CAPÍTULO IX

PERSPECTIVA DEL USO DE BIODIÉSEL DE LOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS EN LA COMUNIDAD EL CARRIZO, SINALOA, MÉXICO

Susana Gaspar-Cota

Estudiante de Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. México. Correo electrónico: susana_gasparcota@hotmail.com.

Rey David Ruelas-Ayala

Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Profesor del Depto. De Ingenierías y tecnologías de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. México. Correo electrónico: myrey70@hotmail.com.

Claudia Selene Castro Estrada

Doctor en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales, Profesor del Programa de Maestría y Doctorado en Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. México. Correo electrónico: klaudy_00@hotmail.com.

Jesús Ramón Rodríguez Apodaca

Doctor en Ciencias en el área de Síntesis Orgánica, Coordinador Académico del Programa de Maestría y Doctorado en Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. México. Correo electrónico: jramon@uaim.edu.mx.

Jaime Alberto Félix-Herrán

Doctor en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales, Profesor del Programa de Maestría y Doctorado en Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. México. Correo electrónico: jfelixherran@yahoo.com.mx.

Resumen

El Valle del Carrizo está ubicado en el Municipio de Ahome, Sinaloa, México. Actualmente el 90% de la actividad económica del Valle es del sector agrícola. Cada ciclo agrícola aumenta el costo de producción, uno de los principales factores es el costo del combustible (diésel), por lo que una alternativa es el uso de mezclas de diésel fósil con biodiesel, un biocombustible que se obtiene a partir del reciclaje de aceites vegetales usados, en otros países de América y Europa está muy generalizado el uso de diésel fósil mezclado con biodiesel, pero en México aún no hay reglamentos que lo promuevan. El objetivo del estudio fue identificar la perspectiva del uso de biodiésel de los productores

agricolas en la comunidad de El Carrizo, Ahome, Sinaloa, para lo cual se realizó una entrevista-encuesta a los agricultores registrados con permiso de siembra ante Sanidad Vegetal, encontrando que la mayoría a escuchado sobre este biocombustible, pero tiene desconfianza en usarlo en su maquinaria por temor a que pueda dañarla. Se observó que el único interés que tienen los agricultores en el cambio de diésel a biodiesel es por obtener combustible mucho más barato; muy pocos están interesados en cuidar el medio ambiente, disminuyendo las emisiones de CO₂ y reducir la contaminación de suelos y agua.

Palabras Clave: biocombustibles, biodiésel, productores agrícolas, sustentabilidad.

PERSPECTIVE OF THE USE OF BIODIESEL OF THE AGRICULTURAL PRODUCERS IN THE COMMUNITY EL CARRIZO, SINALOA, MÉXICO

Abstract

The Valle del Carrizo is located in the Municipality of Ahome, Sinaloa, Mexico. Currently, 90% of the economic activity in the Valley is in the agricultural sector. Each agricultural cycle increases the cost of production per hectare, one of the main factors is the cost of fuel (diesel), so an alternative is the use of mixtures of fossil diesel with biodiesel, a biofuel that is obtained from recycling of used vegetable oils, in other countries in America and Europe the use of fossil diesel mixed with biodiesel is very widespread, but in Mexico there are still no regulations that promote it. The aim of this study was to identify the perspective of the use of biodiesel by the agricultural producers from the community of El Carrizo, Ahome, Sinaloa, for which an interview-survey was carried out to registered farmers with planting permission before Plant Health, finding that most of them have heard about this biofuel, but have mistrust in using it in their machinery for fear that I can damage it. It was observed that the only interest that farmers have in the change from diesel to biodiesel is to obtain much cheaper fuel; very few are interested in taking care of the environment, reducing CO₂ emissions and reducing the pollution of soil and water.

Keywords: agricultural producers, biodiesel, biofuels, sustainability.

Capítulo resultado de proyecto de investigación culminado.

Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. México.

Introducción

La agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, son responsables de aproximadamente un cuarto ($\sim 10 - 12 \text{ GtCO}_2 \text{ eq año}^{-1}$) de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénico, principalmente por la deforestación y las emisiones agrícolas del ganado, suelo y manejo de nutrimentos (Smith *et al.*, 2014). Los principales GEI son el CO_2 , CH_4 , N_2O y el vapor de agua; se ha estimado que la actividad agrícola emite aproximadamente 25% del CO_2 , 55 – 60% de CH_4 y 65 – 80% de N_2O (Saynes Santillán *et al.*, 2016). Si bien es cierto, de manera natural, existen modificaciones en los patrones del clima, también hay contribución por parte del efecto invernadero para el cambio climático (Tommasino *et al.*, 2005).

Por lo anterior, fue necesario implementar una estrategia que ayudará a reducir las emisiones de GEI, estas estrategias se plasmaron en el Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable o Agenda 21, suscrito durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, y México estableció una política de estado que contempla la incorporación de energías limpias y renovables (biocombustibles), así como el reemplazo de combustibles fósiles (SEMARNAT, 2009). Los biocombustibles se refieren a todos los energéticos secundarios que son producidos a partir de una biomasa, pueden ser sólidos (carbón vegetal, celulosa), líquidos (biodiésel y bioetanol) y gaseosos (biogás y bio-hidrógeno), estos combustibles no fósiles se emplean para la generación de calor, electricidad y para la generación de energía motriz (Gay y García y Cos-Gutiérrez 2014).

El biodiésel, se produce a partir de los aceites vegetales vírgenes o usados, por medio de una reacción conocida como transesterificación de los ácidos grasos, mediante la reacción del aceite usado con alcohol metílico e hidróxido de sodio, de este proceso se obtiene el biodiesel y glicerina (Echeverría-Vizcaya *et al.*, 2013). El Biodiésel se puede utilizar como aditivo en motores de combustión interna en forma de mezcla que

contenga el 20% (B20) o el 50% (B50) de biodiésel, o bien directo que contenga el 100% de biodiésel (B100), la ventaja medioambiental del uso de biocombustibles es que su combustión emite menor cantidad de gases de efecto invernadero, en particular el CO₂, esto debido a que la combustión es completa (García-Díaz *et al.*, 2013).

En países como Estados Unidos, Brasil, Austria, Republica Checa, Inglaterra, Bélgica, entre otros, el uso de biodiesel es obligatorio, a través de una ley o mandato que obliga a los usuarios a mezclar el diésel fósil con biodiesel, esto busca reducir la emisión de GEI principalmente CO₂ y partículas menores a 5 mm, (USDA, 2018a; USDA, 2018b; USDA, 2018c), además contribuye a reducir los costos de producción (FIRA, 2019). Otro aspecto importante, es que el uso de biocombustibles reduciría la presión sobre los hidrocarburos, que se han venido explotando indiscriminadamente, y cuyas reservas de hidrocarburos para el 1 de enero de 2009, ascendían a 14 mil 308 millones barriles de petróleo crudo equivalente (MMbpce); para el 1 de enero de 2015, se redujeron a 13,017 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (MMbpce); en cuanto a la producción de diésel en 2014 la producción anual fue de 286.6 miles de barriles día⁻¹, mientras que en el 2018 bajo a 116.8 miles de barriles día⁻¹ (PEMEX, 2019).

Por lo antes mencionado, el objetivo del presente estudio fue identificar la perspectiva del uso de biodiésel de los productores agrícolas en la comunidad de El Carrizo, Ahome, Sinaloa.

Fundamentación teórica.

A partir de la revolución Verde que inició con el Dr. Norman Borlaug en 1943, la agricultura en Sinaloa se tecnificó, y los cultivos se hicieron intensivos, los principales cultivos de baja densidad económica son maíz, frijol, trigo, y la papa se considera de alta densidad económica, con esto comenzó el desarrollo de semillas híbridas que auguraban un mayor rendimiento a los productores agrícolas, pero al intensificarse los cultivos también aumento el costo de producción. (Tabla 1).

Tabla 1. Costo de producción ha⁻¹ de cultivo de frijol, maíz, trigo y papa para el Valle de El Carrizo para los ciclos agrícolas 2000 – 2001, 2010 – 2011 y 2015 – 2016.

Cultivo	2000-2001	2010-2011	Incremento 2000-2010	%	2015 – 2016	Incremento 2010-2015	%
Frijol	7048.92	16840.41	9791.49	138.907	22544.72	5704.31	33.872
Maíz	8663.19	20635.26	11972.07	138.194	29839.86	9204.6	44.606
Trigo	6162.02	14576.21	8414.19	136.549	17481.73	2905.52	19.933
Papa	44932.41	71876.40	26943.99	59.965	83564.74	11688.34	16.261

Fuente: Estadísticas del Distrito de Desarrollo Rural Los Mochis de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

De la Tabla anterior podemos resaltar que del 2000 al 2010 el incremento promedio en el costo de producción ha⁻¹ en los cultivos de baja densidad económica ha sido de \$10059.25 pesos, es decir, el 137.88% en diez años; mientras que para el cultivo de la papa el incremento ha sido de \$26943.99 pesos, es decir, el 59.96%. Para los siguientes cinco años, el incremento promedio ascendió \$17814.43 pesos, es decir, 32.80% para los cultivos de baja densidad económica; mientras que el incremento para el cultivo de la papa fue de \$11688.34 pesos, es decir, 16.26%. El incremento en el costo de producción dificulta que la actividad agrícola sea sustentable, de ahí que una alternativa viable sería el uso de biocombustibles como el biodiésel.

Como se mencionó anteriormente, el biodiésel se puede producir a partir de aceites usados, por lo que la materia prima es menos costosa que utilizar aceite virgen y también se evita la contaminación del medio ambiente, ya que generalmente éstos aceites usados, se tiran a las redes de drenaje, sin efectuarles ningún tratamiento previo, siendo su destino final los ríos o mares a donde se descargan los sistemas de drenaje, con la consiguiente contaminación indeseable. Ante esto, la falta de información sobre los beneficios del uso de biocombustibles por parte de los productores agrícolas, ha conllevado a que su aceptación no sea tan generalizada por tal motivo es necesario encaminar trabajos para conocer la percepción que tienen los agricultores hacia el uso del biodiésel.

Metodología

La presente investigación de tipo cualitativa se realizó en la Sindicatura Villa Gustavo Díaz Ordaz también conocida como Valle de El Carrizo, Municipio de Ahome, en el Estado de Sinaloa, se localiza en las coordenadas geográficas 26° 05' y 26° 22' latitud norte y 108° 53' y 109° 00' longitud oeste, con una altitud de 6 msnm. Está conformado por 16 comunidades y su principal actividad económica es la agricultura con una superficie de siembra aproximada de 42578 ha, cuyos suelos son aptos para la siembra de frijol, maíz, trigo, papa, entre otros (INEGI, 2017).

La población de interés fueron los agricultores del Valle de El Carrizo, el instrumento que se utilizó fue una encuesta-entrevista. De acuerdo al padrón de agricultores registrados en el Módulo de Sanidad Vegetal, el Valle de El Carrizo cuenta con 2148 productores agrícolas, para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para muestreo cualitativo considerando varianza máxima (Castillo-Márquez, 2005):

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha/2}^2 \cdot (0.25)}{N \cdot d^2 + Z_{\alpha/2}^2 \cdot (0.25)}$$

Con una confiabilidad del 95% y una precisión de 10%, considerando el número de agricultores registrados se obtuvo un tamaño de muestra de 92 ejidatarios a encuestar.

Resultados

Al iniciar la encuesta se le pregunto a los productores su grado académico, del total el 15% tiene certificado de primaria, el 20% certificado de secundaria, el 29% tiene certificado de Bachillerato, el 36% tiene grado de licenciatura.

A continuación, se les realizaron una serie de preguntas encaminadas a conocer la percepción de los productores sobre el Biodiésel, a partir de las encuestas se obtuvieron los siguientes resultados: las primeras tres preguntas buscaban conocer el tipo de

combustible utilizado, la frecuencia con la que productor utiliza el combustible y el volumen promedio (L) utilizado. Del total de productores el 2% utiliza gas y el 98% diésel fósil; la frecuencia con la que el productor utiliza el combustible, 7% cada tres días, 8% cada dos días, 13% dos veces por semana, 13% respondió de forma diferente a las opciones propuestas, el 59% respondió que lo utiliza a diario; de ahí se realizó una pregunta sobre el volumen promedio (L) utilizado, el 1% utiliza 500 L, el 2% utiliza 600 L, 4% utiliza 300 L, 6% utiliza 400 L, el 6% de los encuestados no supo el volumen utilizado, el 18% entre 20 – 90 L, el 23% respondió 200 L y el 40% entre 91 – 100 L.

Las siguientes preguntas buscaban conocer si el productor había oído hablar sobre el biodiésel, saber la opinión del productor sobre el uso de biodiesel obtenido a partir de aceite reciclado de fritura, saber si el productor estaría dispuesto a utilizarlo en su maquinaria, y por último se buscaba conocer los factores que harían que el productor utilizará el biodiesel en su maquinaria. Del total el 41% respondió que no habían oído hablar sobre el Biodiésel, mientras que el 59% respondió afirmativamente; del total el 7% respondió no saber o mostró indiferencia al cuestionar al productor sobre su opinión sobre el uso del biodiésel, el 93% respondió de forma favorable sobre su uso; en relación a la pregunta sobre si el productor estaría dispuesto a utilizar el biodiesel en su equipo, el 19% se mostró en desacuerdo sobre su uso, el 32% se mostró parcialmente en acuerdo y el 49% totalmente de acuerdo; en cuanto a los factores que podrían determinar el uso del biocombustible, el 1% respondió que, por experiencias positivas en otros países, el 1% respondió que, por reactivación productiva del sector agrícola, el 27% respondió que, porque contaminan menos, el 71% respondió que lo utilizarían por su menor costo.

A continuación, se realizó una pregunta, para conocer el precio máximo que el productor estaría dispuesto a pagar por L de biodiésel, el 2% respondió que entre \$12 – 13 pesos, el 5% respondió que entre \$13 – 14 pesos, el 14% respondió que entre \$11 – 12 pesos, mientras que el 79% respondió que estaría dispuesto a pagar entre \$10 – 11 pesos.

La última pregunta iba encaminada a conocer la proporción de productores que utilizarían una muestra gratis de biodiésel, del total el 9% respondió que no la utilizarían, el 40% respondió que probablemente no la utilizarían, mientras que el 51% de los encuestados respondió que si la utilizarían.

Discusión

Al relacionar la superficie sembrada por los productores con el gasto promedio de combustible, basándose en el registro de Sanidad Vegetal en el Valle de El Carrizo, en promedio se utilizan aproximadamente 33.33 L ha⁻¹, en el año 2016, el costo de producir un litro de biodiesel se reportaba en \$13.72 pesos, por lo que el costo por usar el biodiesel sería de \$457.3 pesos; el costo de 1 L de diésel para febrero de 2019 es de \$20.74 pesos, por lo que el costo sería de \$690.6 pesos (Riegelhaupt *et al.*, 2017). El uso de biocombustibles contribuiría a encaminar la actividad agrícola a la sustentabilidad, porque además de reducir el uso de diésel fósil, también se reduciría la emisión de GEI, principalmente CO₂, esto porque la combustión del biodiésel es completa (Espejo-Marín *et al.*, 2016).

En relación a la pregunta, sobre si el productor estaría dispuesto a utilizar el biodiésel en su maquinaria, como se pudo observar en los resultados aproximadamente la mitad de los encuestados respondió de forma desfavorable, por lo que sería deseable considerar estrategias que permitan sensibilizar a los productores sobre los beneficios de utilizar biocombustibles, y sobre los impactos de la combustión de combustibles fósiles en el ambiente. Zhang *et al.* (2016), menciona que las propiedades del biodiésel dependen en gran medida del material original del cual se producen; por lo que es necesario conocer las especificaciones para asegurar el buen desempeño del motor, el biodiésel debe cumplir las características fisicoquímicas dentro de las normas UNE EN 14214 y la ASTM D6751 (SENER, 2016). Aunque como se mencionó anteriormente, el uso más común del biodiesel es mezclado con diésel fósil, la mezcla más usual es B20 (20% de biodiésel y 80% diésel), aunque algunos países han usado mezclas con mayores proporciones como la B30, e incluso se puede utilizar en forma pura B100 (Haupt *et al.*, 2010).

En México, aún se carece de mandatos que establezcan objetivos de producción de biodiesel o de obligación de mezclado (SENER, 2016). Como experiencias positivas sobre el uso de biocombustibles en el mundo tenemos a Estados Unidos y Brasil, que en el 2015 fueron los principales productores de biocombustibles (bioetanol y biodiesel) a nivel mundial (Espejo-Marín *et al.*, 2016). Estados Unidos es el principal productor de biodiesel a nivel mundial, en el 2018 se produjeron 13 730 millones de L, para su

producción se utiliza aceite vegetal usado y aceite de palma, en el paquete de energía y cambio climático (CCP por sus siglas en inglés) y la directiva de calidad del combustible (FQD), incluyen las metas “20/20/20” para el 2020, que estipula un mandato de mezclado de 10%, con esta medida USA estimo para el 2018, el ahorro en emisión de GEI en promedio fue de 55% (USDA, 2018a).

Brazil es también uno de los principales productores de biodiesel, en el 2018 se produjeron 30.755 billones de L, en Brazil se maneja una obligación de mezclado del 8%, con esta medida se estima que para el 2025 se reduzca la emisión de GEI en 37% y para el 2030 se reduzca al 43% (USDA, 2018b).

En países de la Unión Europea se han venido utilizando diferentes combinaciones de biodiesel – bioetanol, con el objetivo de alcanzar la sustentabilidad, por ejemplo, en Bélgica se utiliza la mezcla E14.5 (6% biodiesel – 8.5% bioetanol) desde 2017, en Austria se utiliza la mezcla E9.7 (6.3% biodiesel – 3.4% bioetanol) desde 2012, en Republica Checa se maneja una combinación E10.1 (6% biodiesel – 4.1% bioetanol) se espera que para el 2020 se reduzca la emisión total de GEI en 6%, esto solo por mencionar algunos casos (USDA, 2018c).

En México se han impulsado políticas para fomentar la producción de biocombustibles, se ha apoyado a proyectos para siembra de palma de aceite en Campeche (2640 ha), con lo que se produjeron 49200 L de biodiesel en 2010; la CONAFOR apoyo de 2007 a 2010 para la siembra de *Jatropha* (8113 ha) para producir 2.4 millones de L; también hay reportes de empresas productoras de biodiesel a partir de aceite reciclado y cultivos bioenergéticos, pero los volúmenes obtenidos son reducidos y su producción es para autoconsumo, con el fin de alcanzar la clasificación de empresa socialmente responsable (SENER, 2016).

Por lo que es necesario el desarrollo de normas que garanticen la calidad del biodiesel y su comercialización, como la norma española UNE EN 14214:2013 V2+A1:2018, que regula la calidad de productos petrolíferos líquidos, ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) para motores diésel y equipos de calefacción, así como sus requisitos y métodos de ensayo (UNE, 2019a); la norma ASTM D6751 – 18, que estipula los

estándares y especificaciones para las mezclas de biodiesel a partir de un stock (B100); la norma europea para combustibles UNE-EN 590:2014 incorpora los requisitos para combustibles empleados en motores diésel (UNE, 2019b).

La finalidad del uso de los biocombustibles, es lograr la independencia del uso de combustibles fósiles por parte de los agricultores, lo que implicaría a largo plazo un desarrollo sostenible de la agricultura, si nos basamos en el concepto de desarrollo sostenible propuesto en el informe “Nuestro futuro común” de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo, encabezado por la Dra. Gro Harlem Brundtland en 1987, el desarrollo sostenible (DS) sería aquel “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987).

El concepto de DS es muy general, pero implica que debemos hacer un uso racional de los recursos naturales y a pensar en los límites del crecimiento económico, es decir los recursos que durante muchos años se consideraron infinitos, realmente son finitos, en la agricultura por ejemplo, los sistemas de producción convencional utilizan maquinaria pesada para realizar las labores del campo que a menudo el laboreo es intensivo, así como el uso de productos químicos para el manejo y control de insectos plaga, los cuales provocan deterioro ambiental, pérdida de biodiversidad biológica y han producido efectos indeseables en la salud humana (Salgado-Sánchez, 2015).

Otros aspectos importantes son la responsabilidad ética, en cuanto al manejo del recurso (Graterol-Casilla *et al.*, 2018), la internacionalización de las externalidades, la planificación del aprovechamiento de los recursos naturales, esto facilitaría la comprensión de la importancia de los recursos, y aumentaría la conciencia sobre su abundancia, que en un inicio se pensaba era infinita, pero la realidad es que los recursos se están demeritando en calidad y se reduce su abundancia año con año (Tommasino *et al.*, 2005; Barbera-Alvarado *et al.*, 2018).

Como mencionan Altieri y Nicholls (2000), el enfoque dado a los sistemas de producción convencional no ha tomado en cuenta la enorme variación ecológica, es decir, se ha considerado que todos los sistemas son homogéneos cuando por el contrario

son heterogéneos, esto ha dificultado su adaptabilidad a todas las regiones; por otro lado, tampoco se han considerado las presiones de la población, sobre todo por la demanda de alimentos de calidad y el desabasto en algunas regiones; en cuanto a las relaciones económicas y las organizaciones sociales regionales, los cambios tecnológicos han beneficiado principalmente la producción de bienes agrícolas de exportación y comerciales, los cuales son generados por los grandes productores, lo que impacta de forma negativa a los pequeños productores, también es importante considerar que América Latina se ha convertido en un importador neto de insumos químicos y maquinaria agrícola, lo que aumenta sustancialmente los costos de producción y por otro lado vuelve dependientes a los productores.

Esto se puede observar en el Valle de El Carrizo y en general en la región norte del estado, los productores son dependientes de semilla y agroquímicos, y los que no cuentan con maquinaria propia tienen que rentarla, por lo que los costos de producción han ido en aumento, por ejemplo, en el ciclo primavera-verano 2014 – 2015 en maíz el costo de producción ha⁻¹ fue de \$28,763 pesos a \$32,576 pesos para el ciclo 2019 (FIRA, 2019).

De acuerdo con Tommasino *et al.* (2005), el ser humano se relaciona con la naturaleza de una forma contradictoria, por un lado, destruyendo para sobrevivir, por otro reproduciendo o garantizando la reproducción de ser vivos (agricultura, ganadería, zonas de prohibición de caza-pesca, entre otros), también con el propósito de mejorar la calidad de vida. Esto ha tenido un fuerte impacto en el ecosistema, provocando un deterioro, manifestado como deforestación, erosión, salinización, extinción de especies, reducción de la fertilidad del suelo (Carabias-Lillo, 2000).

Conclusiones

De acuerdo a los planteamientos realizados en el estudio se llegó a la conclusión que es necesario implementar sistemas de producción holísticos en la región, Valle de El Carrizo que contemplen la incorporación de materia orgánica al suelo, planteando estrategias para el manejo integral de plagas y enfermedades. Como en algunos lugares donde se han desarrollado proyectos de desarrollo rural alternativos, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los pobladores, pero sin provocar el deterioro de los

recursos naturales (Carabias-Lillo, 2000), en el sur de Sinaloa se desarrollaron proyectos agrosilvopastoriles en 1999, como un proyecto de INIFAP y la Universidad Autónoma Chapingo, el proyecto se desarrolló en el ejido El Huajote, con la finalidad de rehabilitar suelos degradados e introducir sistemas holísticos de producción agrícola, pecuaria y forestal (Martínez *et al.*, 1999).

Otro aspecto importante es la sensibilización de los productores agrícolas sobre temas como el Calentamiento Global, Gases de Efecto Invernadero, Sustentabilidad, Biocombustibles; esto considero que ayudaría a mejorar su percepción sobre la producción y uso de biodiesel, lo que contribuiría a reducir la emisión de GEI y esto reduciría en gran medida la contaminación del Valle, además como se mencionó anteriormente ayudaría a reducir costos de producción y ayudaría a encaminar la actividad agrícola a la sustentabilidad.

Agradecimientos

Al Lic. José Luis Félix Mendivil, por su invaluable apoyo y atención para las estimaciones de costos de producción en el Valle de El Carrizo.

Referencias bibliográficas.

- Altieri, M. & Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. 1^{era} edición, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F., México. 43 p.
- Barbera-Alvarado, N., Payares-Loyo, L. C., Camejo-López, L. H., & Chirinos-Araque, Y.D. (2018). *Matrices de la planificación del desarrollo sostenible desde la complejidad*. 94 – 113 pp. En: Tendencias en Investigación Universitaria Una visión desde Latinoamérica, Volumen II. Venezuela. Fondo editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.

- Brundtland, G. (Ed.) (1987). *Our common future: The World Commission on Environment and Development*. Oxford, Oxford University Press.
- Carabias-Lillo, J. (2000). *Conservación de los ecosistemas y el desarrollo rural sustentable en américa latina: condiciones, limitantes y retos*. 257- 280 pp. En: La transición hacia el desarrollo sustentable perspectivas de América Latina y el Caribe. 581 p.
- Castillo-Márquez, L. E. (2005). *Elementos de muestreo de poblaciones*. 2da Edición, Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México, 284 p.
- Echeverría-Vizcaya, J.A., Martínez-González, J. H., Martínez-Álvarez, O., Rodríguez-Santoyo, H. H. & Ruiz-Camacho, B. (2013). *Obtención de biodiesel a partir de aceites vegetales usados y catalizadores básicos*. 449 – 454 pp. En: Memorias del XXXIV Encuentro Nacional y III Congreso Internacional de la AMIDIQ 7 al 10 de mayo de 2013, Mazatlán, Sinaloa, México.
- Espejo-Marín, C., Millán-Piñero, D. & García-Marín, R. (2016). *Contribución al estudio del sector de los biocarburantes en España*. Scripta Nova, Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Revista editada por la Universidad de Barcelona. 20(548): 1-40 pp.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2019). Bioenergía y sustentabilidad. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/Nd/BioenergiaSustentabilidad.jsp>
- García-Díaz M., Gandón-Hernández, J. & Maqueira-Tamayo, Y. (2013). *Estudio de la obtención de biodiesel a partir de aceite comestible usado*. Revista Tecnología Química, Santiago de Cuba, Cuba. 33(2): 162 – 169
- Gay y García, C. & Cos-Gutiérrez, A. (2014). *Biocombustibles en México: Una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y la*

mitigación de los gases efecto invernadero. Publicado en México por el Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. 120 p.

Graterol-Casilla, M.A., Rojas-Nieves, D.C., Chirinos-Araque, Y.D. & Alaña De Hernández, Y.D. (2018). *Responsabilidad ética herramienta para mejorar la competitividad del sector de servicios petroleros*. 3 – 28 pp. En: Tendencias en Investigación Universitaria Una visión desde Latinoamérica, Volumen II. Fondo editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero. Venezuela.

Haupt, J., Bockey, D., & Wilham, T. (2010). *Recommendations for a Mexican biodiesel standard and the infrastructure required for its handling*. 80 p. Disponible en: https://www.ufop.de/files/6413/3940/7461/2010_Endbericht_GTZ_AGQM_Projekt_Recommendations-for-a-Mexican-Biodiesel-Standard_2.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Sinaloa 2017*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 475 p.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Annex II: Glossary*. [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (Eds.)]. 117 – 130 pp. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Martínez A. C. O., Cuevas R., V., Loaiza M., A., Moreno G., T., Reyes J., J. E., Palacios V., O. & Guzmán R., J. L. (1999). *Desarrollo Sostenible del Sistema Agrosilvopastoril en el sur de Sinaloa, Propuesta del proyecto INIFAP-*

UACH. Serie Estudios de Caso. 1ª. Edición. Red de Gestión de Recursos Naturales. Fundación Rockefeller. México. 94 p.

Petróleos Mexicanos (PEMEX). (2019). Estadísticas petroleras abril 2019. Disponible en: <http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Paginas/IndicadoresPetroleros.aspx>

Riegelhaupt E., Odenthal, J. & Janeiro, L. (2017). *Diagnóstico de la situación actual del biodiésel en México y escenarios para su aprovechamiento*. ECOFYS Netherlands. 129 p.

Salgado-Sánchez, R. (2015). *Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos*. Revista Estudios sociales, 23(45): 114 – 140

Saynes-Santillán, V., Etchevers-Barra, J. D., Paz-Pellat, F. & Alvarado-Cárdenas, L. O. (2016). *Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México*. Terra Latinoamericana 34: 83-96.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2009). *Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. Serie ¿y el medio ambiente?* México. 93 p.

Secretaría de Energía (SENER) (2016). *Reporte de Inteligencia Tecnológica*. Instituto Mexicano del Petróleo. México. 99 p.

Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E.A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N.H., Rice, C.W., Robledo-Abad, Romanovskaya, A., Sperling, F. & Tubiello, F. (2014). *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*. 811 – 922 pp. En: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Tommasino, H., Foladori, G. & Taks, J. (2005). *La crisis ambiental contemporánea*. 9 – 26 pp. En: *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8

Norma Española (UNE) (2019a). *UNE-EN 14214:2013 V2+A1:2018*. Asociación Española de Normalización. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0059545>

Norma Española (UNE) (2019b). *UNE-EN 590:2014*. Asociación Española de Normalización. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0052852>

United States Department of Agriculture (USDA) (2018a). *EU Biofuels Annual 2018*. Global Agricultural Information Network, USDA Foreign Agricultural Service, 41 p. Disponible en: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-3-2018.pdf

United States Department of Agriculture (USDA) (2018b). *Brazil Biofuels Annuals 2018*. Global Agricultural Information Network, USDA Foreign Agricultural Service, 27 p. Disponible en: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-10-2018.pdf

United States Department of Agriculture (USDA) (2018c). *Biofuel Mandates in the EU by Member State in 2018*. Global Agricultural Information Network, USDA Foreign Agricultural Service, 17 p. Disponible en: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20in%202018_Berlin_EU-28_6-19-2018.pdf

Zhang, C., Hui, X., Lin, Y., & Sung, C.-J. (2016). *Recent development in studies of alternative jet fuel combustion: Progress, challenges, and opportunities*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 120-138. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.056>.