizona**

**Centro de Educación de la Salud del Área del Sureste de Arizona  
Nogales, Arizona**

**Instituto Tecnológico de Nogales  
Nogales, Sonora**

**Mayo del 2008**



# **Proyecto de Demostración sobre la Capacidad de Acumulación de Biodiesel en Ambos Nogales: Evaluación del Potencial de Producción de Biodiesel para Modificar el Uso y el Desecho Actual de los Residuos de Aceites Vegetales y Grasas**

Preparado para:

Michael Foster  
Jefe del Departamento de Bomberos  
Distrito de Protección Contra Incendios de Río Rico  
y  
Dr. Alberto Ramírez  
Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza  
para la  
Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.

Preparado por:

Diane Austin  
Annika Ericksen  
Buró de Investigación Aplicada en Antropología  
Universidad de Arizona  
Tucson, Arizona

Con contribuciones de:

Estela María Díaz y Estudiantes del Club de Carreras de la Salud en “Nogales High School”  
Centro de Educación de la Salud del Área del Sureste de Arizona  
Nogales, Arizona

Irma Verónica Gil Delgado  
Irma Fragoso y Estudiantes del Curso de Desarrollo Sustentable  
Instituto Tecnológico de Nogales  
Nogales, Sonora

Estudiantes Investigadores a Cargo del Estudio de la Quema en Pequeña Escala en  
Nogales, Sonora  
Buró de Investigación Aplicada en Antropología  
Universidad de Arizona  
Tucson, Arizona

Traducción por:  
Estela-María Díaz y George Apodaca  
Mayo de 2008



# Índice de Materias

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. Uso y Producción de Biodiesel: Antecedentes para el Proyecto de Biodiesel para Ambos Nogales</b> .....	3
2.1. Biodiesel como una Posible Solución para los Problemas Específicos al Área Local .....	3
2.1.1. Preocupaciones Ambientales y la Potencial del Biodiesel para Reducirlos .....	3
2.1.2. Preocupaciones de la Salud y la Potencial del Biodiesel para Reducirlos.....	4
2.2. Biodiesel y Biocombustibles: Un Contexto Claro para el Proyecto de Ambos Nogales.....	5
2.2.1. Etanol .....	6
2.2.2. Biodiesel .....	6
<b>3. El Proyecto Ambos Nogales</b> .....	11
3.1. Localizando Fuentes de los Aceites Residuales.....	11
3.2. Consiguiendo Información sobre las Prácticas Asociadas con los Residuales de Aceite Vegetal y la Grasa.....	11
3.2.1 Desarrollando los Instrumentos para las Encuestas .....	12
3.2.2 Realizando las Encuestas .....	13
3.2.3. Analizando los Datos y Preparando los Resultados.....	16
3.3. Los Resultados .....	16
3.3.1. Nogales, Sonora Maquiladoras .....	17
3.3.2. Restaurantes de Nogales, Sonora.....	18
3.3.3. Restaurantes de Nogales, Arizona .....	22
3.3.4. Cafeterías de Hospitales y Escuelas en Nogales, Arizona.....	26
3.4. Resumen.....	27
<b>4. Resumen y Discusión</b> .....	28
<b>5. Referencias</b> .....	30
<b>6. Apéndices</b> .....	33
6.1. Apéndice A: Folletos de Información del Proyecto.....	33
6.2. Apéndice B: Encuestas para Maquiladoras and Restaurantes .....	33

## Índice de Tablas

Tabla 1.1 Tareas del Proyecto de Biodiesel y Socios Encargados en Realizándolas .....	1
Tabla 2.1. Rendimientos Comparativos de Producción de Biodiesel de Varios Productos Agrícolas .....	7
Tabla 3.1. Manteca Usado Mensualmente por Restaurantes en Nogales, Sonora.....	19
Tabla 3.2. Prácticas Actuales del Manejo de Deshechos de los Restaurantes de Nogales, Sonora .....	20

## Lista de Diagramas y Tablas

Figura 3.1 Localizaciones de restaurantes en Nogales, Sonora .....	15
Figura 3.2. Localizaciones de restaurantes en Nogales, Arizona .....	16
Figura 3.3. Restaurantes de Nogales, Sonora: Respuestas a la pregunta, “¿Hay una posibilidad que usted podría donar su aceite y grasa desperdiciada al proyecto que lo convertiría a biodiesel?” .....	20
Figura 3.4. Prácticas actuales de eliminación de desechos de restaurantes de Nogales, Sonora	21
Figura 3.5. Opciones de eliminación de los residuales del aceite vegetal y grasa desperdiciada de restaurantes de Nogales, Arizona.....	23
Figura 3.6. Restaurantes de Nogales, Arizona: Respuestas a la pregunta, “Existe la posibilidad que usted podría donar su aceite y grasa desperdiciada al proyecto que los convertiría a biodiesel?” .....	24
Figura 3.7. Disposición para donar aceite y grasa desperdiciada: Comparación de restaurantes de cadena y sin cadena en Nogales, Arizona.....	25
Figurara 3.8. Eliminación actual de prácticas de desperdicio de restaurantes de Nogales, Arizona que expresaron disposición para donar su aceite y grasa de desperdicio. ....	25

## Reconocimientos

Esta fase del Proyecto sobre Biodiesel no hubiera sido posible sin el apoyo económico de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América y la continua cooperación y ayuda de un gran número de individuos y grupos, organizaciones e instituciones en los estados de Sonora, México y Arizona, Estados Unidos. Específicamente, cada aspecto de este proyecto requirió de la colaboración (la cual a menudo fue bilingüe, binacional, intergeneracional y multicultural) de numerosas personas en Ambos Nogales y áreas circunvecinas. Vaya nuestro sincero agradecimiento a todos y cada uno ellos que contribuyeron a este proyecto y particularmente a Irma Verónica Gil Delgado, alumna y coordinadora de las encuestas del Instituto Tecnológico de Nogales (ITN); a Irma Fragoso y a los alumnos del curso de Desarrollo Sustentable de ITN quienes diseñaron y condujeron las entrevistas en las maquiladoras en Nogales, Sonora; a Estela-María Díaz y a los estudiantes del Club de Carreras de la Salud del Centro de Educación de la Salud para el Área Sureste de Arizona (SEAHEC por sus siglas en inglés, “Southeast Arizona Area Health Education Center”) de la Preparatoria de Nogales (“Nogales High School”) quienes contribuyeron con el diseño y conducción de las entrevistas en las cafeterías y restaurantes en Nogales, Arizona; y a los estudiantes investigadores del Buró de Investigaciones Aplicadas en Antropología (BARA por sus siglas en inglés, “Bureau of Applied Research in Anthropology”) de la Universidad de Arizona quienes llevaron a cabo la Evaluación de la Quema a Pequeña Escala en Nogales, Sonora y que ayudaron en el diseño y la conducción de entrevistas en restaurantes en Nogales, Sonora. Agradecemos también a Catherine Varley, estudiante de posgrado de la Universidad de Arizona, por su contribución excepcional durante las fases iniciales del desarrollo de este proyecto y por su ayuda en asegurar el avance de este proyecto. También apreciamos la invaluable asistencia y paciencia que nos brindó el equipo administrativo de BARA en la Universidad de Arizona, especialmente a Armando Vargas y a María Rodríguez.

Agradecemos a los participantes del Proyecto de Biodiesel quienes revisaron los borradores de las encuestas y ofrecieron valiosas sugerencias, sobre todo el Jefe Mike Foster y Mark Gerbert del Distrito de Protección Contra Incendios de Río Rico, Arizona (RRFD por sus siglas en inglés, “Río Rico Fire District”); Eduardo Rivas B., Eduardo Cañizales, y Enrique Vélez, de los Bomberos de Nogales (BN); a Hans Huth y José Rodríguez del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ por sus siglas en inglés, “Arizona Department of Environmental Quality”); a Abril Quiroz y al Dr. Alberto Ramírez de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF); a Karen Halverson y Suzanne David de SEAHEC; y a Joel Gastelum y Alejandro Almaguer de la Asociación de Profesionales en Seguridad y Ambiente (APSA).

Finalmente vaya un reconocimiento especial a los propietarios, gerentes y personal de los restaurantes, cafeterías, y cocinas de las maquiladoras quienes tan amablemente nos dieron el tiempo para contestar las preguntas y completar las encuestas. Esperamos que todos Uds. puedan ver los resultados de su arduo trabajo presentado mediante este reporte.

## 1. Introducción

El proyecto de biodiesel para demostrar la capacidad de acumulación en Ambos Nogales (Proyecto de Biodiesel) fue diseñado e implementado para atender las preocupaciones sobre el medio ambiente y la salud en Ambos Nogales (Nogales, Sonora y Nogales y Río Rico, Arizona) mediante el desarrollo de la capacidad para la producción y el uso de biodiesel en estas comunidades fronterizas. El proyecto fue inicialmente financiado como parte del programa Frontera 2012, siendo éste una colaboración entre los EE.UU. y México para mejorar el ambiente y proteger la salud de los residentes de la frontera. Una organización no gubernamental llamada “Friends of the Santa Cruz River” (Amigos del Río Santa Cruz) localizada en el sur de Arizona, “Turner Labs”, y “Alcoa”, proporcionaron ayuda económica y apoyo adicionales.

El programa binacional se enfoca en mejorar la calidad del aire, proporcionando agua potable segura, reduciendo los riesgos de ser expuesta a desechos peligrosos y asegurando su preparación apropiada en caso de una emergencia a lo largo de la frontera de los EE.UU. y México (ver USEPA nd). Las metas específicas del Proyecto de Biodiesel fueron reducir la contaminación del agua y del aire mediante la recuperación de los residuos de aceites vegetales y de las grasas, convirtiéndolos en biodiesel y demostrando el uso del combustible en los vehículos del sector escolar y público en Nogales, Sonora y Río Rico, Arizona.

El Proyecto de Biodiesel fue creado como un esfuerzo binacional y colaborativo de los sectores públicos y privados del norte de Sonora (el municipio de Nogales) y del sur de Arizona (los condados de Santa Cruz y Pima). Los socios del proyecto incluyen al Distrito de Protección Contra Incendios de Río Rico (RRFD), Bomberos de Nogales (BN), Privados Portátiles S.A. de C.V. (PP), “Río Rico Rentals” (RRRI), el Centro de Educación de la Salud para el Área Sureste de Arizona (SEAHEC), Instituto Tecnológico de Nogales (ITN) y la Universidad de Arizona (UA), contando con el apoyo del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ), la Asociación de la Seguridad Pública del Condado de Santa Cruz (PSA-SCC), las Asociaciones del Condado de Pima de la Coalición de Ciudades Limpias del Gobierno (PAG-CCC), y de la Asociación de Profesionales en Seguridad y Ambiente (APSA).

El Proyecto de Biodiesel fue diseñado para realizarse mediante nueve tareas específicas, según se muestra en la tabla 1. Este reporte comienza con información de antecedentes sobre la producción y el uso de biodiesel y provee un resumen sobre los resultados para las tareas 2, 3 y 4.

Tabla 1.1 Tareas del Proyecto de Biodiesel y Socios Encargados en Realizándolas

#	Tareas	Compañeros Responsables
1	Establecer y operar instalaciones para la producción y pruebas de biodiesel en pequeña escala en ambos lados de la frontera Arizona-Sonora.	Privados Portátiles S.A. de C.V., Río Rico Rentals*
2	Reunir información y crear mapas de los productores de residuos de aceite y grasas.	Centro de Educación de la Salud para el Área Sureste de Arizona (SEAHEC), Instituto Tecnológico de Nogales (ITN), y

		la Universidad de Arizona (UA), con el apoyo de la Asociación de Profesionales en Seguridad y Ambiente (APSA)
3	Calcular la cantidad de los residuos de aceites vegetales que entran al drenaje que pueden ser contrarrestados por medio del reciclaje.	SEAHEC, ITN y UA, con apoyo de APSA
4	Identificar usuarios locales de biodiesel, de residuos de aceites vegetales y de glicerina.	SEAHEC, ITN, y UA, con apoyo de APSA
5	Presentar muestras de biodiesel producido localmente para un análisis de ASTM.	Privados Portátiles S.A. de C.V., Río Rico Rentals, ITN
6	Usar biodiesel producido localmente en motores operados por entidades públicas.	Distrito de protección contra incendios de Río Rico (RRFD), Bomberos de Nogales (BN) y ITN
7	Conducir evaluaciones de base y posteriores sobre el rendimiento en el uso y llevar a cabo pruebas de emisiones de los vehículos.	Departamento de calidad ambiental de Arizona (ADEQ)
8	Informar por medio de educación y alcance a los productores de los residuos de aceites vegetales y grasa sobre su potencial para su uso en Ambos Nogales.	SEAHEC, ITN y UA, con el apoyo del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ), Asociación de la Seguridad Pública del Condado de Santa Cruz (PSA-SCC), Asociaciones del Condado de Pima de la Coalición de Ciudades Limpias del Gobierno (PAG-CCC) y APSA
9	Desarrollar una estrategia para ampliar la producción y el uso de biodiesel en Ambos Nogales.	Todos los socios

\* Notar que durante el período del proyecto el Distrito de Protección Contra Incendios de Río Rico y los Bomberos de Nogales se hicieron en parte responsables de establecer y operar los lugares para producir biodiesel.

## 2. Uso y Producción de Biodiesel: Antecedentes para el Proyecto de Biodiesel en Ambos Nogales

Entre las preocupaciones cada vez mayores sobre la disminución de reservas de combustibles basados en el petróleo y los costos ambientales y sociales asociados con la extracción global y el uso del petróleo, la atención al biodiesel y a otros biocombustibles ha aumentado significativamente en los años recientes. En pocas palabras, los biocombustibles son cualquier clase de combustibles derivados de biomasa generadas por organismos vivos recientes o por sus subproductos metabólicos. Desde luego que la producción y el uso de biocombustibles no se producen sin costos, y estos costos varían dependiendo de la fuente de biomasa y del método de uso del producto final. En esta sección se incluye información que ayudará al lector a comprender el proyecto de biodiesel en Ambos Nogales dentro de este contexto.

### 2.1. El Biodiesel como una Posible Solución para los Problemas Específicos del Área Local

Al nivel local en Ambos Nogales, la producción de biodiesel a partir de los residuos del aceite y grasas podría enfrentar dos problemas ambientales: la eliminación incorrecta de los residuos del aceite grasas (especialmente en los sistemas de aguas residuales donde se azolvan las tuberías causando fallas en el sistema) y mala calidad de aire (el biodiesel casi no produce dióxido de azufre y produce muchos menos partículas, monóxido de carbono e hidrocarburos sin quemar, comparado con el diesel).

#### 2.1.1. Preocupaciones Ambientales y el Potencial del Biodiesel para Reducirlas

El municipio de Nogales, Sonora funciona con un sistema de transportes de aguas residuales binacional que envía los residuos a la planta de tratamiento internacional de aguas residuales de Nogales en Río Rico, Arizona. El muestreo de la calidad del agua tanto en la descarga principal binacional así como dentro del sistema de drenaje de Nogales, Sonora indican que los residuos de aceites vegetales y grasas crean problemas para el mantenimiento de la planta y produce que se azolve y que se desborde el drenaje. A veces, los derrames han contribuido a que los flujos de aguas residuales no tratadas entren al cauce de Nogales – agua superficial perenne que corre por ambas comunidades y es fácilmente accesible al público – y al listado (303-d) del arroyo como un perjuicio por la existencia de *Escherichia coli* (E coli). Investigaciones previas conducidas en el Instituto Tecnológico de Nogales (ITN) y el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ) sugieren que la eliminación correcta de los residuos de aceites vegetales y grasas por los comerciantes que usan el drenaje ayudará a resolver el problema del municipio. Por medio del proyecto de demostración sobre la capacidad de acumulación de biodiesel en Ambos Nogales (el Proyecto de Biodiesel), la recolección de los residuos del aceite y grasas de los usuarios pudiera ser una alternativa atractiva para la eliminación de los residuos de aceite y grasa en el sistema de drenaje, reduciendo de esta manera los problemas mencionados anteriormente.

Las partículas en la atmósfera de Ambos Nogales han causado que en éstos se violen los estándares nacionales de la calidad del aire de sus países respectivos. Por esta razón, Nogales, Arizona y algunas áreas del condado de Santa Cruz – principalmente Río Rico – han sido designadas como “áreas de incumplimiento” de concentración de partículas (Border 2012 ANAQTf y BLM-ESDS 2005). Los niveles de partículas varían debido a las actividades en la

superficie y a los patrones de viento; las concentraciones más altas de partículas pequeñas suspendidas en el aire se han encontrado en Nogales, Arizona en la mañana y durante el atardecer, cuando los vientos soplan del sureste (Anderson 2007). En Nogales, Arizona, los niveles de PM<sub>10</sub> (partículas de 10 micras o menos) han aumentado consistentemente entre 1995 y 2001, y a pesar de una disminución temporal están incrementándose nuevamente. Los estándares de 150µ/m<sup>3</sup> para la concentración máxima de PM<sub>10</sub> durante 24 horas se han violado consistentemente desde 1998. En Nogales, Sonora, las concentraciones máximas de PM<sub>10</sub> durante 24 horas han sobrepasado el estándar anual desde 1997 excepto en un año. En Nogales, Sonora, niveles peligrosos de PM<sub>2.5</sub> (partículas de 2.5 micras y menos) han contribuido a violaciones de los estándares de los EE.UU., aunque los niveles de PM<sub>2.5</sub> durante 24 horas han estado generalmente dentro de los límites (ADEQ 1999). Los gases de combustión de diesel típicamente incluyen altos niveles de PM, especialmente PM<sub>2.5</sub>, junto con una variedad de gases dañinos además de otras 40 sustancias conocidas como cancerígenas (CEPA nd).

En el 2002, usando datos disponibles al público, la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA) condujo un análisis completo de los impactos de las emisiones del biodiesel y reportó que, para los motores de uso pesado en carreteras, el agregar biodiesel al diesel convencional redujo significativamente las partículas, hidrocarburos y monóxido de carbono en las emisiones, y que las mayores reducciones estuvieron asociadas al el aumento de biodiesel en la mezcla (USEPA 2002a). Una mezcla del 20 por ciento (denominada como B20) probó una reducción en las partículas de 10.1 por ciento, en hidrocarburos de 21.1 por ciento y en monóxido de carbono de 11.0 por ciento. La USEPA también reportó que el uso del biodiesel redujo los sulfatos, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), y HAPs nitrogenados. De los contaminantes examinados, la USEPA reportó un aumento de 2 por ciento en óxidos nitrosos en una mezcla de B20, y un aumento de hasta 10 por ciento en B100 (100 por ciento biodiesel), aunque algunos estudios conducidos han encontrado que el ajuste de la inyección y de la temperatura de operación del motor reduce los niveles de los óxidos nitrogenados por abajo de los niveles del diesel (por ejemplo, Walker 1994, Marshall, Schumacher y Howell 1995; ver Keith Addison y Hiragand:a, para un resumen). El proyecto de biodiesel en Ambos Nogales está dirigido a demostrar las reducciones de emisiones asociadas con el uso de mezclas de biodiesel en vehículos de seguridad del sector escolar y público en ambos lados de la frontera de Arizona y Sonora.

### 2.1.2. Preocupaciones sobre la Salud y el Potencial del Biodiesel para Reducirlos

Al mismo tiempo se le ha dado una gran atención a los efectos negativos de las emisiones del diesel a la salud. Por ejemplo, las partículas son un factor clave en las enfermedades respiratorias y son detonantes del asma en ambas comunidades (ADHS 2004).

Las sustancias que contienen los gases de combustión de diesel, tales como óxido nitroso, dióxido de nitrógeno, formaldehído, benceno, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono y monóxido de carbono han sido directamente vinculados a trastornos y enfermedades pulmonares, cardiovasculares y neurológicas. Por ejemplo, la exposición a los gases de combustión del diesel ha sido vinculada al retraso del desarrollo pulmonar en los niños. La contaminación causada por el diesel también puede causar náusea y vómito, silbido en la

respiración, opresión en el pecho, mareos, irritación en los ojos, garganta y nariz, y si la exposición es a largo plazo puede dañar la memoria y producir cáncer (ALA-C nd).

En Ambos Nogales, se ha expresado una preocupación especial sobre las emisiones de diesel de los camiones de carga y los riesgos que estas emisiones representan a la salud de la gente que trabaja en la frontera y a la población en general. Aproximadamente el 70 por ciento de todos los productos agrícolas frescos que se consumen en los EE.UU. y en Canadá durante los meses de invierno se producen en México y se importan por Ambos Nogales. El tráfico de camiones de carga llega a su punto más alto durante algunas estaciones del año y se relaciona con la temporada de la producción, que generalmente va de noviembre hasta marzo, siendo enero y febrero los meses con mayor tráfico. Durante estos meses aproximadamente 1,100 camiones en promedio diario ingresan con productos agrícolas a los EE.UU.; durante la temporada alta pueden pasar diariamente alrededor de 1,300 camiones (Border 2012 ANAQTF y BLM-ESDS 2005).

Los camiones escolares que usan diesel han recibido especial atención. Los niños son especialmente susceptibles a los efectos negativos de las emisiones de diesel porque por cada kg. que pesa un niño, tiene que aspirar el doble de la cantidad de aire que los adultos, aumentando así su exposición a estas emisiones dañinas (USEPA 2002b). Los niños que viajan en camiones que usan diesel están en riesgo de exposición continua a largo plazo a los gases de combustión. Recientemente, el Distrito Escolar Unificado del Valle de Santa Cruz (“Santa Cruz Valley Unified School District”) ha emprendido la tarea de modernizar su flota de camiones escolares con el propósito de reducir estos gases de combustión del diesel (Gaines, Herr y Austin 2008).

Las reducciones de emisiones de contaminantes tales como las partículas, el monóxido de carbono y los hidrocarburos que acompañan el uso de hasta un 20 por ciento de la mezcla biodiesel (B20) también reducirá los riesgos a la salud asociados con esos contaminantes. El Proyecto de Biodiesel de Ambos Nogales está destinado a demostrar la viabilidad del uso de las mezclas de biodiesel en los vehículos escolares y de los sectores de seguridad pública con la meta de reducir los riesgos de la salud a aquellas personas que operan y usan estos vehículos, así como a todos los pasajeros.

## 2.2. Biodiesel y Biocombustibles: Un Contexto Amplio para el Proyecto en Ambos Nogales

Los dos biocombustibles principales a los que se les está dando una atención significativa en los EE.UU. son el etanol y el biodiesel. Ambos prometen beneficios para el medio ambiente, pero esos beneficios están directamente relacionados a la fuente de biomasa que se use para producir los combustibles. Algunos costos económicos y ambientales imprevistos, o no tomados en cuenta tales como aumentos en los precios globales de alimentos básicos asociados con la conversión de terrenos agrícolas para la producción de cultivos dedicados a producir combustibles, han causado una respuesta negativa del público hacia los biocombustibles. El proyecto de biodiesel en Ambos Nogales sólo usará los desechos de aceites vegetales y grasas para la producción de biodiesel, pero puede ser que conduzca a crear un mayor interés y genere preguntas sobre este combustible, por lo que esta sección proporciona cierta información contextual necesaria para comprender este proyecto en relación con otros esfuerzos para producir biocombustibles.

### 2.2.1. Etanol

Probablemente el biocombustible alternativo más conocido y disponible es el etanol. Al contrario del biodiesel que se produce para reemplazar al diesel, el etanol se produce para reemplazar a la gasolina. Al quemarse completamente el etanol es más limpio comparado a la gasolina o al diesel. El etanol se puede producir a partir de cualquier sustancia rica en celulosa o azúcares, que se degradan y esencialmente hierven y se evaporan y condensan en alcohol etílico.

El etanol funciona en la mayoría de los motores de combustión interna de gasolina al añadirse en concentraciones bajas, la mezcla de 10 por ciento de etanol se ha convertido en el estándar en los EE.UU. El etanol es reconocido como carbón neutro porque el dióxido de carbono que se libera al quemarse, se reintegra durante la fotosíntesis al cabo de meses o años de producirse su combustión, en comparación al largo rezago asociado con la recaptura del carbón de los combustibles producidos a partir de fósiles como lo es la gasolina. Aun así, los cálculos de los beneficios del etanol deben también tomar en cuenta el uso de fertilizantes y pesticidas (muchas veces producidos a partir de sustancias químicas basadas en el petróleo) involucradas en la producción de los cultivos usados para producirlo y transportarlo. El maíz y la caña de azúcar son los cultivos más comunes que usados para producir etanol, y los costos económicos, ambientales y algunas veces sociales relacionados con su producción deben de considerarse en cualquier evaluación del etanol como combustible alterno. Según investigaciones recientes se ha calculado que el etanol producido a partir del maíz rinde aproximadamente 25 por ciento más energía que la que se consume en cultivar el maíz, producir etanol y distribuirlo (Hill et al. 2006).

### 2.2.2. Biodiesel

El biodiesel se hace a partir de aceites vegetales, grasas animales y algas; es un sustituto del diesel; y tiene una mayor eficiencia neta que el etanol. Como combustible, el biodiesel se puede usar directamente en los motores diesel como B100 (100 por ciento biodiesel), o en mezclas con diesel producido del petróleo, resultando en mezclas de B20, B05, etc. En los EE.UU., el biodiesel ha sido aprobado por la USEPA y mantiene un estándar ASTM (véase EMA 2006 para más detalles); en México se considera como un aditivo para el diesel. Dos vendedores en Tucson ya están ofreciendo B100 y la ciudad también cuenta con un par de cooperativas de biodiesel, en las cuales los miembros hacen y usan su propio biodiesel utilizando residuos de aceites recolectados en restaurantes. Proyectos similares están apareciendo tanto en los EE.UU., México y el resto del mundo.

El biodiesel se puede usar en cualquier motor diesel con modificaciones pequeñas o moderadas. Algunos motores diesel antiguos necesitan ser actualizados con mangueras de vitón porque las de hule pueden ser corroídas por el biodiesel. Sin embargo, los motores diesel recientes no requieren de modificaciones para funcionar con biodiesel. Cuando el biodiesel es usado por primera vez en un auto que ha usado diesel durante mucho tiempo, el biodiesel limpia los desechos del diesel, por lo que el filtro del combustible se llena de depósitos alquitranados y debe ser reemplazado.

El biodiesel se puede producir a partir de una amplia variedad de aceites vegetales y grasas animales, así como de algas, y sus beneficios varían según las materias primas usadas para producirlos. Por ejemplo, cuando el biodiesel se produce a partir de cultivos, el producto final es conocido como “agro biodiesel.” Cuando se obtiene de cultivos que son cosechados en tierras productivas, el biodiesel puede producir solamente el 59 por ciento de los gases de invernadero del diesel. Sin embargo, tal como se muestra en la Tabla 2.1, diferentes plantas producen biodiesel a diferentes tasas y esto afecta significativamente la eficiencia final del biodiesel.

Tabla 2.1 Rendimientos Comparativos de Eficiencias de Producción de Biodiesel a partir de Varios Productos Agrícolas (Fuente: Addison y Hiraga nd:b; Nota del autor: Los datos están compilados de una variedad de fuentes. Las figuras dadas son más útiles como estimaciones comparativas ya que las producciones de los cultivos varían ampliamente.)

<b>Cultivo</b>	<b>kg de aceite/ha</b>	<b>litros de aceite/ha</b>	<b>lbs. de aceite/acre</b>	<b>gal EE.UU. /acre</b>
maíz	145	172	129	18
castaña de cajú	148	176	132	19
avena	183	217	163	23
algodón	273	325	244	35
cáñamo	305	363	272	39
frijol soya	375	446	335	48
café	386	459	345	49
linaza (lino)	402	478	359	51
avellana	405	482	362	51
semilla de calabaza	449	534	401	57
cilantro	450	536	402	57
semilla de mostaza	481	572	430	61
ajonjolí	585	696	522	74
cártamo	655	779	585	83
arroz	696	828	622	88
cacahuates	890	1059	795	113
canola	1000	1190	893	127
aceitunas	1019	1212	910	129
jojoba	1528	1818	1365	194
garrofa	1590	1892	1420	202
aguacate	2217	2638	1980	282
coco	2260	2689	2018	287
aceite de palma	5000	5950	4465	635

Las características de operación del biodiesel también varían de acuerdo con la fuente de biomasa usada en la producción. Los combustibles biodiesel son más espesos que el diesel regular y se hacen más espesos a bajas temperaturas. Por ejemplo, en general, una mezcla B20 puede ser usada a una temperatura por debajo de los -13°C (punto de enturbiamiento), mientras que el B100 solo puede ser usado a una temperatura mayor a 0.8°C (DBAE-UI 2500). El

biodiesel hecho a partir del aceite de cocinar puede usarse a más bajas temperaturas que el producido a partir de la soya.

De la misma forma, la USEPA (2002a) encontró que los impactos del biodiesel en las emisiones variaron dependiendo del tipo de biodiesel usado (el estudio consideró solamente soya, semilla de canola o grasas animales) y del tipo de diesel convencional al cual se le agregó el biodiesel. Tanto la semilla de linaza como las grasas animales generaron mayores reducciones de monóxido de carbono y de partículas, al mismo tiempo que produjeron menos óxidos nitrosos que los producidos por biodiesel hecho a partir de la soya.

En las siguientes secciones se discutirán con mayor detalle varias fuentes potenciales para producir biodiesel y dar una ojeada a los asuntos que han surgido a partir de la búsqueda de fuentes económicamente factibles y eficaces para producirlo. Dado el interés actual que existe en el biodiesel, se espera que nuevas fuentes, y especialmente nuevas mezclas, se continúen descubriendo y desarrollando durante los próximos años.

### *El Frijol de Soya como Fuente de Biodiesel*

Algunos cultivadores de soya estadounidenses han urgido con insistencia al USEPA para que el biodiesel sea aprobado oficialmente como un combustible alternativo no-tóxico (Estill 2005). Desafortunadamente, como se muestra en la tabla 2.1., la soya tiene muy poco contenido de aceite en comparación con otros cultivos que se usan en otras partes del mundo para la producción de biodiesel, y en menor escala en los EE.UU. No obstante, algunos investigadores estiman que la producción neta del biodiesel a partir de la soya rinde 93 por ciento más energía que la cantidad necesaria para producir el combustible (Hill et al. 2006). Además, la soya ya está siendo ya ampliamente cultivada y subvencionada en EE.UU., y por la fuerza del cabildeo, es actualmente la fuente de la mayoría del biodiesel producido en los EE.UU.

### *La Palma como Fuente de Biodiesel*

El aceite de palma tiene un contenido particularmente alto de aceite y se cultiva en regiones tropicales donde la mano de obra es relativamente barata, por lo que es más barato producir aceite de palma que la mayoría de otros aceites que puedan ser convertidos en biodiesel. A los productores de biodiesel estadounidenses interesados en la eficiencia económica y las ganancias, les atrae más el aceite de palma como materia prima, aunque tenga que importarse. Una consecuencia negativa de la producción del aceite de palma es la deforestación de las selvas tropicales del Sureste Asiático para establecer plantaciones de palma (UNDP 2007). Además, debido a una considerable cantidad de grasas saturadas en el aceite de palma, el biodiesel producido es de mala calidad a temperaturas bajas (Sarin et al. 2007).

### *La Jatrofa como Fuente de Biodiesel*

Muchos de los cultivos que pueden usarse en la producción de biodiesel requieren irrigación lo que aunado a la energía requerida para cosecharlos, transportarlos, y triturarlos para extraer el aceite constituye un obstáculo para la producción eficaz de biodiesel. Algunos proyectos nuevos están siendo desarrollados en la India y en zonas áridas de África y Latinoamérica a base de jatrofa, que puede ser usada en la producción de biocombustibles y también proporciona

oportunidades para el desarrollo económico. Sin embargo, el biodiesel derivado de la jatrofa tiene una mala estabilidad de oxidación, aunque muestra buena calidad a bajas temperaturas. Algunos investigadores han tratado de combinar el biodiesel de palma, que tiene buena estabilidad de oxidación pero tiene mala calidad en temperaturas bajas, y han encontrado que la mezcla muestra una mejor calidad a temperaturas bajas y un aumento en la estabilidad de oxidación (Sarin et al. 2007).

### *Las Algas como Fuente de Biodiesel*

Las algas pueden usarse para producir tanto etanol como biodiesel, aunque la producción comercial está en su infancia. Cultivar algas para producir biodiesel tiene un gran potencial en las plantas de energía que emiten gran cantidad de dióxido de carbono. La mayor parte del dióxido de carbono puede ser capturado si se pasa por un filtro de algas, lo que reduce la emisión de bióxido de carbono y genera una fuente para la producción de biodiesel. Posteriormente las algas se separan del agua, produciendo una biomasa que puede ser convertida en biodiesel produciendo de 5,000 a 10,000 galones por acre (aproximadamente 7,654 a 15,309 litros por hectárea). También se han obtenido resultados similares con el etanol.

La empresa “Aquaflow Bionomic Corporation” de Nueva Zelanda, ha sido líder en la producción comercial de biodiesel a partir de algas (ver ABC nd). En los EE.UU., la Compañía de Servicio Público de Arizona (APS) y otra empresa llamada “GreenFuel Technologies Corporation” anunciaron en diciembre de 2006 que habían tenido gran éxito en la planta generadora de Arlington, Arizona al reciclar el dióxido de carbono emitido por la chimenea en biocombustibles adecuados para usarse en el transporte.

### *El Aceite y Grasas Recicladas*

La producción de biodiesel a partir de los residuos del aceite y grasas se puede distinguir de las alternativas mencionadas anteriormente porque es un proceso de reciclaje en lugar de producir aceite nuevo a partir de plantas o algas. Es importante hacer notar que solamente la grasa amarilla, que comúnmente se deriva del aceite vegetal, puede usarse en la producción del biodiesel. La grasa café, almacenada en las trampas del drenaje de los restaurantes, también conocida como “grasa de trampas”, tiene aproximadamente cinco veces más cantidad de ácidos grasos libres que la grasa amarilla y no es conveniente para la producción de biodiesel (Geise 2003).

Mediante modificaciones importantes, algunos vehículos pueden adaptarse para funcionar directamente con ciertos tipos de residuos de aceites vegetales (ver Addison y Hiraga nd:b). Convirtiendo el aceite vegetal residual a biodiesel permite que un mayor número de personas se beneficien del aceite residual como un recurso. Usar aceite reciclado también ofrece beneficios ambientales ya que no implica la deforestación de las selvas, el uso de pesticidas, irrigación, o transporte a grandes distancias.

La cantidad de residuos de aceite vegetal y grasas disponibles para la producción de biodiesel se determina tanto por la cantidad de residuos producidos como por la cantidad aportada para otros propósitos. Rick Geise (2003), de la compañía “Griffin Industries Inc.”, localizada en Kentucky

que ha estado produciendo biodiesel desde 1998, ha estimado el total de sebo y grasas no comestibles producidos en EE.UU. en 10,000 millones de libras (5 millones de tons. métricas). De esta cantidad, 1,500 a 2,000 millones de libras actualmente no son aptas para consumo doméstico ni para exportación y están disponibles para convertirse en biodiesel aunque no haya cambios en la oferta y la demanda existentes. Si 1,500 millones de libras de grasa amarilla fueran convertidos en biodiesel, producirían 200 millones de galones de B100 o 1,000 millones de galones de B20 (Geise 2003).

### **3. El Proyecto en Ambos Nogales**

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto de Demostración sobre la Capacidad de Acumulación de Biodiesel en Ambos Nogales (el Proyecto de Biodiesel) fue diseñado para establecer localizaciones para la producción de biodiesel en pequeña escala en ambos lados de la frontera Arizona-Sonora. El profesorado y los estudiantes investigadores de la Universidad de Arizona (UA), el Instituto Tecnológico de Nogales (ITN), el Centro de Educación de la Salud para el Área Sureste de Arizona en “Nogales High School” (SEAHEC/NHS) contribuyeron al proyecto mediante la recolección y mapeo de datos sobre los productores locales de residuos de glicerina, aceite vegetal y grasas; identificando usuarios locales de biodiesel para poder calcular la cantidad de residuos del aceite vegetal que entrarían al drenaje y que pudieran ser neutralizados por medio del reciclaje.

#### **3.1. Localizando Fuentes de los Aceites Residual**

Los investigadores de la UA, ITN y SEAHEC/NHS identificaron fuentes potenciales de residuos de aceite y grasas en Ambos Nogales. Nogales, Sonora tiene una población de por lo menos 300,000 habitantes por lo que es mucho más grande que Nogales, Arizona que tiene 21,000, y considerablemente más grande que todo el condado de Santa Cruz cuya población se calcula en 43,000 en el año 2006. Las enormes diferencias en la población, acompañadas de la diversidad de la organización socioeconómica de las dos comunidades, requirió una estrategia diferente para la recolección de datos en ambos lados de la frontera. En el lado mexicano, los restaurantes y cocinas que sirven a las maquiladoras fueron identificados como la fuente más significativa ya que, todas en conjunto sirven a miles de visitantes y trabajadores diariamente. Además, a diferencia de Arizona, donde la mayoría de las escuelas tienen cocinas que preparan comida, pocas escuelas en Nogales, Sonora cocinan para los estudiantes. En el lado estadounidense, las fuentes potenciales de residuos de aceite vegetal y grasas se definieron como restaurantes y cafeterías que sirven a escuelas, el hospital local y el Programa de Servicio de Comidas llamado “Meals-on-Wheels” del Consejo para Adultos Mayores de Santa Cruz.

Desde diciembre de 2006, existen 95 maquiladoras operando en Nogales, Sonora que emplean a 32,535 personas (INEGI 2006). Además, Nogales tiene cientos de restaurantes que van desde puestecitos de tacos hasta establecimientos grandes que sirven a cientos de personas todos los días. Durante el período del estudio, algunos miembros del equipo de investigación identificaron a 64 restaurantes en Nogales, Arizona.

#### **3.2. Recopilación de información sobre las Prácticas Asociadas a los Residuos de Aceite Vegetal y Grasas**

Para poder recolectar y mapear los datos sobre los productores locales de residuos del aceite vegetal y grasas para poder calcular la cantidad de los mismos que entran al drenaje y que pudieran desviarse para la producción de biodiesel, los miembros del equipo de investigadores, con la asistencia de otros compañeros en este proyecto y miembros del equipo de investigación de BARA a cargo del proyecto de la Quema En Pequeña Escala en Nogales, Sonora (Austin et al. 2007), desarrollaron una estrategia que sería al mismo tiempo eficiente y lograría las metas del proyecto. Los investigadores determinaron que las encuestas realizadas por los estudiantes de

ITN, SEAHEC/NHS y la UA, sería el medio más eficaz para la recolección de datos de los establecimientos. Los investigadores complementaron las encuestas con observaciones y entrevistas y, en caso de ser necesario, para aclarar la información recabada durante las encuestas.

El propósito principal de este esfuerzo colaborativo fue para informar a los otros miembros del proyecto si se podrían recolectar residuos suficientes de aceite vegetales y grasas para la producción de biodiesel, el propósito secundario fue comenzar el proceso de informar a la comunidad. La amplia variación en los restaurantes y maquiladoras, y la falta de una lista definitiva de restaurantes, excluyó la categorización de estos establecimientos de acuerdo con cualquier criterio que ayudaría a desarrollar un diseño de muestreo que permitiría obtener inferencias sobre todos los restaurantes y maquiladoras en Ambos Nogales. En lugar de esto, los investigadores se enfocaron en conseguir datos sobre la máxima cantidad de establecimientos para aprender el uso y eliminación de los residuos de aceite vegetal y de grasas.

En Sonora, esto significó el uso oportunista de muestreo de las maquiladoras, trabajando mediante los contactos recibidos de la Asociación de Profesionales en Seguridad y Ambiente (APSA) y el Comité Ambiental de la Asociación de Maquiladoras, y la conducción de encuestas en restaurantes agrupados en dos áreas – cerca del centro donde está el cruce de la frontera y cerca del centro de la ciudad donde la mayoría de los restaurantes y establecimientos de comida rápida están concentrados. En Arizona, debido a la ausencia de productores importantes de residuos de aceite vegetal y grasa, los investigadores hicieron dos intentos para conseguir la participación estudiantil de “Río Rico High School” para encuestar a los restaurantes en Río Rico, un lugar designado por el censo de EE.UU. con menos de 3,000 residentes, pero no tuvo éxito, por lo que no se recolectaron datos sobre restaurantes en Río Rico.

### 3.2.1. Desarrollando los Instrumentos de las Encuestas

Durante el otoño del 2006, la facultad de la UA y estudiantes de postgrado se reunieron con participantes del proyecto en ITN y SEAHEC/NHS para diseñar juntos y poner a prueba las encuestas antes de usarlas con los gerentes de las cafeterías y restaurantes (ver el Apéndice B). Los estudiantes de ITN y SEAHEC/NHS que participaron en el proyecto durante el año escolar 2006-2007 ayudaron a desarrollar dichas encuestas. Después del desarrollo inicial, las encuestas fueron compartidas con otros participantes del proyecto, en la junta trimestral y por correo electrónico, las versiones finales incorporaron los cambios sugeridos.

Debido a las diferencias en la forma como las cafeterías de las maquiladoras y de los restaurantes funcionan en cada lado de la frontera, aunadas a la decisión de conectar las encuestas de los restaurantes en Sonora a otra encuesta que se estaba llevando a cabo al mismo tiempo en el Estudio de la Quema en Pequeña Escala (Austin 2007), las encuestas para las maquiladoras, los restaurantes mexicanos y los restaurantes de EE.UU. tuvieron que ser diferentes; la encuesta desarrollada para los restaurantes de EE.UU. también se usó con las cafeterías de EE.UU. No obstante, todas las encuestas permitieron que los investigadores supieran la cantidad de residuos de aceite vegetal que se produce por semana, qué se estaba haciendo con los residuos en el momento de la encuesta si estaban los restaurantes y las maquiladoras tenían interés en participar en el proyecto y cual sería la mejor forma de recolectar los residuos del aceite vegetal.

Como se demuestra en el Apéndice B, los instrumentos para la encuesta final incluyeron información sobre las prácticas relacionadas con el uso y eliminación del aceite de cocina y grasas, los cambios que dichas prácticas han tenido con el tiempo y la disposición de y conveniencia para los productores de donar estos desechos para ser convertidos en biodiesel. Además de encontrar respuestas sobre el volumen y almacenaje de los residuos en los establecimientos entrevistados, el equipo investigador consiguió información sobre la forma final de desechar el material. Los residuos del aceite vegetal y las grasas pueden usarse en una variedad de productos, incluyendo alimentos para animales, cosméticos, bases para químicos agrícolas, combustible para calderas y en productos de hule y plástico. El equipo investigador estaba interesado no sólo en saber si los residuos del aceite y las grasas estaban siendo depositados en el drenaje, sino también determinar si ya existía un mercado para los residuos del aceite vegetal y grasas en cualquier lado de la frontera, y si la producción local impactaría dicho mercado y en que forma. Por lo tanto, los encuestadores preguntaron a los restaurantes, maquiladoras y cafeterías qué estaban haciendo en ese momento con los residuos del aceite.

Puesto que esta era la primera encuesta de su tipo en Ambos Nogales, los investigadores decidieron usar varias preguntas abiertas para provocar el número máximo de respuestas y determinar el rango de éstas. Por consiguiente, para estas preguntas, los encuestadores recibieron una variedad de respuestas, desde muy específicas y claras hasta muy generales e imprecisas. Según la forma como el proyecto de biodiesel progresa, si se realiza una encuesta de seguimiento, los investigadores podrán usar los datos de las primeras encuestas para construir preguntas de opción múltiple que resultarán en datos más fácilmente cuantificables.

### 3.2.2. Realizando las Encuestas

Los estudiantes del ITN, la UA y SEAHEC/NHS participaron en el proceso de realizar las encuestas. En el ITN, este proceso fue dirigido por la profesora Irma Fragoso y la estudiante Verónica Gil, con la ayuda del personal de la UA y ADEQ. Los estudiantes del ITN encuestaron a maquiladoras y restaurantes de Nogales, Sonora. Los estudiantes graduados de la UA también encuestaron a restaurantes en Nogales, Sonora. En SEAHEC/NHS, las encuestas fueron dirigidas por la coordinadora del programa Estela María Díaz. Los estudiantes de SEAHEC/NHS, acompañados por estudiantes graduados de la UA, encuestaron los restaurantes de Nogales, Arizona. Los estudiantes, acompañados por la Sra. Díaz, también encuestaron la cafetería el hospital local, el programa de “Meals-on-Wheels” y una cafetería escolar del Distrito Escolar Unificado de Nogales. A los estudiantes se les dieron descripciones verbales y escritas sobre el proyecto antes de iniciar las encuestas.

Previo a la conducción de las encuestas, los estudiantes de cada institución recibieron entrenamiento en el proceso de encuestar, practicaron sus encuestas y hablaron sobre varias situaciones que pudieran ocurrir durante sus visitas a restaurantes o a maquiladoras. Se desarrolló una codificación numérica y un sistema de rastreo para ser usado en ambos lados de la frontera asegurando así el anonimato de los encuestados.

Cierta información se obtuvo de APSA sobre las maquiladoras y sus prácticas, de una compañía de Nogales, Sonora que recolecta los residuos del aceite vegetal y las grasas de las maquiladoras

y del gobierno municipal de Nogales, Sonora. Basados en esta información, los investigadores catalogaron las maquiladoras en tres distintos grupos: las que se sabe que transportan los residuos de aceite y grasas a Hermosillo para su eliminación; las que no tienen cocinas; y otras. El año 2007 fue difícil en el sector de maquiladoras de Nogales y varias cerraron o redujeron considerablemente su producción. Durante la primavera del 2007, los estudiantes del ITN condujeron encuestas piloto en varias maquiladoras, y en el semestre del otoño los estudiantes del curso de Desarrollo Sustentable de la profesora Fragoso completaron las encuestas. De las maquiladoras operando en ese tiempo, los estudiantes encuestaron a 17 y a 4 cocinas que servían a un total de 33 maquiladoras adicionales. En general, los estudiantes reportaron que los gerentes de las cafeterías de las maquiladoras y los operadores de las cocinas estaban entusiasmados con el proyecto.

Los estudiantes de la UA crearon mapas de todos los restaurantes del área del cruce de Nogales, Sonora y del centro de la ciudad (ver figura 3.1). Visitaron cada restaurante en estas áreas por lo menos una vez y regresaron cuando fue posible si el gerente no pudo recibirlos en su visita inicial. Asimismo, los estudiantes del ITN en el curso de Desarrollo Sustentable de la Profesora Fragoso en la primavera del 2007 realizaron entrevistas a restaurantes en el centro de la ciudad. Un total de 48 restaurantes fueron entrevistados. Los estudiantes reportaron que muchos gerentes de los restaurantes apoyaban el proyecto. No obstante, otros tenían sus sospechas o estaban confusos sobre la naturaleza del proyecto a pesar de los resúmenes verbales y escritos que recibieron.

Para los restaurantes de Arizona, los estudiantes de SEAHEC/NHS realizaron las encuestas bajo la guía directa de la coordinadora del programa de SEAHEC y del profesorado y estudiantes de postgrado de la UA. Debido a que las entrevistas se efectuaron en dos años escolares consecutivos, hubo una transición en la cual algunos participantes dejaron el proyecto y nuevos estudiantes se le unieron. Gracias a los estudiantes veteranos, los nuevos estudiantes se ubicaron fácilmente con respecto al propósito y métodos del proyecto, y participaron con entrevistas y actividades de alcance a la comunidad. Los estudiantes de la UA ayudaron en las entrevistas aconsejando, ocasionalmente transportando a los estudiantes de NHS para visitar restaurantes y ayudándolos a mantener un inventario de los restaurantes entrevistados.



Figura 3.1. Localización de restaurantes en Nogales, Sonora

De los 64 restaurantes identificados durante el curso de la investigación, los estudiantes de SEAHEC/NHS entrevistaron a 40 (ver figura 3.2). En general, en los restaurantes restantes, los estudiantes no pudieron hablar con el gerente u otro individuo con autoridad para responder a las preguntas. Los estudiantes llamaron a o visitaron estos restaurantes y les dijeron que regresaran cuando no estuvieran tan ocupados o cuando el gerente estuviera presente. Si era imposible hablar con alguien después de varios intentos, eliminaban el restaurante de su lista.

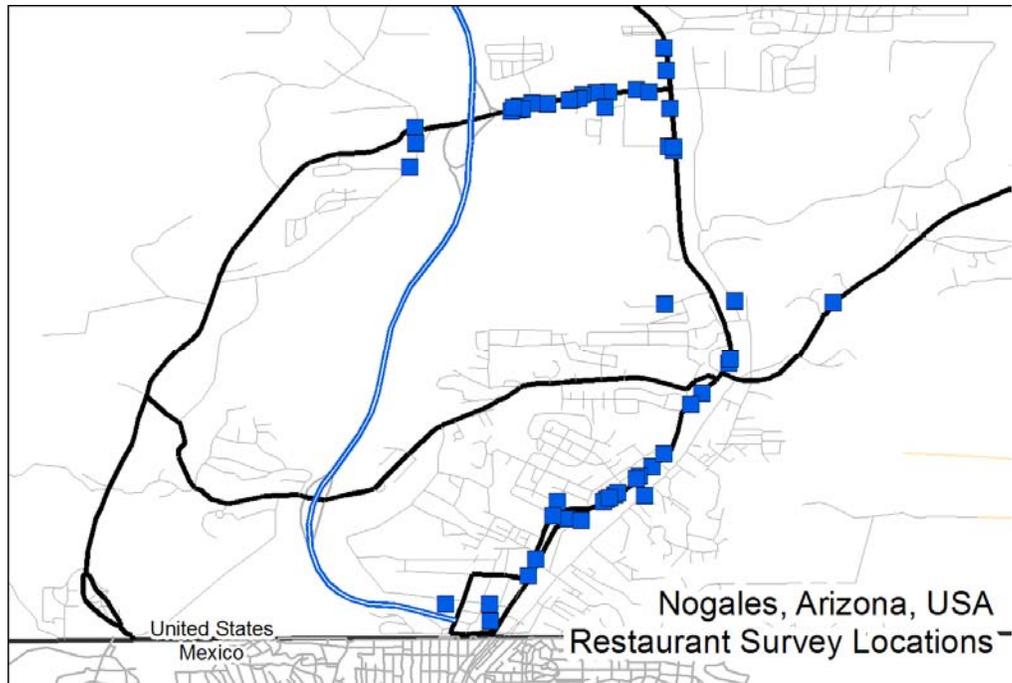


Figura 3.2. Localización de restaurantes en Nogales, Arizona

### 3.2.3. Análisis de los Datos y Preparación de Resultados.

Después de la recopilación de datos, el profesorado y los estudiantes de la UA ayudaron a los estudiantes de SEAHEC/NHS y el ITN a crear bases de datos. Los estudiantes de las tres instituciones capturaron los datos; los cuales posteriormente se limpiaron y procesaron en la UA donde se guardan en un lugar seguro. Los datos de las maquiladoras se limpiaron y se procesaron en el ITN donde se guardan en un lugar seguro.

Para hacer posible el análisis espacial, un estudiante de postgrado de la UA, Ben McMahan, desarrolló una base de datos en el Sistema de Información Geográfica (SIG). Él, el profesorado y estudiantes de la UA dieron presentaciones a los estudiantes del ITN y SEAHEC/NHS sobre el GIS y el análisis espacial. Trabajaron con los estudiantes de ambas escuelas a fin de incorporar los datos de la encuesta a la base de datos GIS, asegurando el anonimato de las fuentes. Posteriormente Ben ayudó a los estudiantes de SEAHEC/NHS a generar mapas de las rutas potenciales para la recolección.

### 3.3. Los Resultados

La primera pregunta de la encuesta fue, “¿Ud. fríe algo?”, a los encuestados que respondieron que no freían nada no se les hicieron más preguntas y sus encuestas fueron excluidas del análisis.

### 3.3.1. Maquiladoras de Nogales, Sonora

Las 17 maquiladoras y 4 cocinas que surten de comida a las maquiladoras respondieron que sí fríen alimentos, todos los datos de las encuestas de estos establecimientos fueron procesados.

#### *Uso Típico del Aceite*

Las 17 maquiladoras y las 4 cocinas reportaron usar aceite vegetal. Cinco maquiladoras (29%) y una cafetería (25%) reportaron cambiar el aceite diariamente, 8 maquiladoras (47%) lo cambian más de dos veces por semana pero menos de una vez al día, 1 maquiladora (6%) y 2 cafeterías (50%) lo cambian dos veces por semana y las 4 maquiladoras restantes (24%) y 1 cocina (25%) lo cambian una vez por semana o menos.

La cantidad de residuos de aceite vegetal desechado por semana se reportó que era de 1 a 400 litros por maquiladora, con un promedio de 54 litros (14 galones) y de 100 a 200 litros para las cocinas, con un promedio de 130 litros (34 galones) semanales. De las 5 maquiladoras que reportaron usar 38 o más litros (10 ó más galones) por semana, el promedio del volumen de aceite es de 142 litros (37.5 galones) por semana.

#### *Eliminación del Aceite Utilizado*

Las 17 maquiladoras y 4 cocinas respondieron a la pregunta sobre qué hacen con los residuos del aceite vegetal y grasas. De 11 maquiladoras (65%) y las 4 cocinas dijeron que se lo entregaban a un recolector. Solamente 2 maquiladoras (12%) dijeron que lo guardaban y 4 (24%) dijeron que lo tiraban; 3 lo tiraban a la basura y 1 lo tiraba al drenaje. Los que tiran los residuos del aceite vegetal y grasas a la basura, tiran de 1 a 90 litros semanalmente en los envases originales de plástico. La maquiladora que reportó tirar los residuos del aceite vegetal y grasas al drenaje tira 2 litros semanalmente.

Once maquiladoras (65%) y las 4 cocinas (100%) reportaron que los residuos del aceite vegetal y grasas estaba siendo recolectados; la frecuencia de recolección era de 1 a 60 días. Solamente 1 maquiladora a la que no le recolectaban el aceite residual y grasas reportó que podría guardar sus desechos, aunque solo fuera por 3 días.

13 (76%) de las 17 maquiladoras y 3 (75%) de las 4 cocinas reportaron tener trampas para grasa; 2 de las maquiladoras dijeron que no las tenían trampas y los otros reportaron que no sabían si las tenían o no. Todos menos una de las maquiladoras y todas las cocinas con trampas reportaron que sus trampas recibían mantenimiento de una compañía externa, recibiendo este servicio de cada 3 a 30 días.

La gran mayoría (14 o 82%) de las maquiladoras y 3 (75%) de las cocinas reportaron usar la misma cantidad de aceite que en años anteriores; solamente una maquiladora reportó usar más aceite que en el pasado y 3 maquiladoras y una cocina reportaron usar menos que antes.

### *Disposición para Participar en el Proyecto de Biodiesel*

Las 17 maquiladoras y 4 cocinas respondieron a la pregunta si estarían dispuestos o no a donar los residuos del aceite vegetal y grasas para ser convertidos en biodiesel, el 100% respondieron “sí” cuando se les preguntó si estarían dispuestos a donar los residuos de aceites vegetales para el proyecto.

### *Conclusiones Relevante sobre la Recolección de Aceite Residual*

Para poder evaluar la disponibilidad de los participantes a entregar su aceite residual en un lugar local en lugar de recogerlo en cada maquiladora o cocina, se les preguntó si estaban dispuestos a entregar sus residuos del aceite vegetal y grasa a un lugar central. Ocho (47%) maquiladoras respondieron que sí, 7 (41%) de las maquiladoras y 3 cocinas (75%) respondieron que no, y 2 (12%) maquiladoras y 1 (25%) cocina respondieron que no sabían.

### *Glicerina*

La glicerina es un subproducto del biodiesel hecho a partir de los residuos del aceite vegetal y grasas y la identificación de usuarios podría potencialmente aumentar la viabilidad del proyecto para convertir aceite y grasa a biodiesel. Por lo tanto, las encuestas a las maquiladoras y las cocinas incluyeron preguntas sobre si usaban glicerina o si ellos conocían a alguien que usara glicerina. De todas las maquiladoras y cafeterías encuestadas, solamente 1 cocina respondió que no.

### 3.3.2. Restaurantes en Nogales, Sonora

De los 48 restaurantes encuestados en Nogales, Sonora, dos respondieron que no freían nada y uno no completó la encuesta. Los datos de las 45 encuestas restantes fueron analizados.

### *Uso Típico del Aceite*

Los 45 restaurantes encuestados fríen una amplia variedad de comidas incluyendo papas, vegetales y carne (res, puerco, pollo y mariscos). Preparan comida como chimichangas, totopos, flautas, tacos y más. Casi todos fríen comida diariamente. De los 33 restaurantes que respondieron a la pregunta sobre qué tan seguido cambian su aceite, 5 (15%) lo cambian diariamente, 6 (18%) lo cambian más de dos veces a la semana pero no diario, 10 (30%) que lo cambiaban dos veces por semana y los restantes 12 (36%) lo cambiaban semanalmente o menos.

Solamente 29 restaurantes reportaron la cantidad de aceite que usan en una semana, y de estos, el volumen usado es de 1 a 350 litros con un promedio de 42 litros (11 galones) semanales. De los 10 restaurantes reportando el uso de 38 litros o más (10 galones ó más) por semana, el promedio de aceite usado por semana es de 91 litros (24 galones). También se les preguntó a los restaurantes cuantos kilos de manteca usaban cada mes y 7 respondieron que usaban entre 5 y 300 kilos por mes, como se demuestra en la tabla 3.1 Dos restaurantes hicieron notar que no compran aceite ni grasa porque la obtienen de los puercos que cocinan.

Tabla 3.1. Uso Mensual de Manteca de los Restaurantes de Nogales, Sonora

Cantidad de manteca (kilos)	Número de restaurantes
5	2
6	1
18	1
25	1
32	1
300	1

La cantidad de los residuos del aceite vegetal y grasas que los restaurantes reportaron que desechan mensualmente son de 5 a 1,400 litros (1 a 370 galones), con 10 restaurantes reportando que producen 100 ó más litros (26 galones o más) por mes. Excluyendo el único restaurante que produce 1,400 litros (370 galones; el siguiente productor que produce más fue de 560 litros – 148 galones – mensualmente), el promedio es de 91 litros (24 galones).

#### *Eliminación del Aceite Residual*

Cuarenta restaurantes respondieron a la pregunta sobre que hacen con los residuos del aceite vegetal y grasas. De estos, la mayoría (30 o 75%) dijeron que lo tiraban a la basura, 3 (7.5%) dijeron que lo tiraban en el desagüe, 2 (5%) dijeron que se lo daban a un colector, 2 (5%) dijeron que le pagan a un colector para que se lo lleve, 2 (5%) dijeron que lo llevan a otro lugar para donarlo, y 1 (2.5%) dice que se lo vende a un colector. Es interesante notar que de los dos restaurantes que dijeron que llevan su aceite y grasa a un lugar para donarlo, uno respondió que lo llevaba al ITN para este proyecto y el otro dijo que lo lleva al tiradero donde alguien lo pepenaba; el segundo individuo había notado que había escuchado sobre el proyecto por medio de un profesor del ITN. Dos restaurantes reportaron pagarle de 438 a 1,600 pesos mensuales alguien para que se llevaran sus residuos del aceite y grasas. El primero dijo que le gustaría donar sus residuos del aceite vegetal y grasas a este proyecto pero que necesitaría un envase mientras el segundo dijo que alguien del Centro de Recuperación y Rehabilitación para Enfermos de Alcoholismo (CREDA), un centro de rehabilitación para drogadictos recoge los residuos del aceite y grasas los martes y jueves. El segundo restaurante reportó producir 1,400 litros de residuos del aceite vegetal y grasa por mes.

26 de los restaurantes que tiraban su aceite y grasas en la basura o por el desagüe respondieron a las preguntas sobre la cantidad que tiraban, las cantidades reportadas fueron de 5 a 560 litros por mes (1 a 148 galones), con un promedio de 83 litros (22 galones) por mes.

*Disposición para Participar en el Proyecto de Biodiesel*

Cuarenta restaurantes respondieron a la pregunta de si estarían dispuestos a donar su aceite residual y grasas para ser convertidos en biodiesel. La relación entre la disponibilidad para donar y sus prácticas actuales de manejo de desechos se muestra en la tabla 3.2. No obstante, como se demuestra, aquellos que están donando o vendiendo sus residuos son los menos dispuestos a donarlos para éste proyecto, aunque la mitad de ellos dijeron a los investigadores que “tal vez” estarían dispuestos a donarlos.

Tabla 3.2. Prácticas Actuales del Manejo de Desechos de los Restaurantes en Nogales, Sonora

Manejo de desperdicio	No	Tal vez	Sí
Dar al colector	1	1	2
Pagar al colector			2
Vender al colector	1	1	
Tomar para donar			2
Tirar en el desagüe			3
Tirar en la basura	1	2	26
No respondieron			1

De los 45 restaurantes que completaron las encuestas, 36 (80%) reportaron que podían donar los residuos al proyecto (ver figura 3.3). Tres (7%) dijeron que no podían participar, 2 (4%) dijeron que quizás y 4 (9%) no respondieron a la pregunta. Uno de los encuestados expresó su disponibilidad para donar los residuos del aceite vegetal y grasas aunque dijo que tendría que obtener permiso del dueño para poder hacerlo.

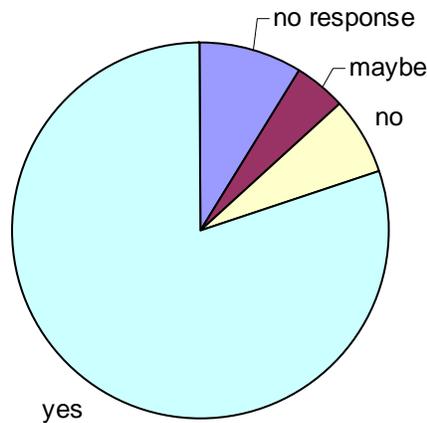


Figura 3.3. Restaurantes de Nogales, Sonora: Respuestas a la pregunta, “¿Existe la posibilidad que usted pudiera donar los residuos de aceite y grasas al proyecto que lo convertiría en biodiesel?”

Los 36 restaurantes que expresaron su disposición para donar el aceite y la grasa de desperdicio para convertirlos en biodiesel, en el momento de realizar las encuestas están desechando los desperdicios de varias formas (ver Figura 3.4), reflejando el patrón general de todos los restaurantes; el único restaurante que está actualmente vendiendo su desecho reportó que no estaría dispuesto a donarlo.

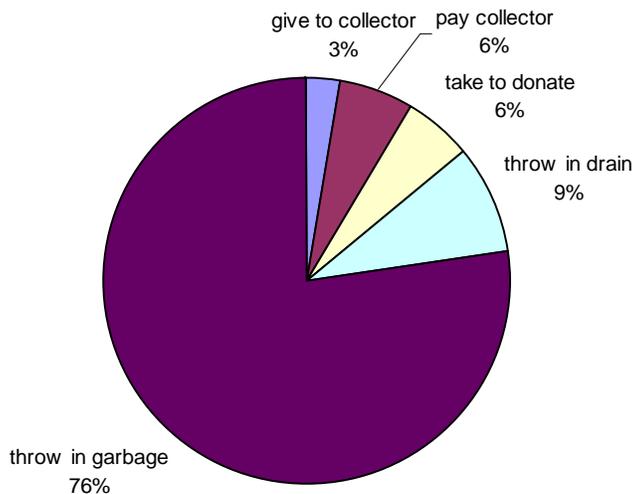


Figura 3.4. Prácticas actuales de eliminación de desechos de restaurantes en Nogales, Sonora

De estos 36 restaurantes, 28 reportaron la cantidad de los residuos del aceite vegetal y grasas que producen mensualmente; el promedio fue de 134 litros (35 galones), lo que es más alto que el promedio de todos los restaurantes. El mayor generador de desechos reportó que estaría dispuesto a donar los residuos del aceite vegetal y grasas para la conversión a biodiesel. Dieciséis de esos restaurantes generan por lo menos 40 litros (11 galones) de aceite residual y grasas mensualmente. Si la colección se limitara inicialmente a los 16 restaurantes que reportaron su disponibilidad para donar su aceite y generar por lo menos 38 litros (10 galones) por mes, los que recolectasen el aceite residual y las grasas podrían anticipar que recolectarían 3,553 litros (939 galones) por mes.

#### *Conclusiones Relevantes a la Recolección de Aceites Residuales*

Para evaluar la viabilidad del proyecto de convertir los residuos del aceite vegetal y las grasas a biodiesel en Nogales, Sonora, los investigadores consideraron las opciones de recolección y entrega. Se les preguntó a los restaurantes sobre su disponibilidad de entregar el aceite. Solamente 8 de los 45 restaurantes se expresaron afirmativamente. Claramente se ve que el proyecto tendrá mayor oportunidad de éxito si el aceite y las grasas se recolectaran de los restaurantes participantes.

Otro factor en la disponibilidad de los restaurantes para participar en el proyecto de biodiesel es la capacidad del restaurante de almacenar el aceite residual y las grasas. Cuando se les preguntó cuánto tiempo podrían almacenar el aceite entre ciclos de recolección, 30 restaurantes reportaron

entre 0 a 30 días. El promedio del tiempo reportado fue de 6 días. La respuesta más frecuente fue de una semana.

Un último factor relevante a la recolección de los residuos del aceite vegetal y grasas es el tipo de envase en que se guardará el material, y si el envase se recogería con el aceite o si el aceite sería vaciado a otro envase principal. La mayoría de los restaurantes que están dispuestos a donar el aceite lo ponen en envases de plástico; 8 de los encuestados hicieron notar específicamente que guardan el aceite residual en los envases originales donde lo compraron.

### 3.3.3. Restaurantes de Nogales, Arizona

De los 40 restaurantes encuestados en Nogales, Arizona, 5 restaurantes reportaron que no fríen nada y fueron excluidos de cualquier análisis posterior. Dos encuestados dieron información incompleta (uno dijo que ya estaba donando el aceite residual para la conversión a biodiesel), por lo que estas encuestas no se podían usar. Al final, se analizaron los datos de las 33 encuestas completadas. Para facilitar el análisis, la muestra fue dividida en dos categorías: restaurantes de franquicia reconocidos a nivel nacional y restaurantes independientes. Una franquicia reconocida a nivel nacional es cualquier restaurante que se extiende más allá de Arizona. Esta categoría incluye restaurantes, tales como “McDonald’s”, “Wendy’s” y “Denny’s” que se encuentran en ciudades de todos los EE.UU. La segunda categoría, llamada restaurantes independientes, por conveniencia y aunque un poco engañosa, puede incluir restaurantes estatales o franquicias locales. Sin embargo, no incluye restaurantes de franquicias nacionales. Estas categorías fueron creadas para facilitar el análisis de las diferencias entre franquicias nacionales y restaurantes independientes en cuanto a la cantidad de aceite que usan, qué hacen con su aceite y su disponibilidad y capacidad para donar el aceite al proyecto.

#### *Uso Típico del Aceite*

Los restaurantes encuestados fríen alimentos que incluye papas, aros de cebolla, pollo y tacos. Casi todos fríen diariamente. La mayoría de ellos usan una freidora y cambian el aceite de cocina en promedio dos veces por semana.

Solamente 29 restaurantes reportaron cuanto aceite usaban en una semana, y de esos, el volumen variaba de 8 a 322 litros (2 a 85 galones), con un promedio de 61 litros (16 galones) por semana. Diecisiete restaurantes reportaron usar 38 litros (10 galones) o más con un promedio de volumen semanal de 91 litros (24 galones) de aceite.

Veintiséis restaurantes reportaron cuánto aceite y grasas desechan en un mes, variando de 15 a 780 litros (4 a 206 galones); el promedio reportado fue de 204 litros (54 galones).

Los datos de los restaurantes de franquicias nacionales fueron analizados por separado. Los dos usuarios principales de aceite así como el mayor pertenecen al grupo de los restaurantes de franquicia nacionales. Este grupo reportó haber usado un promedio de 83 litros (22 galones) por semana (14 restaurantes reportaron datos) y, excluyendo el atípico, generando un promedio de 155 litros (41 galones) de aceite residual y grasas por mes (12 restaurantes reportaron datos). Los restaurantes independientes reportaron usar un promedio de 42 litros (11 galones) por semana

(14 restaurantes reportaron datos) generando un promedio de 208 litros (55 galones) por semana (12 restaurantes reportaron datos).

### *Eliminación de los Residuos del Aceite Vegetal*

Los encuestadores recibieron una variedad de respuestas a la pregunta “¿Qué hace Ud. con los residuos del aceite vegetal o grasas?” Estas respuestas fueron codificadas, y algunas categorías tales como: como reciclarlo, venderlo, y recogidos por una compañía externa, pueda que se traslapasen. No obstante, sin más investigación, no es posible determinar donde ocurre el traslape. Una mayor investigación sería necesaria para verificar las respuestas a partir de la información adicional, aunque varios de los encuestados voluntariamente dijeron que no sabían como se desechaban el aceite residual y las grasas. Como consecuencia, los investigadores agregaron datos a la encuesta con información reunida durante entrevistas personales y telefónicas con gente que sabe sobre la recolección de residuos en el condado de Santa Cruz (ver abajo).

A pesar de la ambigüedad asociada a las respuestas de la encuesta, estas proporcionan una imagen general de las opciones de eliminación de los residuos del aceite vegetal y grasas disponibles en Nogales, Arizona (ver figura 3.5). De los 32 restaurantes que respondieron a la pregunta “¿Qué hacen con su aceite residual y grasas?” solamente 4 restaurantes (12.5%) dijeron que tiraban sus desechos a la basura o al desagüe. Estos cuatro restaurantes producen de 8 a 38 litros (2 a 10 galones) de aceite por semana, con un promedio de 23 litros (6 galones) por semana.

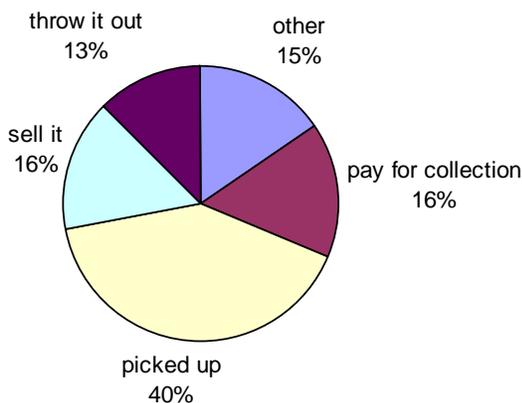


Figura 3.5. Opciones de eliminación de los residuos del aceite vegetal y grasa de restaurantes en Nogales, Arizona

El resto de los restaurantes tienen arreglos para eliminar el aceite vegetal y las grasas residuales. Algunos le pagan a recolectores para recogerlo (5 encuestados mencionaron específicamente pagar por el desperdicio, aunque solo un individuo reportó la cantidad que pagó: \$25 por mes), a otros se los recogen sin costo, y aún otros venden su aceite y grasa (5 encuestados específicamente dijeron que venden sus desperdicios a un costo de \$9 a \$35 por galón). Basado en las entrevistas con oficiales públicos y recolectores privados, el aceite y las grasas de desecho

que se recoge aparte del servicio de basura regular parece ser “reciclado” de una forma u otra. El aceite y las grasas desechadas se recolectan en el Aeropuerto Internacional de Nogales por acuerdos privados con una compañía en Tucson. Empresarios locales recogen el aceite y grasas de los restaurantes y los llevan al aeropuerto. Adicionalmente, la compañía también tiene camiones que recogen el aceite y grasas directamente de los restaurantes. Una persona en Nogales ha convertido su camión para que funcione con aceite vegetal (en lugar del biodiesel), esta persona recoge el desperdicio de los restaurantes en Nogales, en Sierra Vista y otras comunidades en Arizona.

Para explorar si el ser parte de una franquicia nacional afecta lo que los restaurantes hacen con el aceite, se llevaron a cabo varios análisis adicionales. No se observaron grandes diferencias en el tipo de eliminación entre restaurantes de franquicia e independientes.

### *Disposición para la Participación en el Proyecto de Biodiesel*

De los 33 restaurantes que completaron las encuestas, 20 (61%) reportaron que no podrían donar su aceite residual al proyecto (ver figura 3.6). Cinco (15%) dijeron que no podrían participar, 1 (3%) no estaba seguro, y 7 (21%) no respondieron a la pregunta. De los que no podrían donar, uno dijo que su restaurante ya estaba donándolo a una granja, otro dijo que no había lugar para guardar el aceite aunque solo fuera por un periodo corto, y otro está satisfecho con la manera actual en la cual una compañía recoge el aceite sin costo. La razón para los que no están seguros o no respondieron a la pregunta, fue que sería necesario pedir permiso al gerente o al dueño.

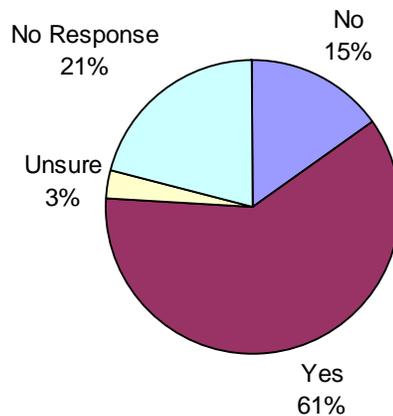


Figura 3.6. Restaurantes de Nogales, Arizona: Respuestas a la pregunta, “¿Existe la posibilidad de que usted podría donar el aceite y grasas residuales al proyecto para su reconversión a biodiesel?”

Nuevamente, para explorar si el ser parte de una franquicia nacional podría afectar lo que los restaurantes hacen con el aceite, se llevaron a cabo varios análisis adicionales. Como se muestra en la figura 3.7, era ligeramente más probable que los restaurantes independientes expresar su disposición para participar en el proyecto y donar el aceite residual, al contrario que los restaurantes de franquicia. Esto tal vez será porque los restaurantes de franquicia ya están comprometidos con otros programas de reciclaje de aceite, o porque los gerentes en algunos

restaurantes de franquicia tienen poderes limitados para hacer ese tipo de decisiones. Sin embargo, puesto que un poco más de la mitad de los restaurantes encuestados de franquicia expresaron su disposición para donar el aceite y grasas residuales para su reconversión a biodiesel no hay razón para limitar la recolección a restaurantes independientes.

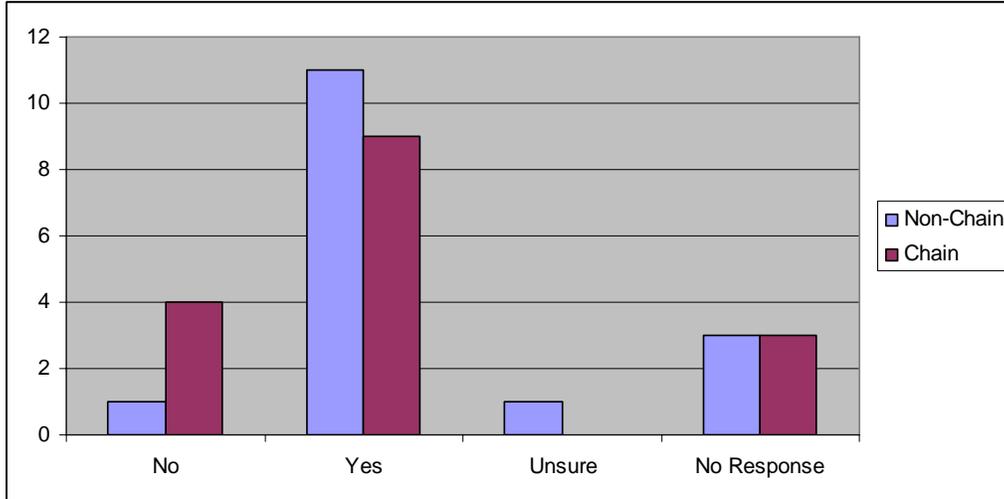


Figura 3.7. Disposición para donar el aceite y las grasas de desecho: Comparación entre restaurantes de franquicia e independientes en Nogales, Arizona

Los 20 restaurantes que expresaron su disposición para donar el aceite y grasas de desecho para su reconversión a biodiesel están actualmente eliminando sus desperdicios de varias formas (ver la figura 3.8), lo que refleja un patrón general en todos los restaurantes; todos los que están actualmente vendiendo sus desperdicios reportaron su disposición para contribuir a un proyecto local de biodiesel menos uno de ellos.

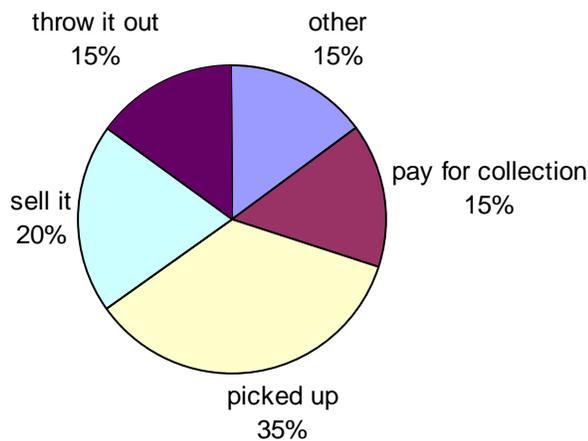


Figura 3.8. Eliminación actual de prácticas de desperdicio de restaurantes de Nogales, Arizona que expresaron disposición para donar su aceite y grasa de desperdicio.

De estos 20 restaurantes, 17 reportaron la cantidad de aceite y grasas que producen por mes; el promedio de esos 17 fue de 151 litros (40 galones), lo que representa un poco menos que el promedio para todos los restaurantes. El mayor generador de desperdicio reportó que no podría donar el aceite y grasas para su reconversión a biodiesel. Trece de estos restaurantes generaron por lo menos 38 litros (10 galones) de aceite y grasas por mes. Si la recolección se limitase a estos 13 restaurantes que reportaron que sí estarían dispuestos a donar su aceite y que generan por lo menos 38 litros (10 galones) por mes, se puede anticipar una recolección de 2,517 litros (665 galones) por mes.

### *Conclusiones Relacionadas con la Recolección de los Residuos del Aceite Vegetal*

Para evaluar la viabilidad de un proyecto de convertir aceite y grasa de biodiesel en Nogales, Arizona, los investigadores consideraron las opciones, una recolección o una entrega. Los restaurantes fueron preguntados sobre su disposición para entregar el aceite. Solo 7 expresaron disposición de hacerlo; 11 dijeron que no estarían dispuestos a donar si alguien recogiera el aceite y 2 no respondieron a la pregunta. Claramente, el proyecto tendría mayor oportunidad de éxito si el aceite y grasa fueran recogidos en los restaurantes.

Otro factor en la disposición de un restaurante o de la habilidad para participar en un programa de biodiesel es la capacidad del restaurante para almacenar residuos de aceite y grasa. Cuando fueron preguntados cuanto tiempo podrían almacenarlos entre tiempos de recolección, 19 restaurantes reportaron plazos de 3 días a 5 meses. El promedio de tiempo reportado fue un mes, pero ese número es afectado por unos restaurantes que reportaron que sí podrían guardarlos por períodos largos. La respuesta más frecuente fue de un mes.

Un factor final relacionado a la recolección de aceite y grasa desperdiciados es el tipo de envase en el cual el material se guardaría, y sí o no los envases se recogerían con el aceite, o si el aceite sería vaciado en un envase central. Cinco de los 20 restaurantes dispuestos a donar su aceite ponen su aceite en botellas de plástico. Otros los ponen en latas, envases de plástico, o tanques metálicos.

#### 3.3.4. Cafeterías de Hospitales y Escuelas en Nogales, Arizona

Tres cafeterías fueron encuestadas en Nogales, Arizona. Estas cafeterías proporcionan comida a una escuela, un hospital, y al programa regional de “Meals-on-Wheels”. Los tres fríen comida diariamente; y producen al mes 34 litros (9 galones), 30 litros (8 galones), y 3,452 litros (120 libras)<sup>1</sup> respectivamente. Dos de ellos eliminan su aceite residual y grasas en envases de plástico que se tiran a la basura, y uno le paga a un tercero para que se lo lleve. Todos reportaron que podían donar su aceite al proyecto pero notaron que es preferible si alguien pudiera recogerles el aceite. Las dos cafeterías que actualmente eliminan sus desechos en la basura reportaron que lo podían guardar dos semanas.

---

<sup>1</sup> El aceite pesa aproximadamente 7.6 libras por galón de los EE. UU..

### 3.4. Resumen

Los residuos del aceite vegetal y grasas se producen en ambos lados de la frontera. El volumen del lado sonorense excede significativamente al de EE.UU. por varias razones: (1) Nogales, Sonora tiene una población mayor que Nogales y Río Rico, Arizona, (2) Sonora tiene maquiladoras y restaurantes que generan aceite y grasa; (3) hay más restaurantes en el lado sonorense; y (4) hay menos infraestructura en Sonora para manejar los desechos de aceite y grasa, especialmente en el caso de los restaurantes.

Hay aceite y grasa suficiente para producir biodiesel, la producción tiene de este tiene el potencial de reducir la cantidad de aceite y grasa que ingresa al drenaje aunque, si lo que se reportó es preciso, pocos restaurantes y maquilas eliminan su aceite y grasa por el drenaje *como una practica común*. Es claro que el aceite y la grasa sí llega al drenaje, y hay una gran posibilidad de que un programa que ofrezca un método alternativo de eliminación de aceite y grasa desperdiciada reduciría significativamente dicha posibilidad. Es, sin embargo, imposible estimar el volumen de desechos con los datos de las encuestas. De los tres restaurantes sonorenses que reportaron tirar su aceite y grasa frecuentemente por el drenaje, únicamente dos reportaron el volumen; estos tres generan 88 litros (23 galones) mensual de desperdicio.

Las decisiones que se tomen sobre la frecuencia de la recolección tendrán que tomar en cuenta el volumen que puede ser recolectado y los costos asociados, también se debe de considerar el período durante el cual los restaurantes y maquilas puedan almacenar el aceite y las grasas. Si la recolección ocurre con menos frecuencia, tendríamos que prepararnos para una mayor acumulación de aceite durante períodos más largos.

Debido a que no todos los restaurantes usan envases transportables, sería probablemente mejor que les proporcionáramos los envases, los cuales podríamos recoger y después devolvérselos, o podríamos vaciar el aceite de sus envases un envase nuestro.

Si deseamos una mayor participación de los restaurantes es necesaria, podríamos volver a hablar con los restaurantes que no se hayan comprometido. Mientras tanto, recomendamos que nuestra lista existente de participantes dispuestos a cooperar sea usada para iniciar el proyecto. El hecho que los encargados de los restaurantes se hayan tomado su tiempo para platicar con nuestros estudiantes y que les hayan expresado su apoyo en un señal alentadora.

Está claro que en Nogales, Sonora, muy pocos restaurantes están actualmente participando en algún sistema de recolección y eliminación del aceite y grasas, por lo que la probabilidad de causarles molestias al recogerles sus residuos es muy baja.

## 4. Resumen y Discusión

El propósito del Proyecto de Demostración sobre la Capacidad de Acumulación de biodiesel en Ambos Nogales es para dar atención a las preocupaciones ambientales y de salud en Ambos Nogales (Nogales, Sonora y Nogales y Río Rico, Arizona) mediante el desarrollo de la capacidad para la producción y uso de biodiesel en estas comunidades. Esta evaluación fue realizada para reunir datos para apoyar este proyecto. Los investigadores diseñaron y realizaron entrevistas y encuestas en Nogales, Arizona y Nogales, Sonora con el fin de lograr lo siguiente: (1) reunir datos de productores locales de aceite vegetal y grasas residuales para determinar las cantidades producidas y las potencialmente disponibles para su conversión a biodiesel; (2) determinar la cantidad de los residuos del aceite vegetal y grasas que podría dejar de fluir en el sistema de agua y si se pudiera usar localmente para la producción de biodiesel; (3) identificar usos competitivos para el aceite vegetal y grasas residuales; (4) identificar usuarios potenciales para el biodiesel y la glicerina; y (5) identificar desafíos potenciales de un proyecto que quiere coleccionar los residuos del aceite vegetal y grasas para la conversión a biodiesel.

Los datos fueron recolectados en restaurantes y cafeterías en ambos lados de la frontera de Arizona y Sonora. En el lado de Arizona, las cafeterías servían a varias escuelas preparatorias, a un hospital y al programa regional de alimentación “Meals-on-Wheels”. En el lado sonoreño, las cafeterías servían a las maquiladoras. Los datos reflejan diferencias basadas en la infraestructura actual, no obstante se demuestra que sí existen los residuos del aceite vegetal y grasas suficientes en ambos lados para producir biodiesel.

El volumen total de los residuos de aceite vegetal y grasas en el lado de Arizona es considerablemente menor que en el lado sonoreño debido prácticamente a la presencia de las cafeterías de las maquiladoras, pero también debido al número mayor de restaurantes en Nogales, Sonora. Adicionalmente, en el momento de realizar las encuestas, en el lado de Arizona existían más opciones para recolectar o eliminar los aceites residuales y las grasas, así que el potencial para un proyecto de biodiesel que juegue un papel grande en eliminar los aceites residuales que pudieran entrar en la vía de residuos no era muy alto. La alternativa primaria a la eliminación del aceite y grasas en la basura fue ser coleccionado por una compañía basada en Tucson que recogería el material y transportarlo a Tucson para ser procesado. La mayoría de los respondientes reportaron que estarían dispuestos a donar sus aceites residuales a un proyecto local diseñado a convertirlo a biodiesel. De todos modos, un programa exitoso requerirá un sistema regular y eficaz para coleccionar los desechos; pocos participantes dijeron que estarían dispuestos a transportar el material ellos mismos.

El lado sonoreño, las maquiladoras y los restaurantes producen cantidades grandes de aceite residuales y grasa, y tienen menos opciones de como manejarlas. Pocas compañías coleccionan el material gastado y luego lo tiran ellos mismos en un tiradero o lo transportan a lugares como Hermosillo para ser usado en comida de puerco, pero los participantes quienes estaban usando estas opciones al tiempo del estudio dijeron que estarían dispuestos a donar sus aceites residuales y grasa a un proyecto local para la conversión a biodiesel. Porque la mayoría de los restaurantes están depositando sus aceites residuales en la basura, la potencia de conseguir grandes cantidades de la vía de residuos es inmensa. La mayoría de los respondientes requerirán que los aceites residuales y grasas sea recogida y transportada y un local donde será procesada.

Actualmente hay pocos usuarios de biodiesel en Ambos Nogales; los tanques recientemente instalados en el distrito escolar unificado del Valle de Santa Cruz harían posible que ese distrito usara el biodiesel comprado de un distribuidor en Phoenix, Arizona como combustible para sus camiones. El proyecto de demostración sobre la capacidad de acumulación de biodiesel proporcionará al Distrito de Protección Contra Incendios de Río Rico y los Bomberos de Nogales, Sonora con lo necesario para usar el biodiesel en sus vehículos que no sean de emergencia. Adicionalmente, los estudiantes y facultad en el ITN planean usar el biodiesel que produzcan en sus camiones. Varias maquiladoras indicaron que estarían interesados en usar el biodiesel en sus motores de diesel.

Basado en datos de las maquiladoras y entrevistas con líderes de la comunidad, los únicos usuarios de glicerina fueron identificados como un limpiador de manos (es especialmente útil para quitar grasas y es usado por algunos mecánicos). Los estudiantes y la facultad en el ITN han comenzado un proyecto para utilizar la glicerina en la producción del jabón.

Esta investigación consiguió datos de un muestreo finalista de restaurantes y cafeterías en Nogales. Algunos de los gerentes de las cafeterías y restaurantes quienes no pudieron encontrar el tiempo para completar la encuesta durante el periodo del estudio puedan que sean dispuestos a donar los residuos del aceite vegetal. De este modo, ya que está operando el proyecto de biodiesel, es recomendable que todas las cafeterías y los restaurantes sean incluidos en un esfuerzo de alcance para solicitar participantes. Los investigadores no tienen ninguna información sobre que tipos y cantidades de comida son preparadas en las cafeterías y en los restaurantes que no fueron encuestados, así que no es apropiado asumir que esas cafeterías y esos restaurantes producirán aceites residuos y grasa en la misma proporción como aquellos que fueron encuestados.

## 5. Referencias

Addison, Keith and Midori Hiraga. nd.a. *NOx and Biodiesel*. Accessed online 12-28-07 at [http://journeytoforever.org/biodiesel\\_nox.html](http://journeytoforever.org/biodiesel_nox.html). [Note for the Spanish translation, though info on NOx only in English: <http://journeytoforever.org/es/biocombustibles.html>]

Addison, Keith and Midori Hiraga. nd.b. *Oil Yields and Characteristics*. Accessed online 12-28-07 at [http://journeytoforever.org/biodiesel\\_nox.html](http://journeytoforever.org/biodiesel_nox.html). [Note for the Spanish translation, though info on Oil Yields only in English: <http://journeytoforever.org/es/biocombustibles.html>]

American Lung Association of California (ALA-C). 2004. *Public Health and Diesel*. Accessed online 12-28-07 at [http://www.californialung.org/spotlight/diesel\\_health.html](http://www.californialung.org/spotlight/diesel_health.html).

Anderson, Jim. 2007. "Targeted Monitoring, Outreach, and Education: Traditional Brick Kilns in San Luis R.C., Sonora." Presentation to the Joint Meeting of the Ambos Nogales Air Quality Task Force and the Children's Environmental Health Task Force. May.

Aquaflow Bionomic Corporation (ABC). nd. "The Technology." Accessed online 12-28-07 at <http://www.aquaflowgroup.com/technology.html>.

Arizona Department of Environmental Quality (ADEQ). 1999. *Ambos Nogales Binational Air Quality Study: Citizen's Summary*. August.

Arizona Department of Health Services (ADHS). 2004. *Assessment of Children's Respiratory Symptoms and Air Quality in Ambos Nogales (Arizona and Sonora)*. Division of Public Health Services, Arizona Department of Health Services. Accessed online 12-28-07 at <http://azdhs.gov/phs/borderhealth/asthma.htm>.

Arizona Venture Capital. 2006. "Arizona Public Service and GreenFuel Technologies Corp. Successfully Recycle Power Plant Flue Gases into Transportation-Grade Biodiesel and Ethanol." Arizona Venture Capital. Accessed online 12-28-07 at <http://azventurecapital.com/arizona-venture-capital/venture-capital-news/arizona-public-service-and-greenfuel-technologies-corp-successfully-recycle-power-plant-flue-gases-into-transportation-grade-biodiesel-and-ethanol/>

Austin, Diane, Bonnie Jean Owen, Sara Curtin Mosher, Megan Sheehan, Jeremy Slack, Olga Cuellar, Maya Abela, Paola Molina, Brian Burke, and Ben McMahan. 2007. *Evaluation of Small Scale Burning of Waste and Wood in Nogales, Sonora*. Report prepared at the Bureau of Applied Research in Anthropology, University of Arizona for the Arizona Department of Environmental Quality. November.

Border 2012 Ambos Nogales Air Quality Task Force and Border Liaison Mechanism Economic and Social Development Subgroup (Border 2012 ANAQTF and BLM-ESDS). 2005. *Plan of Action for Improving Air Quality in Ambos Nogales*. Tucson: Arizona Department of Environmental Quality, Arizona-Mexico Border Program.

California Environmental Protection Agency (CEPA). nd. *Health Effects of Diesel Exhaust Particulate Matter*. Air Resources Board, California Environmental Protection Agency. Accessed online 12-28-07 at [http://www.arb.ca.gov/research/diesel/dpm\\_draft\\_3-01-06.pdf](http://www.arb.ca.gov/research/diesel/dpm_draft_3-01-06.pdf).

Department of Biological and Agricultural Engineering at the University of Idaho (DBAE-UI). 2005. Impact of Additives on Cold Flow Properties of Biodiesel. *BIOdiesel Tech Notes*. Accessed online 12-28-07 at <http://www.uidaho.edu/bioenergy/NewsReleases/TechNote3.pdf>

Engine Manufacturers Association (EMA). 2006. *Test Specifications for Biodiesel Fuel*. EMADOCS: 7676.4. May 31. Accessed online 12-8-07 at [http://www.gsa.gov/gsa/cm\\_attachments/GSA\\_DOCUMENT/ema\\_R2B-x17\\_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf](http://www.gsa.gov/gsa/cm_attachments/GSA_DOCUMENT/ema_R2B-x17_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf).

Estill, Lyle. 2005. *Biodiesel Power: The Passion, the People, and the Politics of the Next Renewable Fuel*. New Society Publishers.

Gaines, Justin, Samantha Herr, and Diane Austin. 2008. *Reducing Diesel Emissions to Protect Children's Health: The Santa Cruz Valley Unified School District Bus Conversion Project*. Report prepared at the Bureau of Applied Research in Anthropology, University of Arizona for the Arizona Department of Environmental Quality. May.

Geise, Rick. 2003. "Biodiesel from Recycled Waste Vegetable Oil." Presentation to the New England Biodiesel Workshop. March 26. Accessed online 12-28-07 at <http://www.easternct.edu/depts/sustainenergy/calendar/biodiesel/Geise%20-%20Biodiesel%20from%20Recycled%20Vegetable%20Oil.pdf>.

Hill, Jason, Erik Nelson, David Tilman, Stephen Polasky, and Douglas Tiffany. 2006. Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels. *PNAS* 103(30; July 25 : 11206–11210. Accessed online 12-28-07 at [http://www.cedarcreek.umn.edu/Hill\\_et\\_al\\_PNAS\\_Ethanol\\_Biodiesel\\_&\\_Supp.pdf](http://www.cedarcreek.umn.edu/Hill_et_al_PNAS_Ethanol_Biodiesel_&_Supp.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía Informática (INEGI). 2006. *Industria Maquila de Exportación. Establecimientos en Activo*. Accessed online 10-12-07 at <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe>.

Marshall, William, Leon G. Schumacher, and Steve Howell. 1995. "Engine Exhaust Emissions Evaluation of a Cummins L10E When Fueled with a Biodiesel Blend." Society of Automotive Engineers, SAE Paper # 952363.

National Center for Environmental Research. 2001. *Children's Vulnerability to Toxic Substances in the Environment*. Science to Achieve Results (STAR) Program, U.S. Environmental Protection Agency. Announcement. <http://us.epa.gov/ncer/rfa/o3kidsvulner.html>

Sarin, Rakesh, Meeta Sharma, S. Sinharay, and R.K. Malhotra. 2007. Jatropha–Palm Biodiesel Blends: An Optimum Mix for Asia. *Fuel*. 86: 1365-1371.

United Nations Development Programme (UNDP). 2007. "Palm oil and biofuel development—a cautionary tale." *Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. Human Development Report 2007/2008. Pp. 144-150.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). nd. "What is Border 2012?" U.S. Mexico Border 2012 Program. Accessed online 12-28-08 at [www.epa.gov/border2012/framework/background.html](http://www.epa.gov/border2012/framework/background.html).

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2002a. *A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions: Draft Technical Report*. EPA420-P-02-001. Assessment and Standards Division, Office of Transportation and Air Quality, U.S. Environmental Protection Agency. October. Accessed online 12-28-07 at <http://www.epa.gov/otaq/models/analysis/biodsl/p02001.pdf>.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2002b. "Children's Vulnerability to Toxic Substances in the Environment." National Center for Environmental Research, U.S. Environmental Protection Agency. Accessed online 12-28-07 at <http://es.epa.gov/ncer/rfa/archive/grants/02/02kidsvulner.html>.

Walker, Kerr. 1994. Biodiesel from Rapeseed. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*. 155: 43-44.

## **6. Apéndices**

6.1. Apéndice A: Folletos de Información del Proyecto

6.2. Apéndice B: Encuestas para Maquiladoras y Restaurantes

**6.1. APPENDIX A**  
**PROJECT INFORMATION FLYERS**



*Introducing a new community partnership:*  
**Biodiesel Capacity Building and Demonstration Project in  
Ambos Nogales**

We are a group of border community partners who invite you to us to explore and address significant air, water and environmental health problems in Nogales, Sonora and Nogales and Rio Rico, Arizona.



join

*How will we do this?* This project includes several activities that will test and develop local capacity to produce and use biodiesel, an alternative fuel made from waste cooking oil and grease (WCOG), in our border region.

- 1) We will investigate the potential to collect and reclaim WCOG within in our communities. (Some likely sources: restaurants, schools, hotels, cafeterias.)
- 2) We will conduct trial collections of WCOG and trial conversion to biodiesel fuel in a binational small-scale pilot project.
- 3) We will conduct trials and demonstrate this biodiesel fuel in public vehicles in our communities.

*Who is working in this project?*

Our binational project includes private and public sector partners on both sides of the border: Rio Rico Fire District, Bomberos de Nogales (BN), Privados Portátiles SA de CV (PP), Rio Rico Rentals (RRRI), the Southeast Arizona Area Health Education Center (SEAHEC), Instituto Tecnológico de Nogales (ITN), the University of Arizona (UA), Public Safety Association of Santa Cruz County (PSA-SCC), Asociación de Profesionales en Seguridad y Ambiente (APSA), and Arizona Department of Environmental Quality (ADEQ). Students from the SEAHEC Health Careers Clubs of Nogales and Rio Rico High Schools, and students from ITN and UA, will conduct community surveys and support data collection and analysis.

*Does it work?* Yes! Communities in many nations are running school buses and public safety vehicles on WCOG biodiesel. Our student partners have participated in demonstrations making biodiesel from used cooking oil. Tucson organizations such as Greecycle already collect and/or sell WCOG. They support our community-driven project.

*Why use waste oil and grease to make alternative fuel? Don't farmers grow crops like soybeans for biodiesel production?*

The partners in this project are working to identify and test various ways to reduce air and water pollution along the border. This project can offer solutions to both problems. Waste oils and grease that enter our drains can clog sewers. These clogs can cause sanitary sewer overflows and impact the water quality of our watersheds. By collecting and reusing waste oils and grease for the production of biodiesel, we can help maintain the sewer systems and prevent contamination of our watersheds. Diesel vehicle emissions are identified as a major source of high air pollution levels along the border, but biodiesel offers a much cleaner-burning alternative to petroleum diesel.

*How can I get more information?*

Contact: Michael Foster, Project Coordinator, 520-980-1637, [mfooster@rioricofire.org](mailto:mfooster@rioricofire.org)  
Irma Fragoso, Instituto Tecnológico de Nogales, 631-311-1870 x 117, [ifragoso@prodigy.net.mx](mailto:ifragoso@prodigy.net.mx)  
Diane Austin, University of Arizona, 520-626-3879, [daustin@u.arizona.edu](mailto:daustin@u.arizona.edu)



*Presentando una nueva colaboración comunitaria:*  
**Proyecto de Capacitación y Demostración de Biodiesel en  
Ambos Nogales**

Somos un grupo de miembros de la comunidad fronteriza. Les invitamos a colaborar con nosotros para enfrentar algunos problemas ambientales en Nogales, Sonora y Nogales-Río Rico, Arizona.



### **¿Cómo lo haremos?**

El proyecto comprende varias actividades que se enfocaran en evaluar la capacidad local para producir y utilizar biodiesel como combustible alternativo a partir de aceites y grasas residuos en nuestra región fronteriza. Las actividades incluyen:

- 1) Investigar las posibilidades de recolectar el aceite y las grasas residuos en nuestras comunidades.  
(Algunas fuentes probables son: restaurantes, escuelas, hoteles y cafeterías).
- 2) Recoger el aceite y las grasas residuos para convertirlos en biodiesel.
- 2) Probar y mostrar el uso del biodiesel en vehículos públicos en nuestras propias comunidades.

### **¿Quiénes trabajan en este proyecto?**

Este proyecto binacional incluye colaboradores de los sectores privado y público de ambos lados de la frontera tales como: Río Rico Fire District (RRFD), Bomberos de Nogales (BN), Privados Portátiles SA de CV (PP), Río Rico Rentals (RRRI), Southeast Arizona Area Health Education Center (SEAHEC), Instituto Tecnológico de Nogales (ITN), University of Arizona (UA), Sociedad Pública de Seguridad del Condado de Santa Cruz (PSA-SCC), y Sociedad de Seguridad y del Ambiente de la Asociación de Profesionistas (APSA), y el Departamento Ambiental de Arizona (ADEQ). Los estudiantes del Club de Carreras de la Salud de SEAHEC de las Secundarias y Preparatorias de Río Rico y Nogales (High Schools), y los estudiantes del ITN y de la Universidad de Arizona realizarán encuestas para posteriormente efectuar el análisis de los datos.

### **¿De verdad funciona?**

¡Sí! Algunas comunidades en otros países están usando biodiesel producido a partir de aceites y grasas residuos en autobuses escolares y vehículos públicos. Nuestros estudiantes han participado en demostraciones de cómo hacer biodiesel a partir de aceite de cocina usado. Organizaciones en Tucson, como es el caso de Greecycle, ya recogen aceites y grasas residuos y los transforman en biodiesel que posteriormente venden. Estas organizaciones también están apoyando este proyecto.

### **¿Por qué utilizar el aceite y las grasas residuos para hacer un combustible alternativo? ¿Acaso los granjeros de EE.UU. no cosechan ya plantas tales como la soya para producir biodiesel?**

Los colaboradores de este proyecto buscan formas para reducir la contaminación del aire y del agua en esta frontera. Este proyecto puede ayudar a reducir ambos problemas. Aceites y grasas que entran nuestros drenajes pueden resultar en tapones del alcantarillado. Estos tapones pueden resultar en desbordamientos de aguas residuos la cual impactan la calidad de agua de nuestras cuencas. Si recogemos y reciclamos aceites y grasas para la fabricación de biodiesel, podemos mantener los alcantarillados y prevenir la contaminación de nuestras cuencas. La emisión de diesel vehicular es una de las principales fuentes de contaminación atmosférica que padecemos en esta frontera. El biodiesel es también una buena fuente de combustible, sin embargo emite mucho menos contaminantes que el diesel producido a partir del petróleo.

### **¿Cómo puedo obtener más información?**

Usted puede ponerse en contacto con:

Michael Foster, Coordinador del Proyecto, 520-980-1637, [mfoster@rioricofire.org](mailto:mfoster@rioricofire.org)

Irma Fragoso, Instituto Tecnológico de Nogales, 631-311-1870 x 117, [ifragoso@prodigy.net.mx](mailto:ifragoso@prodigy.net.mx)

Diane Austin, Universidad de Arizona, 520-626-3879, [daustin@u.arizona.edu](mailto:daustin@u.arizona.edu)

### **Using Biodiesel: Some Important Information**

**Biodiesel** (BD) is a renewable source of fuel made from vegetable oils, soy oils, animal fats and algae. It can be used in any diesel engine with little to moderate retro-fitting. As a fuel, biodiesel can be used in its pure form, B100 (*the number represents the percent of biodiesel in the fuel blend*), or in distillate blends with diesel fuels, B20, B05. There are several considerations one must make when choosing to convert to biodiesel:

- 1) Biodiesel has corrosive properties greater than regular diesel fuel. This means every hose, gasket, and seal (all rubber parts) which will be in contact with BD needs to be retro-fitted with Viton (the best) or Teflon parts, otherwise, the rubber will erode. This is especially true when using B100. However, there have been mixed results when using B20 blends. Some fleets have experienced major problems with rubber components corroding using B20 blends, others have only experienced this problem using B100, but not when they used B20. A common denominator seems to be the use of substandard rubber components (Nitrile and others) in the engine and fuel system. Contact your engine manufacturer and request a parts list for all rubber components in the engine and fuel system.
- 2) Because of this corrosive nature of BD, refinery tanks, transportation tanks, storage tanks, and gas tanks should be made from aluminum, steel, fluorinated polyethylene, fluorinated polypropylene or Teflon. It is not recommended to use brass, copper, bronze, lead, tin, zinc or any agglomerate of. Since biodiesel is a solvent, it can corrode those materials causing particulates to enter the fuel system and sedimentation on the tank floor. Furthermore, these oxidizing metals can cause the fuel to degrade at a faster rate. Although, this is especially true for B100, the current literature suggests B20 blends have a higher level of compatibility with the above materials. Make sure your BD refiner and distributor are handling and transporting BD according to the American Society for Testing and Materials (ASTM) standards.
- 3) The corrosive properties of BD will clean sedimentation in the fuel system deposited from previous diesel use. This will happen when using either B100 or B20. It is recommended for the first three to six months, to check your fuel filter often during this 'flush' stage.
- 4) At the time of this document, BD (B20 and B100) should not be stored for longer than six months, at which point it begins to degrade.
- 5) The cold flow properties of BD (B100) are much different than regular diesel. Further complicating this are the different base stocks which biodiesel can be made from also have different properties. For example, soy, being the most common base stock, has a cloud point (begins to gel) of 38° F, inedible tallow has a cloud point of 61° F. When selecting a BD fuel, the cold flow properties will be determined by which base stock the fuel is derived from, the type of diesel fuel used (No. 1 or No.2), the fuel blend percentage, any additives added (some which can lower the fuel's cloud point to -20°f) and the extreme winter temperature of the region. Some distributors now sell pre-blended winter fuels so the consumers do not have to worry about blending

themselves, which had resulted in negative and costly outcomes for some fleets. If your distributor is not already pre-blended winter fuels, see if they will blend to your fleet's specific needs.

- 6) The build up of algae can occur within the fuel and tanks causing the fuel system to clog. Although these very same algae exist in regular diesel fuel, the conditions of biodiesel allow for its proliferation. The algae feed at the water-fuel interface. The more water in the fuel, the greater algae growth can be expected. Sources of extra water can come from improper fuel refining, and contamination. This can be avoided by ensuring the biodiesel you purchase from your distributor is up to ASTM6751-03 standards (for pure B100), or ASTM975-04c for biodiesel blends. Another measure to be taken is before the new fuel enters the storage tank, ensure there is no diesel fuel remaining in the tank, and it is completely dry on the inside.

<b>Biodiesel Emission Reductions for B100 and B20</b>				
<b>Alternative fuels</b>	<b>HC</b>	<b>CO</b>	<b>PM</b>	<b>Nox</b>
<i>B20</i>	13%	10%	15%	+2%
<i>B100</i>	65%	45%	45%	+5%

(<http://www.cleanair.org/dieseldifference/fuels/index.html>;

<http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39451.pdf>; Meeting notes, 5-22-06 & 6-08-06)

**6.2. APPENDIX B**  
**SURVEYS FOR MAQUILADORAS AND RESTAURANTS**

**Encuesta Aceites y Grasas para Maquiladoras  
Programa Frontera 2012  
Proyecto de Biodiesel**

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Código de la empresa:** \_\_\_\_\_

**Iniciales del encuestador:** \_\_\_\_\_

Hola, somos estudiantes del Instituto Tecnológico de Nogales y estamos trabajando en conjunto con la Universidad de Arizona en un proyecto de elaboración de biodiesel. Este se produce en base a grasas y aceites residuos. Esta información es confidencial y para uso exclusivo de la investigación. ¿Podría respondernos algunas preguntas?

**1. ¿Fríe algún alimento?**

- a) Si    b) No    c) No sabe    d) No respondió

Si responde que si:

**2. El aceite que utiliza ¿Es de origen vegetal o animal?**

- a) Vegetal    b) Animal    c) No sabe    d) No respondió

**3. ¿A qué temperatura utiliza el freidor?**

**4. ¿Por cuántos días usa este aceite antes de reemplazarlo?**

**5. ¿Qué cantidad de aceite desecha a la semana? (en litros)**

**6. ¿Qué hace con el aceite y grasa que desecha?**

- a) ¿Lo tiene almacenado?  
b) ¿Lo recolecta alguna empresa?  
c) ¿Lo tira?  
d) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

Si la respuesta es:

- a) Pase a 7 y 8 (continúe en pregunta #13)  
b) Pase a 9 y 10 (continúe en pregunta #13)  
c) Pase a 11 y 12 (continúe en pregunta #13)

Si lo almacenan:

**7. ¿Esta el aceite al aire libre?**

- a) Tapado   b) Destapado   c) No sabe   d) No respondió

**8. ¿Por cuántos días pueden guardar el aceite y grasa antes de que el contenedor se llene?**

- a) No sabe   b) No respondió

Si hay alguna empresa que recolecte el aceite:

**9. ¿Cuál es el nombre de la empresa?**

- a) No sabe   b) No respondió

**10. ¿Que tan frecuente es el servicio? (en días)**

- a) No sabe   b) No respondió

Si el usuario lo tira:

**11. Lo tira a:**

- a) ¿La basura?   b) ¿Al drenaje?   c) No sabe   d) No respondió

Si el usuario lo tira a la basura

**12. ¿En que tipo de contenedor tira el aceite?**

**13. En esta empresa, ¿Tienen trampa de grasa que recolecte las aguas residuos de la cocina?**

- a) Si   b) No   c) No sabe   d) No respondió

Si tienen trampa de grasa:

**14. ¿Hay alguna empresa que le de servicio de limpieza?**

- a) Si   b) No   c) No sabe   d) No respondió

Si hay servicio:

**15. Nombre de la empresa que proporciona el servicio.**

- a) No sabe   b) No respondió

**16. ¿Cada cuantos días se le da servicio a la trampa de grasa?**

- a) No sabe    b) No respondió

**17. ¿Cómo compara la cantidad de aceite y grasa que están desechando este año con el de años anteriores?**

- a) Es más    b) Menos    c) Igual    d) No sabe    e) No respondió

**18. ¿Hay variación entre temporadas?**

- a) Si    b) No    c) No sabe    d) No respondió

¿Porque?\_\_\_\_\_

**19. ¿Tiene algún equipo o maquinaria que trabaje con diesel?**

- a) Si    b) No    c) No sabe    d) No respondió

¿Cuál es el equipo?\_\_\_\_\_

**20. ¿Usted utiliza glicerina? O ¿Conoce de alguien que utilice glicerina?**

- a) Si    b) No    c) No sabe    d) No respondió

**21. ¿Es posible que donara el aceite y grasa que desecha, para que sean reciclados?**

- a) Si    b) No    c) No sabe    d) No respondió

**22. ¿Podría llevarlo a un centro de acopio?**

- a) Si    b) No    c) No sabe    d) No respondió

**Comentarios:**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Encuesta para Restaurantes en Nogales, Sonora

Numero del Restaurante (ver la lista de contactos):

Nombre de la persona del equipo que hizo esta encuesta:

Fecha:

Hola, me llamo ----- . Soy estudiante de la Universidad de Arizona (o ITN), estoy trabajando en conjunto con el Instituto Tecnológico de Nogales (o la Universidad de Arizona). Estamos haciendo investigaciones para aprender como mejorar la calidad del aire en Nogales. Uno de nuestros proyectos es una investigación para ver la posibilidad de hacer biodiesel, un combustible alternativo, de grasas y aceites deshechas. Otros son relacionados a la quema de leña y el reciclaje. Su participación es opcional, y la información que ud. nos da no será conectado con su nombre o negocio en ningún reporte. ¿Está usted dispuesto(a) a contestar algunas preguntas para ayudarnos con nuestras investigaciones?

1. ¿Por cuánto tiempo han tenido ustedes este restaurante? \_\_\_\_\_

2. ¿Qué tipos de combustible usa ud. para cocinar?

Leña ___sí ___no	Gas ___sí ___no	Estufa electrica ___sí ___no	Otro: _____
(para...) ___asador/parrilla ___estufa/horno de leña ___otro Cantidad? _____	Tamaño de tanque: _____  Frecuencia de cambiarlo: _____	n/a	

3. ¿Fríe ud. algo? \_\_\_sí \_\_\_\_\_no (continua a 22)

4. ¿Qué tipos de comida fríe ud.? \_\_\_\_\_

5. ¿Tiene ud. un freidor? \_\_\_sí \_\_\_\_\_no (continua a 8)

6. ¿Cuántos días por semana usa ud. el freidor? \_\_\_\_\_ días

7. ¿Con cuántos litros se llena su freidor? Con \_\_\_\_\_ litros.

8. ¿Cuántos litros de aceite o kilos de manteca usa ud. por semana?

\_\_\_\_\_ litros o \_\_\_\_\_ kilos

9. ¿Con qué frecuencia sustituye ud. el aceite o manteca usada?

\_\_\_\_\_ veces por: \_\_\_semana \_\_\_mes \_\_\_año

10. ¿Con qué frecuencia compra ud. aceite o grasa?

\_\_\_\_\_ veces por: \_\_\_ semana \_\_\_mes

11. ¿Cuántos litros de aceite o grasa desecha produce ud. por mes? \_\_\_\_\_litros

12. ¿En cuáles meses produce ud. lo más? \_\_\_\_\_

13. ¿Produce ud. más, menos, o la misma cantidad ahora que en otros años?

\_\_\_más \_\_\_menos \_\_\_la misma

14. ¿Usa ud. un contenedor para el aceite y grasas que desecha? \_\_\_sí \_\_\_no (continua a 16)

15. ¿Qué tipo? \_\_\_\_\_

16. ¿Qué hace ud. con el aceite y grasas que desecha?

(check si sí)	¿Qué hace?	¿Dónde?	¿(A) Quién?	Precio por mes
	echarlo el el drenaje	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	echarlo en la basura	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	pagar alguien para recolectarlo	XXXXXXXXXX		
	darlo a alguien que lo recolecta	XXXXXXXXXX		XXXXXXXX
	venderlo a alguien que lo recolecta	XXXXXXXXXX		
	llevarlo a un lugar para venderlo a alguien			
	llevarlo a un lugar para donarlo a alguien			XXXXXXXX
	Otro:			

17. ¿Hay una posibilidad que ud. pueda donar sus aceites y grasas desechas para un proyecto que los convertiría a biodiesel?

\_\_\_sí \_\_\_tal vez \_\_\_no (si no, continua a 22)

18. ¿Seria ud. dispuesto(a) a llevarlo a un lugar central? \_\_\_sí \_\_\_no

19. ¿Seria usted dispuesto(a) donarlo si alguien lo recolectara? \_\_\_sí \_\_\_no (si no, continua a 22)

20. ¿Por cuántos días puede ud. guardar el aceite o grasa en su propiedad? (Puede distinguir entre el verano y invierno, o decir en general.)

\_\_\_(en el verano) y \_\_\_(en el invierno) o \_\_\_(en general)

21. ¿Cuántos litros acumularía en ese tiempo?

\_\_\_litros (verano) \_\_\_litros (invierno) \_\_\_litros (general)

Ya terminan las preguntas sobre el aceite, y la encuesta continua con preguntas sobre la recolección de basura....

22. ¿Usa ud. un servicio de recolección de basura (para el resto de su basura)?

\_\_\_sí ( \_\_\_GEN \_\_\_el servicio publico \_\_\_Otro\_\_\_\_\_)

\_\_\_no (continua a 33)

23.¿Tiene usted algun problema con la recolección de basura?

(comentarios) : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

24. ¿Con qué frecuencia pasan los camiones de basura?

\_\_\_más que una vez por semana \_\_\_una vez por semana

\_\_\_menos que una vez por semana \_\_\_todos los días (continua a 27)

25. ¿Hay días específicos cuando deben pasar los camiones? \_\_\_sí \_\_\_no

¿Cuáles?\_\_\_\_\_

26. ¿Tiene que estar presente cuándo pasa el camión o deja la basura afuera?

\_\_\_Si ? tengo que estar presente

\_\_\_No ? no tengo que estar presente

27. ¿Hay algunos materiales que ud. separa del resto? ¿Cuáles? Y ¿Qué hace con ellos?

	Separa?	¿Y qué hace?
Comida desecha		
Carton		
Vidrio		
Plástico		
Latas		
Otro _____		

28. ¿Ha tenido que quemar su basura alguna vez? \_\_\_sí \_\_\_no

Ya han terminado todas las preguntas...

29. ¿Tiene ud. algunos otros comentarios, o tiene preguntas para mi?

Mientras trabajando en los proyectos de biodiesel y el reciclaje, nos gustaría estar en contacto con su restaurante para compartir información.

¿Reciben uds. información de la CONIRAC? (CANIRAC?) (restaurant association) \_\_\_sí \_\_\_no

¿Está bien escribir su nombre como contacto?

\_\_\_sí (escribe el nombre y teléfono en la lista de contactos)

\_\_\_no: ¿Hay otro nombre que debo poner? (si sí, escribe en la lista)

¿Es ud. Proprietario/gerente/empleador del restaurante? \_\_\_\_\_

Muchas gracias por su tiempo.

¿Quiere ud. recibir una copia de los resultados de la investigación? \_\_\_sí \_\_\_no

## Interviews for Local Restaurants and Food Services: Arizona

Number of Restaurant:

Interviewer:

Date:

*Hello, my name is \_\_\_\_\_. I am a student at the University of Arizona. This year we are working with a group of government representatives, university and college faculty and students, and community leaders on an exciting binational project. The purpose of the overall project is to develop the capacity for the production and use of biodiesel in Ambos Nogales (Nogales, Sonora and Nogales and Rio Rico, AZ). Biodiesel is an alternative fuel that can be made from crops such as soybeans or from the conversion of waste vegetable oil and grease. For this project, we are helping to gather and map data on local producers of waste cooking oil and grease in our border communities. Would you be willing to answer a few questions? [If no, thank the person for his/her time and ask if you can come back another time. Write the name of this restaurant and its location on your contact information sheet. If yes, share information from Subjects Disclaimer Form and then start with question #1.]*

1. Do you fry anything?

*[If no, thank the person for his/her time and ask if he/she is aware of any other restaurant or food service that produces waste vegetable oil. Write the name of this restaurant and its location on your contact information sheet. Write the name of other restaurants here.]*

If yes, what do you fry?

2. How often do you fry those foods?

3. How much cooking oil or grease do you use per week?

4. How often do you replace your used oil? What size is your fryer?

5. How often do you buy cooking oil or grease?

6. How much waste cooking oil or grease do you produce in a month?

7.- How does the amount of waste oil and grease that you are disposing of this year compare to previous years? Is it more, less, or equal?

8.- If it is more or less, what is the reason, in your opinion?

9.- How does the amount of waste oil and grease that you are disposing of this month compare to other months? Is it more, less, or equal?

10.If it is more or less than in other months:

- a. In which months do you dispose of the most oil and grease?
- b. In which months do you dispose of the least oil and grease?

11. What type of container do you use for your waste oil and grease now?

12. What do you do with your waste oil or grease?

13.a. If the response is...**pay someone to collect it...**

How much do you pay for waste oil or grease collection each month?

b. If the response is...**sell it to someone...**

What is the price you receive for waste oil or grease (per gallon or per month)?

c. If the response is...**pour it down the drain or put it in the trash**, just continue to #14.

14. Is there a possibility you could donate your waste oil or grease to a project that would convert it to biodiesel, an alternative fuel for diesel engines?

15.a. If the response is...**no...**

**Thank you very much for your time. Would you like to receive a copy of the results of our study?**

b. If the response is ....**yes or maybe...**

How long can you store the oil or grease on your property? About how much would you produce in that amount of time?

Would you be willing/able to take it to a central collection place?

Do you have anything else you would like to say?

Can I list your name as a contact person? (**write name on contact sheet**)

If **no**, whose name should I list? (**write name on contact sheet**)

**Thank you very much for your time. Would you like to receive a copy of the results of our study?**