

REPORTE FINAL DE RESULTADOS PROYECTO PILOTO MOVILIDAD VERDE 2020



Coordinación y liderazgo:

Ministerio de Energía y Minas (MEM)

Alberto Pimentel Mata, Ministro de Energía y Minas
Mario Alfonso Pérez, Vice ministro de Minería e Hidrocarburos
Hugo Guerra, Director de Hidrocarburos
Gerson De León, Subdirector de comercialización

Apoyo técnico y financiero:

Banco Interamericano de Desarrollo (BID):

Omar Samayoa, Especialista Senior de Cambio Climático
Aymé Sosa, Consultora de Cambio Climático

Universidad del Valle de Guatemala (UVG)

Gabriela Fuentes, Directora del Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB)
Gamaliel Zambrano, Director del Centro de Procesos Industriales (CPI)
Eddy Meléndez, investigador del Centro de Procesos Industriales (CPI)
Paolo Arévalo, investigador del Centro de Procesos Industriales (CPI)
Juan José Lira, investigador del Centro de Procesos Industriales (CPI)
Andrea Nájera, investigadora del Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB)
Silvio Herrera, investigador del Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB)
Diego Incer, investigador del Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB)

Municipalidad de Guatemala

María José Avendaño, Directora de Medio Ambiente
Pedro Ruano, Director Administrativo
Marvin Alvizures, Gasolinera Municipal

Asociación de Combustibles Renovables (ACR)

Aida Lorenzo de Juárez, Gerente

Informe presentado por el **Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB)** y el **Centro de Procesos Industriales (CPI)** de la **Universidad del Valle de Guatemala** en el marco del proyecto **“Plan de etanol y producción sostenible de caña de azúcar alineado a la Estrategia y Programa REDD+”** coordinado y liderado por el **Ministerio de Energía y Minas**.

Guatemala, 22 de diciembre de 2020

Índice

1	Resumen Ejecutivo	6
1.1	Los 8 mitos que se promueven para oponerse al uso del etanol.....	10
2	Antecedentes y marco del proyecto	12
2.1	Marco internacional y nacional:.....	12
2.2	Generalidades del proyecto	14
	16
3	Metodología	17
3.1	Aspectos generales.....	17
3.2	Selección final de la muestra.....	17
3.3	Aspectos Técnicos	20
3.3.1	Evaluación mecánica	20
3.3.2	Aseguramiento de la calidad del combustible y la mezcla.....	20
3.3.3	Análisis de medición de emisiones atmosféricas	20
3.3.4	Análisis de rendimiento.....	21
3.3.5	Compatibilidad del combustible según lo manuales de los fabricantes de los vehículos...	21
3.3.6	Análisis de vinculación con la Estrategia Nacional REDD+	21
4	Resultados	23
4.1	Evaluación mecánica	23
4.2	Aseguramiento de la calidad del combustible y la mezcla.....	23
4.3	Análisis de la medición de emisiones atmosféricas	24
4.4	Análisis de rendimiento.....	28
4.5	Compatibilidad del combustible según los manuales de los fabricantes de los vehículos	29
4.6	Análisis de la vinculación con la Estrategia Nacional REDD+	29
4.6.1	Certificaciones de sostenibilidad.....	31
5	Etanol a futuro en Guatemala.	32
6	Retroalimentación de los usuarios de los vehículos	33
7	Conclusiones y Recomendaciones	36
7.1	Recomendaciones generales para las actividades de coordinación en la logística de la mezcla	36
8	Bibliografía.....	38
9	Anexos	40
9.1	Anexo 1: presentación de resultados E5.....	40
9.2	Anexo 2: presentación de resultados E10.....	48
9.3	Anexo 3: enlace al video del proyecto Movilidad Verde.....	57

Siglas, acrónimos y símbolos

ACR:	Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala
AIDVA:	Asociación de Importadores y Distribuidores de Vehículos Automotores
API:	<i>American Petroleum Institute</i>
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
CEAB:	Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad
CMNUCC:	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO:	Monóxido de Carbono
CO ₂ :	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq:	Dióxido de Carbono equivalente
CPI:	Centro de Procesos Industriales
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
ICC:	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
INDC:	<i>Nationally Determined Contributions</i>
ISCC:	International Sustainability & Carbon Certification
MEM:	Ministerio de Energía y Minas
MINECO:	Ministerio de Economía
NO _x :	Óxidos de Nitrógeno
PANCC:	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
REDD+:	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
RON:	<i>Research Octane Number</i>
SO ₂ :	Dióxido de Azufre
UVG:	Universidad del Valle de Guatemala

movilidadVERDE

ecopower
Futuro en movimiento

RESUMEN EJECUTIVO

1 Resumen Ejecutivo

La mezcla de etanol y gasolina es una tendencia mundial que tiene diversas ventajas en aspectos económicos, ambientales y sociales, es de fácil implementación, y trae beneficios para la mitigación del cambio climático. Más de 40 países en el mundo utilizan esta mezcla por su aporte al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector transporte, y porque permite mejorar la calidad del aire y la salud de los habitantes, entre otros beneficios. De hecho, el etanol de caña es catalogado como un combustible renovable avanzado, ya que se ha comprobado que reduce al menos el 70 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la gasolina en todo su ciclo de vida (MEM, 2020).

Guatemala es el mayor productor de etanol a nivel centroamericano, y tiene una capacidad instalada de 65 millones de galones de etanol por año. De la producción total, se utiliza un 10 % para la industria y preparación de bebidas, mientras que el 90 % se exporta principalmente a Europa y Estados Unidos (MEM y Fundación Solar, 2015). El etanol que se produce en Guatemala tiene certificaciones internacionales de sostenibilidad para poder venderse en dichos países, con lo cual se brinda un respaldo de responsabilidad social y ambiental para las empresas, y para los consumidores.

Reconociendo estas ventajas, la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Guatemala promueve la utilización de etanol en la gasolina como una de las ocho medidas de mitigación de GEI priorizadas en el sector transporte. Esto podría ser un importante aporte en la disminución de emisiones a nivel nacional. Por ejemplo, se estimó que el uso del 10 % etanol en la gasolina aportaría una reducción de emisiones de 7 millones de toneladas de CO₂eq acumulados al 2050, lo cual equivale al 0.2 % de las emisiones nacionales a 2005. Para el sector energía, esto significa una reducción de 1.8 % y para el subsector transporte representa un 4.4 % de reducción en las emisiones. Según los cálculos realizados para las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés), las emisiones de GEI totales proyectadas al año 2030, con base en el año 2005, serían de 53.85 millones de toneladas de CO₂eq. Al año 2030, se calcula que el uso de etanol estaría aportando una reducción acumulada de 2.63 millones de toneladas de CO₂e, lo cual representa el 5 % de las emisiones totales proyectadas¹.

La implementación de estas medidas se alinea con la Estrategia Nacional para la Reducción de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala (Estrategia REDD+, 2018), específicamente con la Línea Estratégica “Promoción de Agricultura Sostenible” mediante las actividades A14 “Desarrollo de lineamientos y mecanismos que incentiven el uso eficiente de energía y la generación de energías limpias en los sistemas agro-productivos” y A11 “Promover acciones de mitigación de emisiones de GEI, considerando la capacidad del sector para crear e implementar prácticas orientadas para la reducción de emisiones”. Asimismo, la producción y obtención actual de etanol en Guatemala no está comprometiendo las áreas con cobertura forestal del país lo cual es garantizado a través de las certificaciones internacionales con las que cuenta.

¹ Cálculos realizados con información disponible de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, el Inventario Nacional de GEI 2005, la Estrategia Nacional LEDS y la INDC presentada por Guatemala ante la CMNUCC en el año 2015.

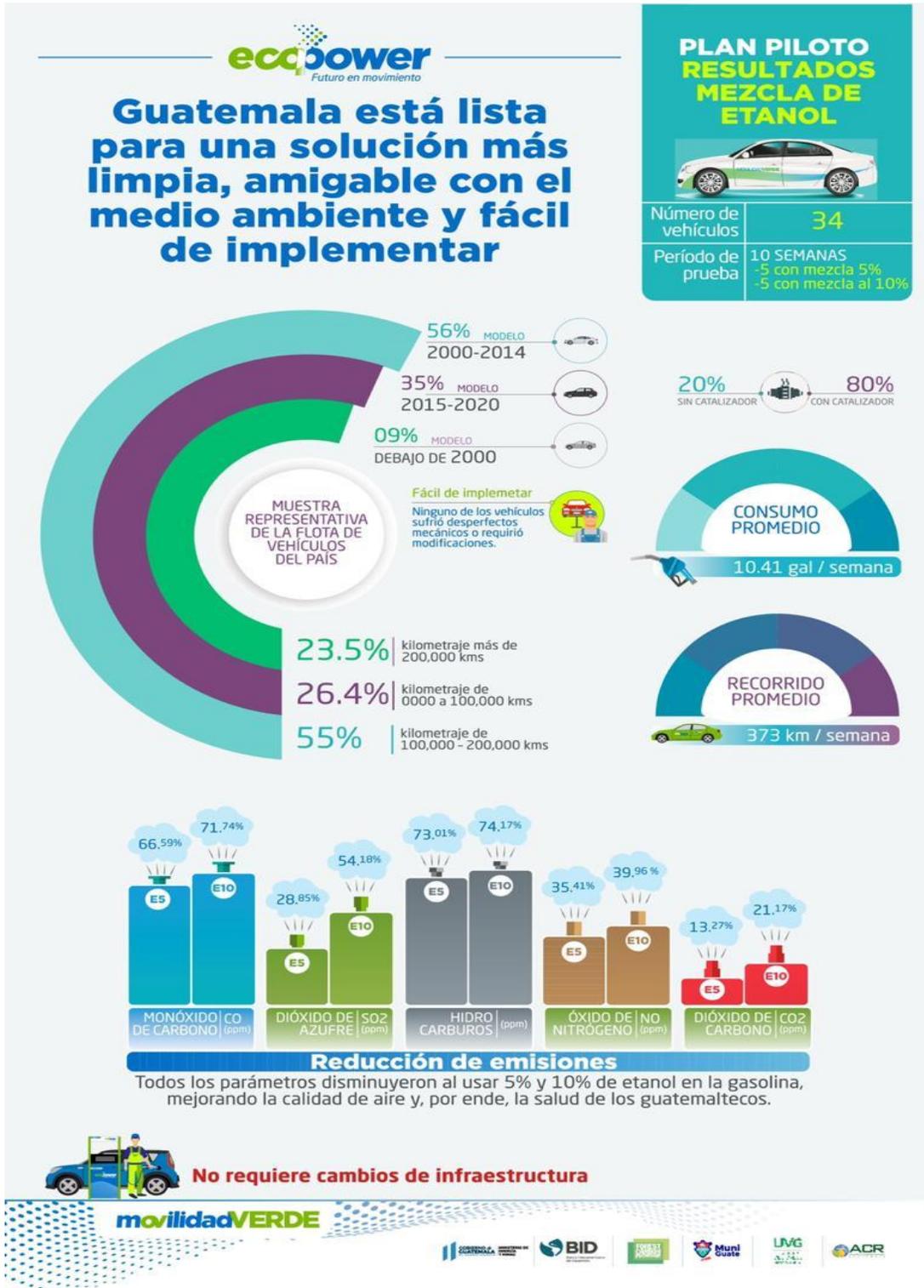
En este contexto, el plan piloto Movilidad Verde se desarrolló entre agosto y diciembre de 2020, el cual fue un proyecto impulsado y liderado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), la Municipalidad de Guatemala y la Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala (ACR), que permitió poner a prueba el uso de *ecopower*, que es gasolina con etanol avanzado y certificado, en flotillas actuales de vehículos de diferentes guatemaltecos para comprobar de manera científica y técnica los beneficios ambientales, económicos y sociales de este combustible renovable. Se utilizó *ecopower* durante 10 semanas, en 34 vehículos, evaluando su impacto por expertos, ya que es una solución confiable para el ambiente, la economía y la salud, de fácil e inmediata implementación. Por ello, durante los meses de septiembre a noviembre de 2020, se utilizó *ecopower* en estos vehículos, evaluando sus impactos positivos. Se utilizaron las mezclas E5 y E10 (5 % y 10 % de etanol respectivamente) durante cinco semanas cada una, y los principales hallazgos de este proyecto fueron los siguientes:

- El funcionamiento de los vehículos no se ve afectado en lo absoluto al utilizar etanol en la gasolina (ni con E5, ni con E10).
- El uso de etanol en los vehículos reduce los gases de combustión: los hidrocarburos hasta un 74.17 %, el monóxido de carbono (CO) hasta 71.74 %, el dióxido de azufre (SO₂) hasta 54.18 %, el óxido de nitrógeno (NO) hasta 39.96 % y el dióxido de carbono (CO₂) hasta 21.17 %.
- En el área cañera, para un periodo de 10 años correspondiente al 2006-2016, se registró una transformación de bosque de 149 ha y una ganancia de 123 ha que corresponden a parches de bosque nativo o plantaciones forestales ganadas en los bordes de las plantaciones o bosques de ribera. Esto resulta en un balance de 26 ha de transformación de bosque para dicho periodo (0.01 % del área total de caña sembrada). La mayoría de los cambios en el bosque ocurrieron dentro del periodo 2009-2012, mientras que en los últimos años no se detectó pérdida o reemplazo de bosque. En términos generales, ha existido poca sustitución de bosque por cultivo de caña en los últimos años, y en esta área hay una tendencia hacia el incremento de sitios de reforestación, así como parcelas de regeneración natural. Dentro de las iniciativas de reforestación que han realizado los ingenios, se puede mencionar, por ejemplo, el ingenio Pantaleón, el cual reporta 791 ha reforestadas en el periodo 2014-2019 (Pantaleón, 2020).
- En relación con la expansión del cultivo y el riesgo de posibles nuevas deforestaciones en el futuro, se considera que esto será poco probable, debido a los siguientes aspectos:
 - **Se produce suficiente etanol.** Se ha estimado que la producción actual de etanol alcanzaría para abastecer con E10 a todo el parque vehicular del país, por lo que no sería necesario expandir las plantaciones de caña de azúcar.
 - **Certificaciones vigentes.** Guatemala es un productor y exportador de etanol avanzado y cuenta con certificaciones internacionales que debe mantener, tales como ISCC y Bonsucro. Las certificaciones verifican que la producción local no cambia el uso de la tierra (específicamente que no habrá conversión de bosque en las áreas de cultivo), no genera deforestación de bosques y cumple con diversos estándares sociales y ambientales. Para mantener vigente su certificación, la producción de etanol debe cumplir con estos requerimientos.

- **Mayor rendimiento antes que expansión.** El análisis elaborado por el Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB) muestra que la región cañera se encuentra en suelos con alta capacidad de uso e intensidad, acordes a este tipo de cultivos. La caña de azúcar tendría limitaciones para su expansión hacia otras áreas, considerando que los suelos con condiciones ideales para su cultivo ya se encuentran ocupados, y la expansión a otros sitios podrían implicar costos adicionales. De hecho, el 94 % del área cañera se encuentra en tierras con categorías I, II y III, las cuales se consideran aptas para agricultura sin limitaciones o cultivos intensivos. Esto, aunado a que la caña en Guatemala posee excelentes calificaciones en cuanto a su rendimiento, hace suponer que antes de una expansión en territorio, los ingenios continuarían trabajando en optimizar más aún el rendimiento de la cosecha, lo cual ha quedado demostrado al casi duplicar sus rendimientos en el transcurso de los últimos 60 años (GENGICAÑA, 2020). Esto les permitiría aprovechar su propia tecnología y experiencia, el desarrollo de nuevas variedades de caña, la investigación científica enfocada en el uso óptimo de insumos, la capacidad de uso de la tierra y minimizar posibles costos asociados a una expansión a sitios más remotos.

Por último, cabe destacar que una decisión política sobre la utilización de etanol en la gasolina podría provocar cambios positivos para el ambiente y la salud, al incorporar energías renovables que se producen nacionalmente, y que cumplen con los requerimientos internacionales de calidad y sostenibilidad, como el *ecopower*. Específicamente, no compromete la seguridad alimentaria, fortalece la economía y genera beneficios ambientales al disminuir las emisiones de CO₂ de los vehículos que la utilizan. Adicionalmente, se encuentra alineado con la Estrategia REDD+ y con los lineamientos planteados en la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Este proyecto, ha permitido unir esfuerzos multisectoriales y muestra la importancia de vincular la ciencia con la política, para una mejor toma de decisiones basadas en evidencia. Para fines ilustrativos, se incluye a continuación una infografía que resume los resultados técnicos más relevantes de este proyecto.

Figura 1. Infografía que resume los resultados del plan piloto Movilidad Verde.



1.1 Los 8 mitos en torno al uso del etanol en la gasolina

Las propuestas para el uso de etanol en la gasolina han generado debates entre las personas interesadas y la población en general en todos los países. La desinformación sobre este tema fue desencadenando algunos mitos que la evidencia científica permite refutar:

- **Mito 1:** Para producir etanol, se disminuyen los bosques por más área cultivable.
Guatemala produce etanol desde hace más de 35 años y cuenta con una capacidad instalada de 65 millones de galones al año, suficiente para suplir una mezcla del 10 % en las gasolinas del país.
- **Mito 2:** Se consumen muchos pesticidas y agua para producir etanol.
Las certificaciones de sostenibilidad del etanol guatemalteco exigen el no uso de pesticidas y agroquímicos de franja roja, los cuales están prohibidos internacionalmente, así como no cambiar el uso del suelo.
- **Mito 3:** El proceso de producción de etanol también genera CO₂.
La emisión de GEI se ha estudiado por décadas, en el caso del etanol de caña, este los reduce al menos en un 70 % en comparación con la gasolina.
- **Mito 4:** La gasolina con etanol es más cara.
El precio permanecerá estable en Guatemala, sobre todo porque el 90 % seguirá determinado por la gasolina que se importa y no por sus aditivos, además se suman beneficios porque el etanol aumenta su octanaje, la oxigena y aumenta la potencia, lo que mejora la combustión.
- **Mito 5:** Los vehículos deben ser adaptados para usar etanol.
La evidencia técnica de más de 40 años ha demostrado que no se necesitan modificar los vehículos para usar 10 % de etanol. De hecho, los manuales de los propios carros lo indican.
- **Mito 6:** Los precios de los alimentos, en especial del maíz, se incrementan debido al uso de biocombustibles.
En Guatemala, el etanol se produce con melaza, un subproducto de la producción de azúcar, por lo que no afecta la seguridad alimentaria. No se requieren más plantaciones para abastecer el 10 % de etanol.
- **Mito 7:** El consumidor debe tener la libertad de elegir qué gasolina quiere comprar.
Actualmente, el consumidor compra lo que los importadores traen según la nómina de productos petroleros; es por eso que el MEM, como ente rector, debe establecer los parámetros para tener gasolina de mejor calidad que reduzca las emisiones y mejore la calidad de aire de sus habitantes.
- **Mito 8:** La venta de gasolina con etanol no está prohibida en el país, por lo que no se necesita una ley.
Existe una ley vigente, pero inoperante desde hace 35 años, que indica que la gasolina debe tener al menos 5 % de etanol, lo que no sucede. Por eso se necesita actualizar el marco legal.

movilidadVERDE

ecopower
Futuro en movimiento

ANTECEDENTES Y MARCO DEL PROYECTO

2 Antecedentes y marco del proyecto

2.1 Marco internacional y nacional:

La mezcla de etanol y gasolina es una tendencia mundial que tiene diversos beneficios en aspectos económicos, ambientales y sociales. La mezcla de combustibles fósiles con combustibles de biomasa es un hecho ya consolidado, de fácil implementación y de posibilidad inmediata.

De hecho, en la normativa del país se ha indicado que es necesario introducir los combustibles alternos en la cadena de comercialización. En la Política Energética 2019-2050, en el eje de Desarrollo Sostenible, se indica como una acción puntual «impulsar las medidas necesarias para la adición de biocombustibles para la mezcla en el abastecimiento de combustibles, velando por la competitividad económica a nivel nacional para el año 2020». Con la diversificación de los combustibles en el territorio nacional, se disminuye el riesgo de la dependencia de los derivados del petróleo, además de los potenciales aumentos y variaciones de su precio. La utilización de la mezcla de etanol y gasolina cumple con el objetivo de contribuir al desarrollo energético sostenible del país, dadas sus ventajas ambientales y sociales.

Guatemala cuenta también con la Ley de Alcohol Carburante (Decreto 17-85), la cual se encuentra vigente desde 1985. En su Artículo 13 indica que toda la gasolina debe contener como mínimo 5 % de alcohol carburante. Sin embargo, esta ley no impone obligatoriedad de mezcla y no se implementa desde entonces.

En la época en la que se creó la ley de alcohol carburante (1985), el mercado de hidrocarburos era regulado y, de acuerdo con su artículo 29, el MEM era el encargado de establecer los precios. Sin embargo, a partir de la ley de comercialización de hidrocarburos de 1997, los precios de los hidrocarburos fueron liberados. Dado que estas dos leyes se contradicen, la implementación de la mezcla de etanol con gasolina no ha sido posible en Guatemala, a pesar de ser una medida que aporta en la mitigación del cambio climático.

Luego de una extensa planificación, diálogo y consenso multisectorial en temas de energía, agricultura y ganadería, transporte, desarrollo urbano, desechos, industria y bosques, el país estableció una ruta conjunta orientada a mejorar la calidad de vida de la población, promoviendo el crecimiento económico, el desarrollo social y la responsabilidad ambiental con bajas emisiones de GEI. A raíz de ello se priorizaron 43 estrategias de mitigación del cambio climático que en su conjunto conforman la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Guatemala. Con estas medidas, la Estrategia contribuirá de forma directa con el cumplimiento de los compromisos que el país ha adquirido bajo el Acuerdo de París y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), donde Guatemala ha presentado las INDC con una meta de reducción de emisiones de GEI, del año base 2005, proyectadas al año 2030, de un 11.2 % con recursos propios y hasta un 22.6 % con asistencia técnica y financiera de la cooperación internacional.

Dentro de esas 43 estrategias priorizadas, se encuentra, para el sector transporte, el uso de etanol en la gasolina, la cual establece como meta que para el 2020 se utilice el 10 % de etanol en la gasolina. Según la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, una reducción del 11.2 % de las emisiones del país implicaría bajar de 203 a 181 millones de toneladas CO₂eq para el año

2050. El estudio indica que con la mezcla de etanol con gasolina se lograría reducir 7 millones de toneladas de CO₂eq en un plazo de 30 años, lo cual representa un aporte en la reducción de emisiones comprometida en las INDC no condicionadas.

El etanol de caña es catalogado como un combustible renovable avanzado, ya que varios estudios han comprobado que reduce al menos el 70 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la gasolina en todo su ciclo de vida. Así pues, la utilización de este etanol en mezcla con combustible tendría potencial para la reducción de GEI.

Más de 40 países en el mundo utilizan el etanol en la gasolina debido a que esta mezcla contribuye con objetivos ambientales y de salud, principalmente al reducir las emisiones de GEI del sector transporte, y porque permite mejorar la calidad del aire y la salud de los habitantes, entre otros beneficios (ACR, 2020). En Brasil, por ejemplo, se empezó a usar etanol en la gasolina desde 1930, como resultado de una ley que obligaba a que toda la gasolina consumida en el país contuviera el 5 % de alcohol en su composición (E5) y actualmente toda la gasolina de ese país contiene etanol (Prado, 2012; Hoza 2020).

En Guatemala, existen cinco destilerías que producen etanol a partir de la melaza, un subproducto de la producción de azúcar; es decir, que primero se produce azúcar, y luego el etanol industrial, carburante y para bebidas. Guatemala es el mayor productor de etanol a nivel centroamericano, y tiene una capacidad instalada de 65 millones de galones de etanol por año. De la producción total, se utiliza el 10 % para la industria y preparación de bebidas; mientras que el 90 % se exporta principalmente a Europa y Estados Unidos (MEM y Fundación Solar, 2015). El etanol que se produce en Guatemala debe tener certificaciones de sostenibilidad para poder venderse en dichos países, con lo cual se brinda un respaldo de responsabilidad ambiental para las empresas y para los consumidores.

A pesar de contar con certificaciones y de tener una excelente capacidad, Guatemala es de los pocos países que produce el etanol y no lo utiliza en la gasolina, lo cual se vincula a que, tal como se mencionaba anteriormente, no existe un marco legal actualizado que respalde dicha utilización en el país (MEM y Fundación Solar, 2015; ACR, 2020). Sin embargo, desde el año 2015, un estudio realizado por la UVG demostró una disminución en las emisiones de CO del 79 % en vehículos utilizando E10, evidenciando una reducción de este contaminante, y contribuyendo así en la reducción de emisiones de GEI (MEM y Fundación Solar, 2015).

En este sentido, vale la pena mencionar que existen otras normativas a nivel nacional que puede respaldar las acciones vinculadas al uso de etanol, considerando sus ventajas ambientales. Por ejemplo, el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala señala que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; Asimismo, se debe tomar en consideración que el Estado de Guatemala ratificó el Protocolo de Kioto de la CMNUCC el 10 de julio de 1998, a través del decreto 23-99 del Congreso de la República, por lo que actualmente forma parte de la legislación vigente en la República de Guatemala. En el marco de la CMNUCC, Guatemala también ratificó el Acuerdo de París mediante el decreto 48-2016 del Congreso de la República, con lo cual se comprometió a reducir sus emisiones totales de GEI y a contribuir con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura mundial para el año 2030.

Por último, vale la pena recalcar que el MEM posee el liderazgo en el tema de energía a nivel nacional, dado que es el ente rector del Estado encargado de: a) estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; b) promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de la energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país; c) coordinar las acciones necesarias para mantener un adecuado y eficiente suministro de petróleo, productos petroleros y gas natural de acuerdo con la demanda del país, y conforme a la ley de la materia; d) cumplir y hacer cumplir la legislación relacionada con el reconocimiento superficial, exploración, explotación, transporte y transformación de hidrocarburos, la compraventa o cualquier tipo de comercialización de petróleo crudo o reconstituido, gas natural y otros derivados, así como los derivados de los mismos; y e) formular políticas, proponer la regulación respectiva y supervisar el sistema de exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos y minerales. El MEM también figura en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) como el responsable de cumplir la meta de reducir la intensidad de emisiones del subsector transporte, en relación con la acción de «regular la calidad de combustible para acceso a nuevas tecnologías».

2.2 Generalidades del proyecto

Dado el contexto anterior, a partir de agosto de 2020 se desarrolló el plan piloto Movilidad Verde, el cual es un proyecto impulsado por el MEM, en conjunto con el BID, la UVG, la Municipalidad de Guatemala y ACR, este proyecto permitió poner a prueba el uso de *ecopower*, que es gasolina con etanol avanzando y certificado, en flotillas actuales de vehículos de diferentes guatemaltecos para comprobar de manera científica y técnica los beneficios ambientales, económicos y sociales de este combustible renovable. De forma breve, se puede indicar que se utilizó *ecopower* durante 10 semanas, en 34 vehículos, durante los meses de septiembre a noviembre de 2020, evaluando sus impactos positivos. Se utilizaron las mezclas E5 y E10 (5 % y 10 % de etanol respectivamente) durante cinco semanas cada una, y se tuvieron hallazgos positivos en aspectos técnicos y ambientales que se detallan en la sección de resultados.

En cuanto a los actores involucrados, el CEAB y el Centro de Procesos Industriales (CPI) de la UVG fueron las entidades encargadas de ejecutar este proyecto (cuyo nombre oficial es «Plan de etanol y producción sostenible de caña de azúcar alineado a la Estrategia y Programa REDD+»). Con este proyecto, además de las ventajas en la reducción de emisiones, se pretendió asegurar que la utilización de etanol en la gasolina se lleve a cabo en plena concordancia con los compromisos establecidos para el país en relación con el tema de cambio climático, poniendo especial énfasis en los lineamientos de la Estrategia REDD+ y otros instrumentos de política vinculados al tema. Por ello, como parte del proyecto, se desarrolló un análisis en el cual se discute la importancia de la no-deforestación o degradación de bosques naturales para la producción de combustibles renovables, la importancia de las certificaciones internacionales en la producción de etanol, y las acciones de reforestación que se han llevado a cabo en la zona cañera, entre otros, velando por el cumplimiento de objetivos y actividades de la Estrategia REDD+.

El proyecto tuvo una duración de 10 semanas y consistió en la utilización de la mezcla E5 durante 5 semanas y la mezcla E10 durante las otras 5 semanas. Los 34 vehículos participantes provenían de varias entidades: el Ministerio de Energía y Minas; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; Congreso de la

República; Ministerio de Economía; Municipalidad de Guatemala; Universidad Rafael Landívar; Asociación de Importadores y Distribuidores de Vehículos Automotores; y algunos periódicos, canales y programas de televisión (Prensa Libre, Canal Antigua, Temas y Debates, Con Criterio). Debido a la situación de salud en el país, en relación con el COVID-19, el proyecto se llevó a cabo dentro de la Ciudad de Guatemala, por lo que la muestra seleccionada fue menor a la prevista inicialmente.

Para evaluar la línea base de la muestra, los vehículos participantes recibieron una revisión mecánica para determinar su estado inicial, y poder descartar posibles fallas y variables que pudieran comprometer los resultados del proyecto. Además, se realizaron mediciones de concentración de gases de combustión con la utilización de E0, es decir, gasolina sin presencia de etanol.

La gasolina utilizada en el proyecto cumplió con los parámetros de calidad requeridos para su comercialización, aceptados por todos los vehículos de la muestra que requerían como mínimo el combustible con índice de octanaje RON de 91. Los compuestos aromáticos, el azufre y los aditivos se encontraban en los límites permitidos para el combustible.

La primera mezcla de etanol y gasolina (E5) consistió en el 5 % de volumen de etanol y 95 % de volumen de gasolina. La mezcla E5 fue despachada a los participantes durante las primeras cinco semanas del proyecto. La segunda mezcla de etanol y gasolina (E10) fue formulada utilizando el 10 % de volumen de etanol y 90 % de volumen de gasolina, la cual fue utilizada durante las últimas 5 semanas del proyecto. Durante el desarrollo del proyecto con ambas mezclas, la concentración de los gases de combustión en los vehículos de la muestra fue analizada por el CPI para compararla con los resultados de la línea base y poder establecer la relación existente con la utilización de etanol en la mezcla con gasolina.

A continuación, se presentan los métodos y principales resultados obtenidos a través de este proyecto, incluyendo de manera primordial los hallazgos en las mediciones de emisiones al utilizar las mezclas E5 y E10, y sus beneficios técnicos y ambientales.

movilidadVERDE

ecopower
Futuro en movimiento



METODOLOGÍA

3 Metodología

3.1 Aspectos generales

El proyecto Movilidad Verde buscó poner a prueba el uso de *ecopower*, una mezcla de gasolina con etanol avanzando y certificado, en flotillas actuales de vehículos en la Ciudad de Guatemala, para comprobar de manera científica y técnica las ventajas de este combustible renovable. Por ello, durante los meses de septiembre a noviembre de 2020, se utilizó *ecopower* en 34 vehículos durante 10 semanas, evaluando sus posibles impactos positivos para el ambiente y la salud.

Para enriquecer el estudio, dentro de la muestra se encontraban vehículos modelos del año 1987 al 2020, lo que significa que había vehículos con amplia variedad de antigüedad. Los beneficiarios del proyecto provenían de múltiples sectores, incluyendo gobierno, medios de comunicación, diputados, academia sociedad civil, entre otros. Todos los vehículos se evaluaron mecánicamente en tres momentos: antes de empezar, a las cinco semanas y al finalizar el proyecto. Se midió el nivel de emisiones y la combustión de los vehículos, pues el *ecopower* incrementa la potencia del vehículo y reduce las emisiones en el tubo de escape por su mayor contenido de oxígeno.

3.2 Selección final de la muestra

Con el objetivo de reunir una muestra del parque vehicular similar al de Guatemala, se solicitó a distintas organizaciones que participaran con vehículos de diferentes marcas, modelos y años. El MEM y los demás actores enviaron la invitación a distintas instituciones públicas, privadas, académicas y a los medios de comunicación para que pudieran nombrar a algunos representantes de sus instituciones para participar como usuarios o pilotos de los vehículos. Inicialmente, en el proyecto se planificó la participación de 25 vehículos, pero tomando en cuenta el interés generado, se dio la oportunidad a las instituciones de colocar más vehículos, por lo que se completó una muestra de 34 vehículos en total.

Dentro de los participantes, tal como ya se mencionó, estuvieron los representantes del MEM, MARN, Ministerio de Economía (MINECO), Municipalidad de Guatemala, diputados del Congreso de la República de Guatemala, Universidad Rafael Landívar, medios de comunicación y la Asociación de Importadores y Distribuidores de Vehículos Automotores (AIDVA). Los usuarios de cada institución participaron con vehículos de diferentes marcas y modelos.

Figura 2. Instituciones a las que pertenecen los usuarios de vehículos participantes.



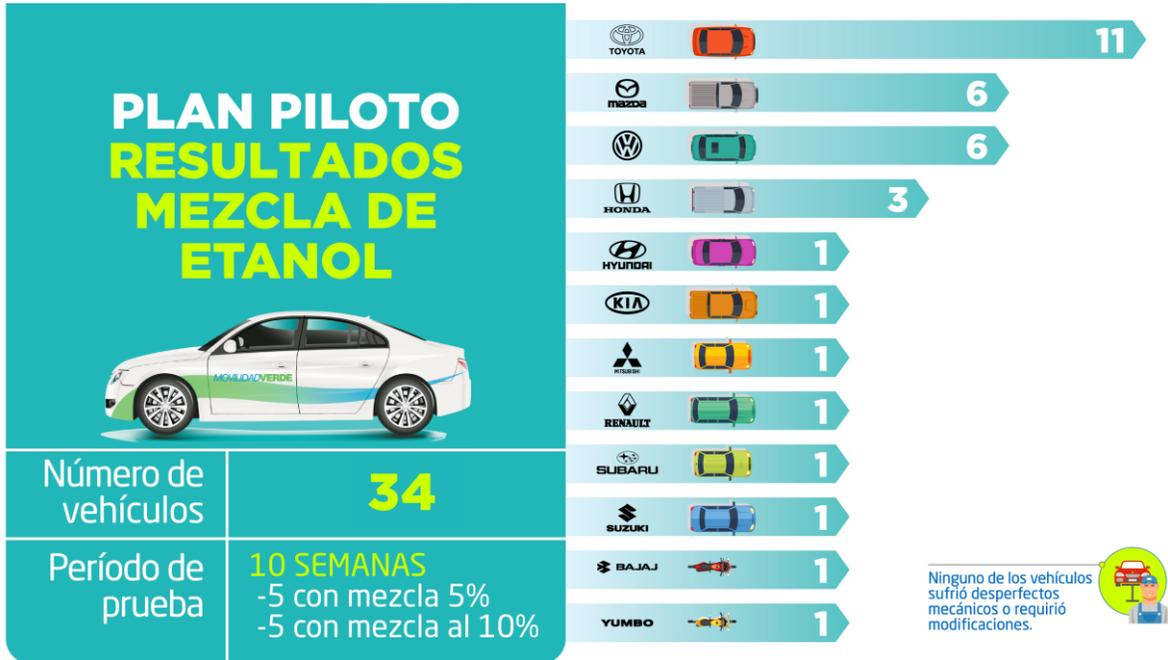
En el cuadro 1 se detalla la cantidad de vehículos asignados por institución al proyecto, dando un total de 34 vehículos participantes.

Cuadro1. Cantidad de vehículos por institución participante.

Institución	Cantidad de Vehículos
Ministerio de Energía y Minas	3
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	10
Ministerio de Economía	2
Municipalidad de Guatemala	5
Universidad Rafael Landívar	1
Juan Luis Font / Con Criterio	1
Enrique Godoy / Temas y Debates	1
Prensa Libre	2
Canal Antigua	1
Diputado Samuel Pérez / Semilla	1
Diputada Samantha Figueroa/ UNE	1
Asociación de Importadores y Distribuidores de Vehículos Automotores - AIDVA	5
Persona Individual	1
Total	34

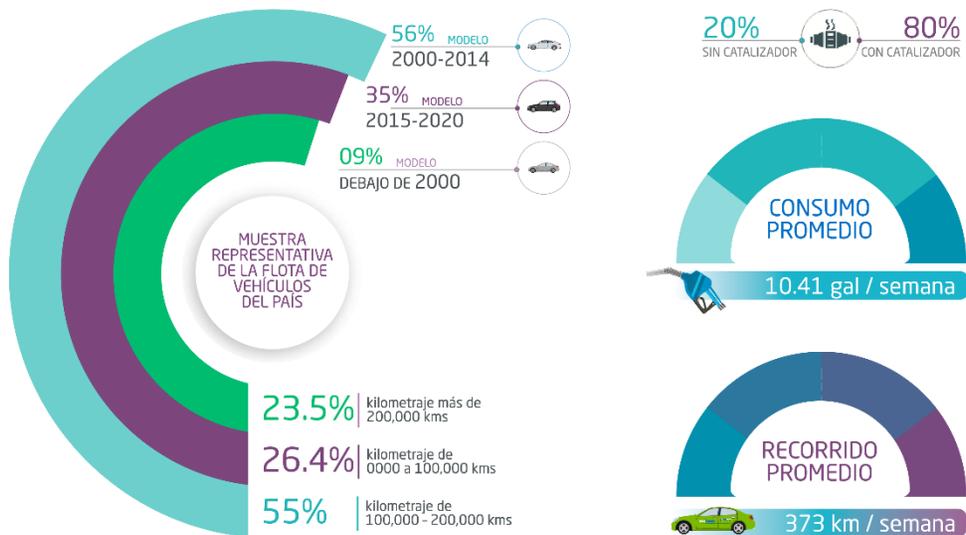
En la figura 3 se puede observar la cantidad de vehículos participantes de acuerdo con su marca comercial.

Figura 3. Cantidad de vehículos participantes según su marca comercial



Dentro de la muestra hubo vehículos modelos desde el año 1987 hasta el 2020. En la figura 4 se describen algunas características de la muestra.

Figura 4. Características de la muestra vehicular del proyecto Movilidad Verde.



El 55 % de los vehículos de la muestra se encuentran entre el rango de 100 000 a 200 000 km recorridos. El 23.5 % ha recorrido entre 0 y 100 000 km y el 26.4 % han recorrido más de 200 000 km. El 35 % son vehículos modelo del 2015 al 2020, el 56 % son del 2000 al 2014 y el 9 % debajo del 2000. La muestra elegida es bastante representativa al parque vehicular de Guatemala. El vehículo más antiguo es del año 1987 y el más reciente del año 2020.

3.3 Aspectos Técnicos

3.3.1 Evaluación mecánica

La evaluación mecánica fue realizada para obtener un diagnóstico inicial de los vehículos de la muestra. La metodología de la evaluación mecánica consistió en una evaluación con computadora para observar posibles fallas electrónicas en el sistema relacionadas con la combustión en el vehículo. Se analizó la presencia del catalizador en el sistema de combustión, el cual es utilizado para disminuir la concentración de los gases de combustión al momento de su salida del escape.

Además, se evaluaron los niveles de aceite, el funcionamiento de las bujías, así como el estado de los filtros de aire, gasolina y aceite. Estos componentes son vitales para una buena combustión en el vehículo, por lo que fue importante evaluar si era necesario su cambio para disminuir potenciales variables que pudieran sesgar los resultados del proyecto.

3.3.2 Aseguramiento de la calidad del combustible y la mezcla

El aseguramiento de la calidad del combustible es vital para evaluar su composición y propiedades promedio, además de analizar que se encontraran en los rangos permitidos. Se utilizó gasolina regular sin aditivos la cual fue despachada en la terminal de OTSA recibiendo el certificado calidad de las dos compras. Se utilizó etanol deshidratado guatemalteco. La calidad del combustible fue analizada por el laboratorio Intertek y por el laboratorio del MEM. Los análisis de las diferentes variables observadas fueron realizadas cumpliendo con estándares internacionales como las normas ASTM.

Se realizó un análisis completo según la Nómima de Productos Petroleros de Guatemala en el ecopower E5 y el ecopower E10, también se tomó una muestra de cada una de ellas midiendo el octanaje, RVP y contenido de alcoholes, los cuales cumplieron con todos los parámetros nacionales.

3.3.3 Análisis de medición de emisiones atmosféricas

La concentración de gases de combustión en la salida del escape de los vehículos de la muestra fue medida utilizando un analizador de gases marca *Enerac 700*. Ese equipo tiene la capacidad de medir distintos gases como el CO, CO₂, NO, SO₂ e hidrocarburos no quemados durante la combustión.

Los vehículos de la muestra asistieron a las mediciones de gases de combustión en las instalaciones de la UVG. Se realizaron mediciones de gases de combustión para el combustible sin etanol, para la mezcla E5, y para la E10. La concentración de los gases de combustión fue medida en dos etapas, con el vehículo arrancado a 0 rpm y a 2000 rpm, con el fin de simular una situación real de manejo.

3.3.4 Análisis de rendimiento

El rendimiento de los vehículos de la muestra es el resultado promedio de la relación entre los kilómetros recorridos entre cada despacho y el volumen de combustible utilizado para llenar el tanque de cada vehículo. En el centro de servicio o gasolinera utilizada para el proyecto, el despachador tomaba nota del kilometraje de cada vehículo al momento de volver a llenar el tanque y anotaba el volumen de combustible utilizado. De los diferentes despachos, se calcularon varios rendimientos de combustible para cada uno de los vehículos, ya sea para la mezcla E5 y E10, y finalmente se presentó el valor promedio.

3.3.5 Compatibilidad del combustible según lo manuales de los fabricantes de los vehículos

Con el objetivo de confirmar que los vehículos de la muestra eran capaces de utilizar mezclas de etanol y gasolina como combustible, se realizó una búsqueda de los manuales de los vehículos en la web. Para los vehículos encontrados, fue necesario buscar las propiedades de los combustibles a utilizar, además del octanaje requerido por cada uno.

3.3.6 Análisis de vinculación con la Estrategia Nacional REDD+

Como parte del proyecto, y con el fin de corroborar la viabilidad ambiental del uso de etanol en la gasolina para el caso particular de Guatemala, el CEAB realizó un análisis sobre el riesgo de deforestación por la demanda de esta mezcla para el parque vehicular del país. Para ello, se llevó a cabo también un análisis de cobertura y cambio de uso de la tierra en el área de plantaciones de caña de azúcar para el periodo 2006-2016, con el fin de evaluar el vínculo de la producción de etanol con la Estrategia REDD+. De esa cuenta, se hicieron análisis con sistemas de información geográfica del área cañera en Guatemala, para evaluar posibles pérdidas o ganancias de bosque en esta zona.

Para la revisión de las áreas de transformación y ganancia forestal se utilizaron herramientas de sistemas de información geográfica y percepción remota. Una de estas herramientas fue desarrollada por la Universidad de Boston, la cual permite detectar el momento en el cual ocurrió algún cambio. Posteriormente, se hizo la revisión mediante la creación de un *script* de *Google Earth Engine*, para crear mosaicos anuales de imágenes *Landsat* y verificar si el cambio correspondía a lo que la primera herramienta detectó. Por último, se hizo otra verificación utilizando imágenes de alta resolución con *Google Earth Pro*, pero esto dependía mucho de que hubiera disponibilidad de imágenes para el año en que se detectó la perturbación.

RESULTADOS

4 Resultados

4.1 Evaluación mecánica

De acuerdo con la evaluación mecánica, 7 vehículos de la muestra no necesitaron ningún cambio ni mantenimiento, pues se encontraban en perfectas condiciones. El resto de los vehículos tuvieron reemplazos en aceite, filtro de aceite y/o filtro de aire. El aceite reduce la fricción dentro del motor, por lo tanto, los filtros de aceite, aire y gasolina mejoran la combustión cuando se encuentran en buen estado. Los sistemas electrónicos evaluados presentaron algunas alertas relacionadas con el sistema de combustión en ocho vehículos, sin embargo, estos vehículos fueron reparados y documentados para la relación de sus resultados en el proyecto.

Durante la evaluación mecánica, se analizó también la presencia de un catalizador en el sistema de escape. El catalizador reduce la composición de los gases de combustión a la salida del escape, y es usualmente encontrado en vehículos de modelos más recientes. Únicamente el 24 % de los vehículos de la muestra no cuentan con un catalizador activo, significando que el 76 % de la muestra no presente concentraciones muy elevadas de los gases de combustión.

4.2 Aseguramiento de la calidad del combustible y la mezcla

La adición de etanol en la mezcla de ecopower E5 demostró un aumento ligero en el octanaje de esta mezcla, en comparación con la E0. El etanol posee un índice de octanaje mayor al de la gasolina comercial, por lo que, como un resultado esperado, mejora la relación de compresión y detonación del combustible en el motor. La mezcla E10 mejoró aún más los resultados del octanaje, por lo que se puede concluir que la adición del etanol en la mezcla aumenta el número de octano del combustible.

Cuadro 2. Resultados obtenidos en las mediciones de los vehículos.

Propiedad	OTI	Intertek	Saybolt	MEM	Intertek	Intertek	MEM	Intertek	Intertek
	E0	E5	E0	E5	E5	E0	E10	E10	E10
Fecha análisis	17/8/20	26/8/20	30/9/20	29/9/20	30/9/20	8/10/20	7/10/20	16/10/20	19/10/20
API Gravity	56	56.3	57.1	55.8		61.2	58	57.9	
Specific Gravity	0.75476	0.7535	0.75027	0.7559		0.7343	0.7471	0.7471	
Azufre (%masa)	0.0027	0.0052	0.0032			<0.0017		<0.0017	
Contenido de plomo (g/L)	<0.003	<0.0025	<0.0025			<0.0025		<0.0025	
RON	91.8	91	91.4	93.4	92.6	91.3	95.3	95	94.2
MON	83.2	82.8	82.4	83.9		84.1	84.3	85.1	
Benceno (% volumen)	0.59	1.12	0.4	0.33		1.93	1.3	1.34	
Etanol (% masa)	0	5.466	0	5.8	5.48	<0.20	10.9	11.5	9.8
Aromáticos (% volumen)	35.6	35.2	34.8	27.7		22.2	27.8	27.8	

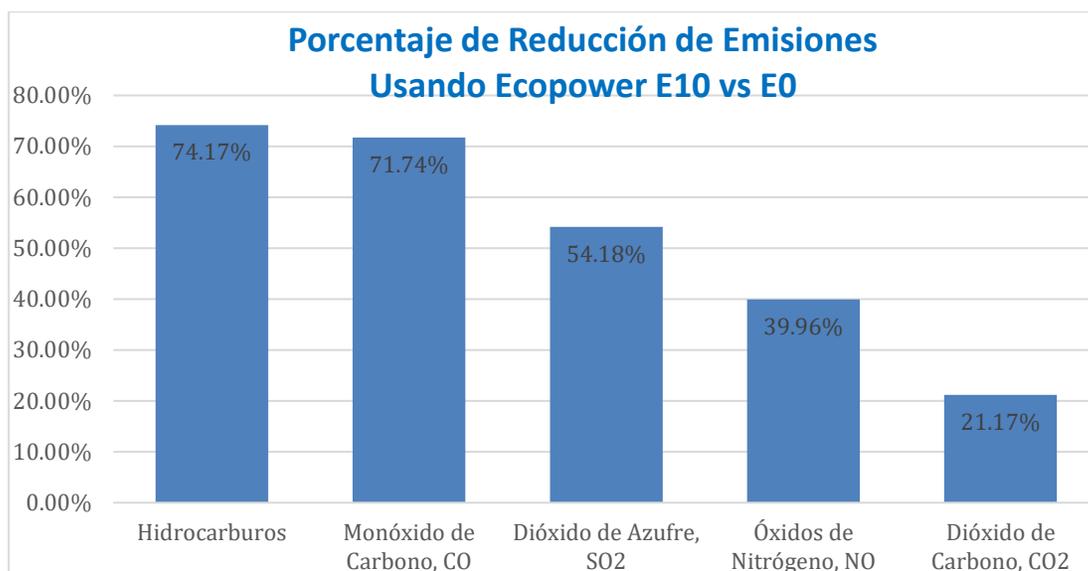
Se realizó la comparación en la concentración de bencenos y aromáticos en la mezcla, pues estos compuestos son conocidos por tener octanajes altos. Los valores promedio no variaron en gran cantidad, por lo que puede concluirse que el octanaje en la mezcla aumentó debido a las cualidades del etanol. Se comprobó que el ecopower E5 y E10 cumplieron con los parámetros de la Nómina de Productos Petroleros de Guatemala.

4.3 Análisis de la medición de emisiones atmosféricas

El uso de ecopower E10 redujo sustancialmente los gases de combustión como lo muestra la figura 5, en comparación con el uso de E0 (gasolina sin etanol). El mayor impacto en la reducción fue en los hidrocarburos, ya que se redujeron en un 74.71 %. La emisión de los hidrocarburos en las gasolinas puede ser dañino y nocivo para la salud, además de ser cancerígenos. La reducción de estos componentes significa un impacto positivo para la salud de las personas.

Debido al contenido de oxígeno en el etanol, la combustión se mejora y por ende se reducen las emisiones de CO. En el caso del uso de ecopower E10, se redujo en promedio un 71.74 % en comparación con la gasolina sin etanol.

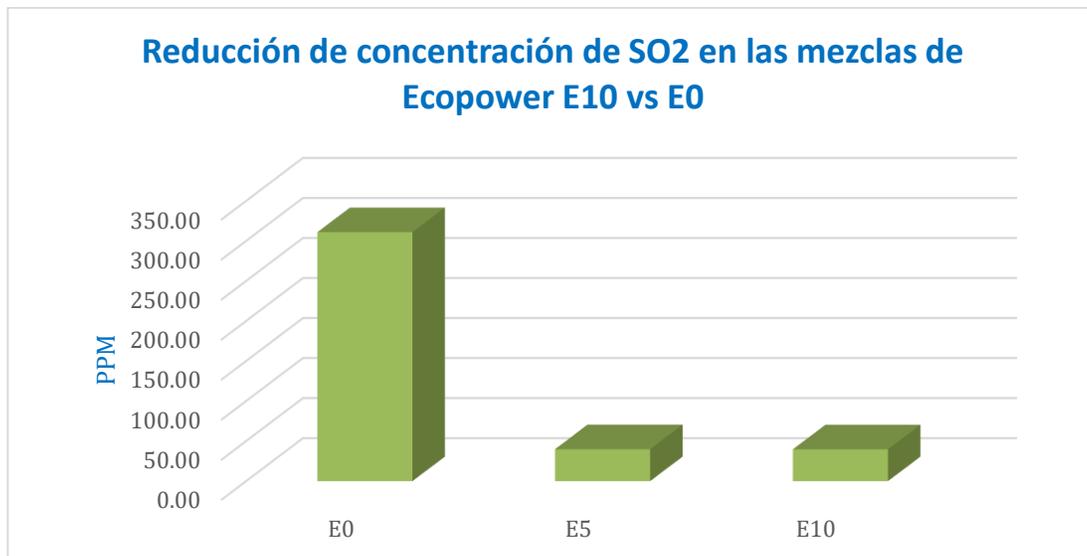
Figura 5. Porcentajes de reducción en las emisiones utilizando la mezcla E10 en comparación con la E0.



El SO₂ y los NO también tuvieron una reducción en comparación con la situación inicial de los vehículos en un 54.18 % y 39.96 % respectivamente. La concentración de CO₂ en los gases de combustión se redujo en un 21.17 %.

El SO₂ presentó una de las mayores reducciones en la concentración de los gases de combustión. Este tipo de gases se crea por el azufre contenido en la gasolina. Por lo mismo, se espera que exista una reducción de compuestos de azufre, pues la mezcla de gasolina con el etanol requerirá un menor volumen de gasolina, disminuyendo así la cantidad de azufre en la mezcla.

Figura 6. Reducción en la concentración de SO₂ utilizando la mezcla E10 en comparación con la E0.



La capacidad oxigenante del etanol presenta un beneficio para la reducción en la concentración del CO, ya que el etanol ayuda a oxigenar la combustión de la mezcla. La mezcla E10 redujo en un 71.74 % la concentración de CO en comparación con los vehículos sin mantenimiento y utilizando únicamente gasolina como combustible, haciendo la prueba a 2000 rpm para modelar la situación real de manejo.

En la figura 7 puede observarse la disminución en la concentración de los gases de hidrocarburos, NO y CO₂ al aumentar la cantidad de etanol en la mezcla. Según los resultados obtenidos, puede concluirse que el etanol mejora las condiciones de la combustión, manteniendo similares los valores de CO₂ y disminuyendo componentes tóxicos para la salud y el medio ambiente, como el NO y los hidrocarburos.

Figura 7. Reducción en la concentración de SO₂ utilizando la mezcla E10 en comparación con la E0.

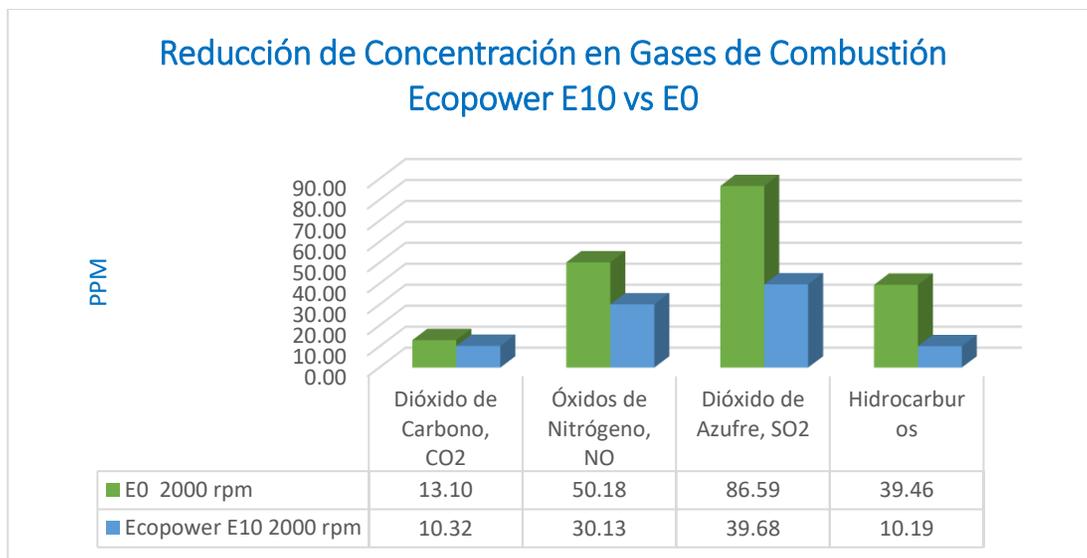


Figura 8. Reducción en la concentración de CO utilizando la mezcla E10 en comparación con la E0.

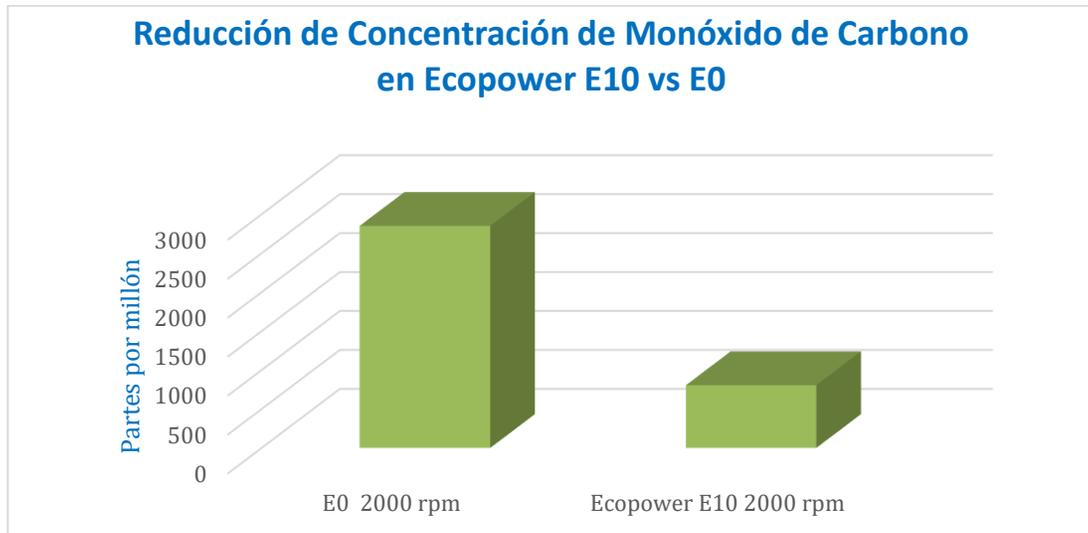
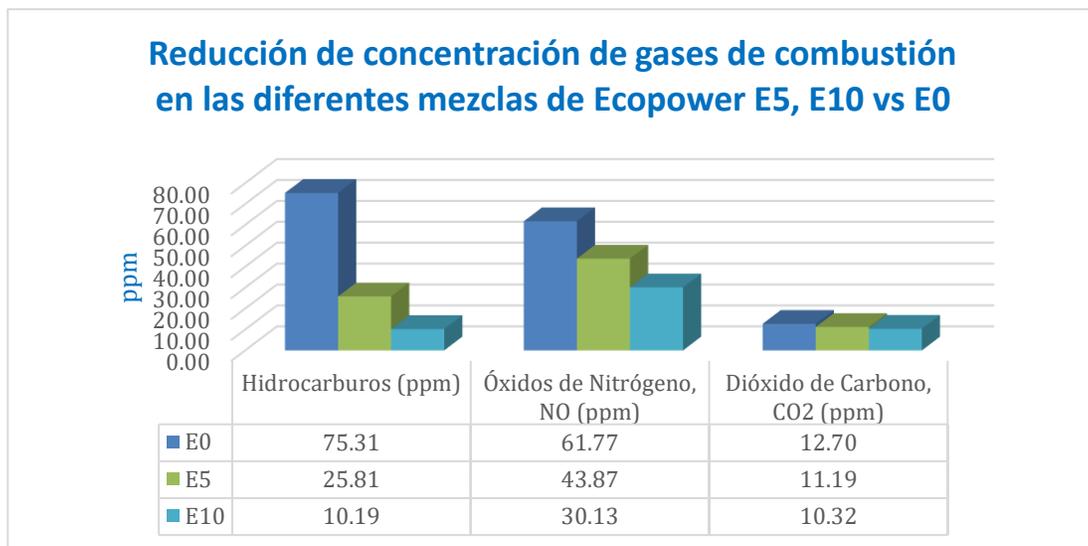
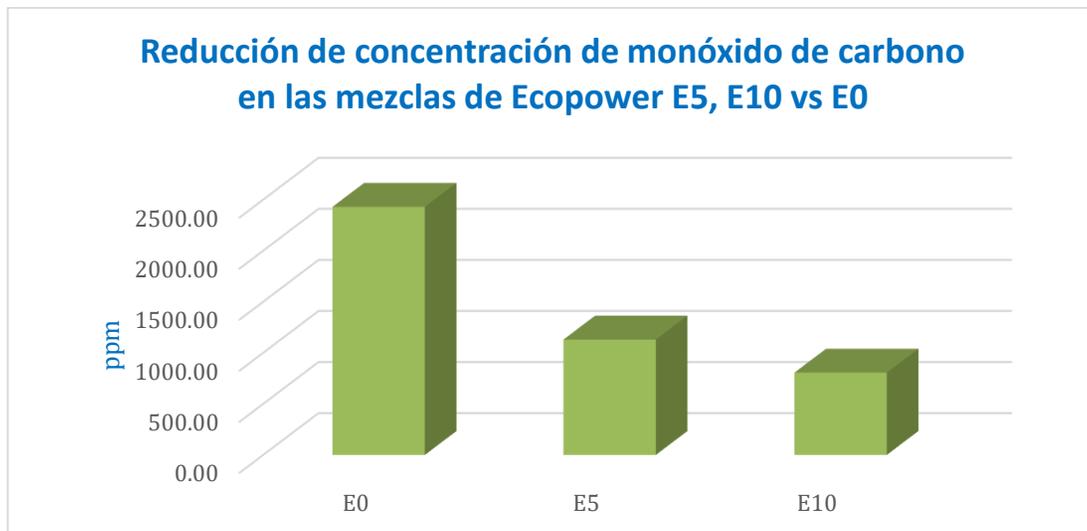


Figura 9. Reducción en las concentraciones utilizando las mezclas E5 y E10 en comparación con la E0.



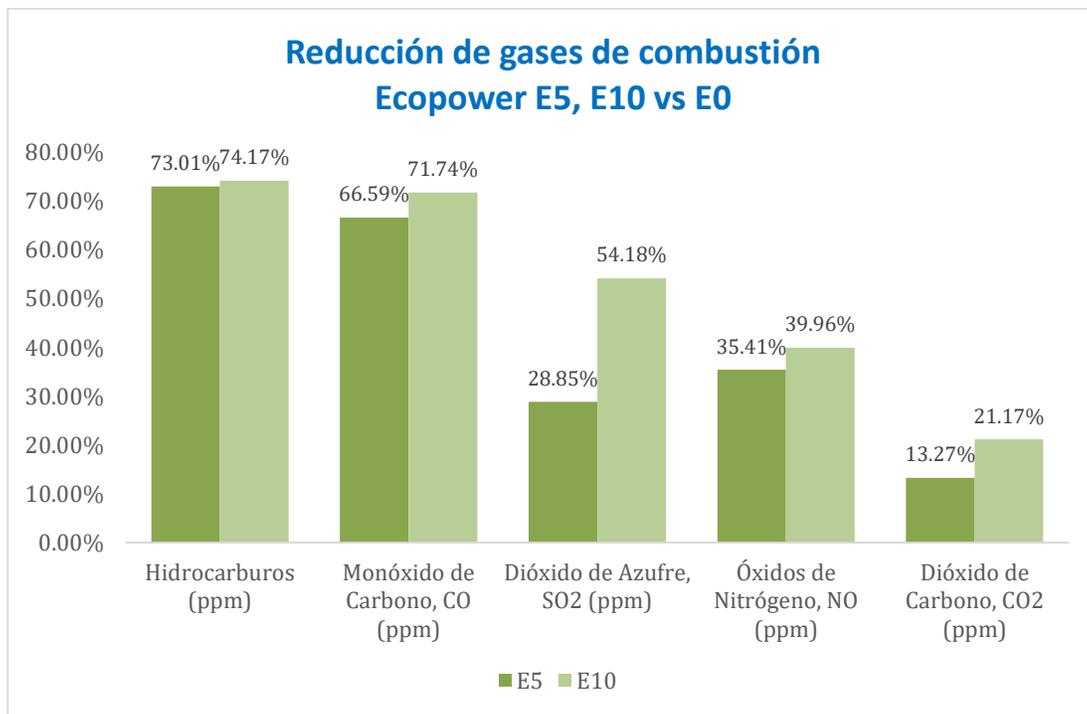
En la figura 10 se puede observar la reducción en la concentración de CO obtenida por la adición del etanol a la mezcla de combustible. Claramente puede concluirse que la combustión en los automóviles es mejorada al disminuir compuestos no quemados, como el CO.

Figura 10. Reducción en la concentración de CO con las mezclas E5 y E10 en comparación con la E0.



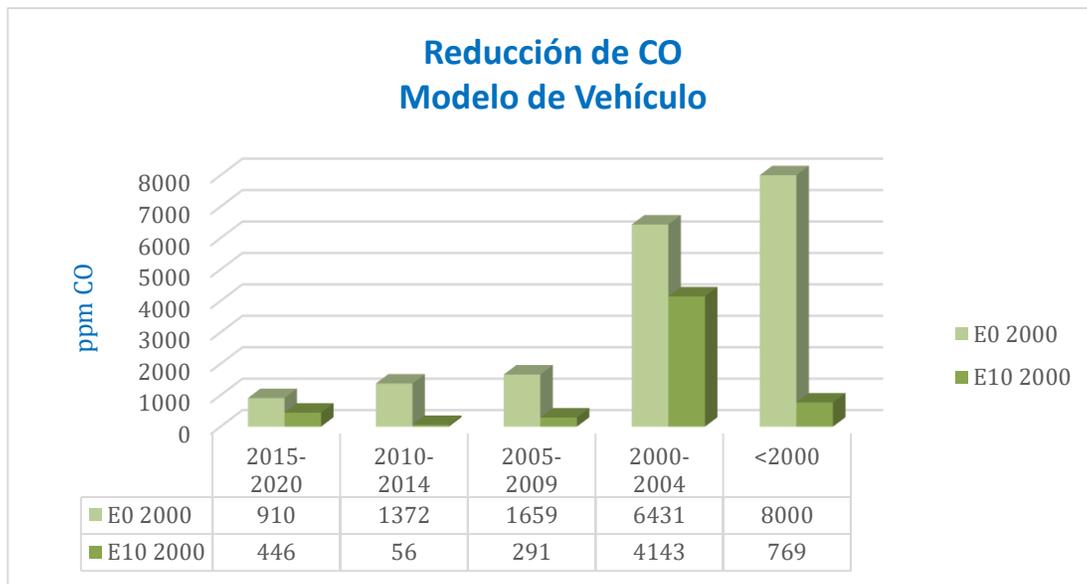
Se observó una ligera reducción en la concentración de los gases de combustión al comparar la mezcla de E5 y E10 con el combustible sin etanol E0. El único cambio radical se observa en el SO₂, el cual se debe a la reducción en la proporción de la gasolina en la mezcla. La gasolina es el único componente que posee trazas de azufre que pueden convertirse en SO₂. La mezcla E10 posee una menor cantidad de gasolina en volumen, por lo que se espera que genere menos gases de azufre como el SO₂.

Figura 11. Porcentajes de reducción en las emisiones con las mezclas E5 y E10 en comparación con la E0.



Como se puede observar en la figura 12, mientras más antiguo es el modelo del vehículo, mayor reducción de monóxido de carbono se genera, esto debido a la acción oxigenante que da el uso de etanol, lo cual mejora la combustión y se ve reflejado en la reducción de gases de combustión.

Figura 12. Reducción de CO con la mezcla E10 en comparación con la E0, según el modelo del vehículo.



4.4 Análisis de rendimiento

En lo que respecta al rendimiento y distancia recorrida por los vehículos, durante 10 semanas recibieron despachos de la mezcla de combustible. El vehículo que tuvo mayor recorrido durante el tiempo de la utilización de **ecopower** fue de 7909 km, el promedio total de kilómetros recorridos por los vehículos en el estudio fue de 2455 km.

Cuadro 3. Recorrido en kilómetros de los vehículos con el uso de E5 y E10.

Vehículo	Kilómetros recorridos con E5	Kilómetros recorridos con E10	Total de kilómetros recorridos con E5 y E10
Mayor distancia	4048	3861	7909
Menor distancia	318	376	694

Durante las 5 semanas de utilización de la mezcla E10, el mayor rendimiento promedio de combustible en un vehículo fue de 53.79 km/gal, mientras que el rendimiento más bajo fue de 19.88 km/gal.

Al comparar los rendimientos de los vehículos se ve un ligero aumento en la eficiencia de estos, en comparación con los resultados de E5. El 64 % de la muestra mejoró rendimientos con el Ecopower E10 en comparación de la mezcla E5, mientras que el 32 % presentó una disminución y el 4 % se mantuvo en

el mismo rango. Los aumentos y reducciones de rendimiento de combustible fueron bajos, en el rango de $\pm 0.8-5$ km/gal.

Cuadro 4. Resultados del rendimiento de los vehículos con el uso de E5 y E10.

Parámetro	Porcentaje (%)
Aumento de rendimiento con Ecopower E10 en comparación con Ecopower E5	64 %
No hubo cambio en rendimiento con Ecopower E10 en comparación con Ecopower E5	4 %
Disminución de rendimiento con Ecopower E10 en comparación con Ecopower E5	32 %

Durante el curso del estudio, los vehículos llenaron su tanque de combustible con aproximadamente 10.42 galones por cada despacho con Ecopower E5, y 10.41 galones con Ecopower E10. Además de esto, cada uno recorrió en promedio 345 km y 373 km por cada despacho realizado con Ecopower E5 y E10 respectivamente.

Cuadro 5. Resultados del consumo de combustible con el uso de E5 y E10.

Parámetro	Ecopower E5	Ecopower E10
Consumo promedio de combustible por despacho (gal/despacho)	10.42	10.41
Kilómetros promedio recorridos por despacho (km/despacho)	345	373

4.5 *Compatibilidad del combustible según los manuales de los fabricantes de los vehículos*

Se analizaron los manuales de los vehículos involucrados en el estudio. El 100 % de los vehículos modelos a partir del año 2000 mencionan la capacidad de su motor de utilizar mezclas oxigenadas utilizando etanol, en su mayoría con una cantidad límite del 10 % y algunos vehículos con la posibilidad de llegar al 15 %.

Los manuales de los vehículos anteriores al año 2000 no pudieron ser encontrados, pero 3 vehículos de la muestra (1999, 1997, 1987) utilizaron la mezcla durante las 10 semanas del estudio sin presentar problemas mecánicos o en su funcionamiento.

4.6 *Análisis de la vinculación con la Estrategia Nacional REDD+*

Para presentar los resultados de este análisis, se organizó la información en dos secciones: un análisis del pasado y presente de la producción de etanol en Guatemala, en donde se aborda la producción actual y mecanismos de certificación, y posteriormente, una exploración de posibles escenarios futuros del etanol como combustible. A continuación, se presentan brevemente los principales hallazgos de esta revisión.

En relación con la producción de los biocombustibles como el etanol, con frecuencia se cuestiona si su producción causará impactos ambientales, tales como la degradación de bosques nativos que sean sustituidos por plantaciones de caña de azúcar. En el caso de Guatemala, las certificaciones internacionales de sostenibilidad que se han otorgado al etanol verifican que esta producción no haya generado transformación ni degradación de los bosques, además de cumplir con estándares de responsabilidad social y ambiental en su producción. Sin estas certificaciones, el etanol de Guatemala no podría ser exportado a los mercados internacionales.

Los principales hallazgos de este análisis son los siguientes:

- **Transformación de bosque en la región de estudio.** En el periodo de 10 años correspondientes del 2006 al 2016, se registró una transformación de 149 ha en el área cañera de Guatemala. Esto representa un promedio de 14.9 ha anuales en la región de este cultivo. La mayoría de las transformaciones de bosque ocurrieron dentro del periodo del 2000 al 2012, mientras que en los últimos años no se detectó pérdida o reemplazo de bosque. Los polígonos que se deforestaron poseen un área en promedio de 19 ha.
- **Ganancias de bosque en la región de estudio.** Se registraron 123 ha de ganancia de bosque en el periodo del 2006 al 2016 que corresponden a parches de bosque nativo o plantaciones forestales ganadas en los bordes de las áreas de caña y/o bosques de ribera. Esta ganancia se ha dado por regeneración natural o por reforestación directa. Por otro lado, vale la pena mencionar que existen iniciativas de reforestación por parte de los ingenios. Por ejemplo, el ingenio Pantaleón reporta 791 ha reforestadas en el periodo del 2014 al 2019 (Pantaleón, 2020).
- **Balance.** Si bien es cierto que la pérdida supera a la ganancia dentro del área del estudio (balance igual a 26 ha de pérdida), es importante mencionar que, en general, ha habido poca sustitución de bosque por cultivo de caña en los últimos años. El análisis registra también que, en esta área, hay una tendencia hacia el incremento de plantaciones forestales, así como parcelas de regeneración natural.

Adicional a lo que se reporta con el análisis de cambio de uso del suelo, es importante mencionar que los departamentos de la costa sur no han sido un foco de deforestación en los últimos años. La zona cañera de Guatemala se ubica en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, y Santa Rosa y ninguno de estos departamentos ha sido un foco de deforestación en los últimos años (Cengicaña, 2017). De hecho, todos ellos han tenido ganancia neta de bosque, al evaluar la pérdida versus la ganancia en el periodo del 2006 al 2016. Para citar un ejemplo, en Escuintla, uno de los departamentos con más cultivo de caña, la dinámica en la cobertura forestal para dicho periodo muestra un balance positivo, pues tuvo más ganancia que pérdida de bosque (deforestación: 382 ha/año; ganancia: 876 ha/año; balance: 494 ha de ganancia) (BID, 2016).

Como un aporte en temas de Salvaguardas REDD+, vale la pena mencionar también que desde el año 2011, los ingenios azucareros iniciaron un programa con el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), para la conservación y recuperación de bosques en áreas estratégicas que contribuyan a la protección de riberas de ríos, zonas de recarga hídrica y corredores biológicos en Guatemala. De esa cuenta, implementan anualmente un programa de reforestación, y han desarrollado una Estrategia del sector azucarero para la restauración forestal en la vertiente del pacífico, que trabaja con modelos de

restauración forestal en bosques de ribera, bosques energéticos y maderables, y sistemas agroforestales. Asimismo, tienen viveros forestales en distintas localidades y cuentan con una Política Ambiental del Azúcar, en donde uno de sus ejes principales es la protección de la biodiversidad (ICC, 2019; Azúcar, 2019).

4.6.1 Certificaciones de sostenibilidad

Tal como se mencionaba al inicio, el etanol de Guatemala debe estar certificado para poder ser comercializado en Estados Unidos y Europa. La responsabilidad climática es un tema particularmente relevante en Europa, por lo que ha desarrollado criterios de sostenibilidad obligatorios que deben cumplir los productores de biocombustibles. Dentro de los criterios requeridos por la Unión Europea, se encuentra que el biocombustible brinde una reducción de al menos 50 % en la emisión de GEI en comparación al combustible fósil, y que la materia prima a partir de la cual se produce el biocombustible (la caña, en este caso), no sea producida en tierras con alta biodiversidad o con alto valor de carbono, lo cual incluye humedales y bosques continuos, por ejemplo (Tomei, 2015).

En ese sentido, los datos y evidencia sobre la no-deforestación en las áreas de la caña de azúcar son parte de los criterios que se toman en cuenta para poder brindar los certificados de sostenibilidad a productores de etanol. Así pues, a través de estos certificados se pretende dar cuenta que la caña de azúcar a partir de la cual se hizo el etanol, no causó transformación de bosques.

El etanol producido en Guatemala cuenta con certificaciones como ISCC (International Sustainability & Carbon Certification) y Bonsucro, las cuales deben ser renovadas anualmente, por lo que su producción tiene que cumplir y mantener vigentes los criterios sociales y ambientales de estos mecanismos. Así pues, los productores deben respetar el marco legal, los derechos humanos y laborales, la gestión de la eficiencia de la materia prima, el procesamiento para la sostenibilidad, y no menos importante, la gestión activa de los servicios de biodiversidad y ecosistemas (Pantaleón, 2020; ISCC, 2016). Como referencia, para poder optar al certificado de sostenibilidad ISCC, deben cumplirse los siguientes principios (ISCC, 2016):

- **Principio 1.** Protección de tierras con alto valor de biodiversidad o alto contenido de carbono (la referencia para cualquier determinación de estatus es enero de 2008. Si para entonces la tierra ya había sido de cultivo, el uso de materia prima de esa tierra está en línea con el ISCC).
- **Principio 2.** Producción ambientalmente responsable para proteger el suelo, el agua y el aire.
- **Principio 3.** Condiciones de trabajo seguras.
- **Principio 4.** Cumplimiento de los derechos humanos, laborales y de tierras.
- **Principio 5.** Cumplimiento de las leyes y los tratados internacionales.
- **Principio 6.** Buenas prácticas administrativas y mejoramiento continuo.

En este sentido, el etanol producido en Guatemala, al contar con este tipo de certificaciones, posee un respaldo en cuanto a la sostenibilidad en su producción, incluyendo que, de 2008 en adelante, éste no sea producido en tierras de alta biodiversidad o alto contenido de carbono como bosques primarios, humedales o áreas de bosque continuo.

Poseer estas certificaciones, sumado al análisis de dinámica de la tierra realizado por el CEAB y a los datos publicados en el análisis de cobertura forestal para Guatemala (2006-2016), permite evidenciar que la producción de etanol en Guatemala no sería causal de deforestación. Estos datos apoyan que la utilización

de etanol en la gasolina estaría en línea con la Estrategia REDD+ y también en cuanto a la aplicación de salvaguardas relativos al incremento de los stocks de carbono.

5 Etanol a futuro en Guatemala.

Con la producción actual de etanol, Guatemala tiene la capacidad de abastecer el mercado interno con una mezcla E10, pues según el consumo de gasolina del año 2017, se necesitarían 54 millones para suplir la demanda, de los 65 millones de galones por año que se producen. Con esta mezcla, Guatemala podría reducir anualmente más de 433 mil toneladas de CO₂eq cada año y apoyar en cumplir los compromisos de reducción de gases de efecto de invernadero adquiridos en los convenios internacionales (Estrategia LEDS, 2018).

En relación con la expansión del cultivo y el riesgo de posibles nuevas deforestaciones en el futuro, se considera que esto será poco probable debido a los siguientes aspectos:

- **Se produce suficiente etanol.** Se ha estimado que la producción actual de etanol, alcanzaría para abastecer con E10 a todo el parque vehicular del país, por lo que no sería necesario expandir las plantaciones de caña de azúcar.
- **Mayor rendimiento antes que expansión.** El análisis elaborado por CEAB muestra que la región cañera posee un suelo con alta capacidad de uso e intensidad. En cuanto a la capacidad de uso, el 94 % del área cañera se encuentra en tierras con categorías I, II y III las cuales se consideran aptas para agricultura sin limitaciones o cultivos intensivos. En relación con la intensidad de uso del suelo, se obtuvo que un 21 % del área cañera se encuentra con una utilización correcta, un 76 % con subutilización, y un 3 % sobreutilizada. Esto, aunado a que la caña en Guatemala posee excelentes calificaciones en cuanto a su rendimiento, hace suponer que antes de una expansión en territorio, los ingenios continuarían trabajando en optimizar más aún el rendimiento de la cosecha, lo cual ha quedado demostrado al casi duplicar sus rendimientos en el transcurso de los últimos 60 años (GENGICAÑA, 2020). Esto les permitiría aprovechar su propia tecnología y experiencia, el desarrollo de nuevas variedades de caña, la investigación científica enfocada en el uso óptimo de insumos, la capacidad de uso de la tierra y minimizar posibles costos asociados a una expansión a sitios más remotos.
- **Certificaciones vigentes.** Guatemala es un productor y exportador de etanol avanzado y cuenta con certificaciones internacionales que debe mantener, tales como ISCC y Bonsucro. Las certificaciones verifican que la producción local no cambia el uso de la tierra (específicamente que no habrá conversión de bosque en las áreas de cultivo), no genera deforestación de bosques y cumple con estándares de derechos humanos. Se asume por ello que, para mantener vigente su certificación, deben cumplir con estos requerimientos.

Adicionalmente cabe destacar que una decisión política sobre la utilización de etanol en la gasolina podría provocar cambios positivos para el ambiente y la salud, al incorporar energías renovables que se producen nacionalmente, y que cumplen con los requerimientos internacionales de calidad y sostenibilidad, como ecoPower. Específicamente, no compromete la seguridad alimentaria, fortalece la economía y genera beneficios ambientales al disminuir las emisiones de CO₂ de los vehículos que la utilizan. Adicionalmente,

se encuentra alineado con la Estrategia REDD+ y con los lineamientos planteados en la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Este proyecto ha permitido unir esfuerzos multisectoriales y muestra la importancia de vincular la ciencia con la política, para una mejor toma de decisiones, basadas en evidencia.

6 Retroalimentación de los usuarios de los vehículos

Antes del lanzamiento oficial del proyecto, se tuvo una reunión introductoria con los usuarios de los vehículos para darles a conocer los objetivos del proyecto, las mediciones que se iban a tomar y los controles que se llevarían a cabo.

Asimismo, el 25 de septiembre del 2020 se tuvo la primera reunión de seguimiento con los usuarios para obtener su retroalimentación y opiniones sobre el funcionamiento de los vehículos, en general, los comentarios fueron positivos. Varios de ellos indicaron que sentían que el combustible les rendía más, mientras que otros indicaron que creían que les rendía menos. Sin embargo, se realizó un análisis de rendimiento comparativo entre el uso de E5 y E10. Al comparar los rendimientos de los vehículos se ve un ligero aumento en la eficiencia de estos en comparación con los resultados de E5. El 64 % de la muestra mejoró rendimientos con el ecopower E10 en comparación con la mezcla E5, mientras que el 32 % presentó una disminución y el 4 % se mantuvo en el mismo rango. Los aumentos y reducciones de rendimiento de combustible fueron bajos, en el rango de ± 0.8 -5 km/gal.

El 4 de diciembre del 2020 se tuvo la última reunión de retroalimentación en donde los comentarios indicaron que no presentaron ningún desperfecto mecánico y con la misma percepción que el combustible les había rendido mejor. También, conforme se fue desarrollando el proyecto, se documentaron testimoniales, los cuales quedaron grabados. En el cuadro 6 se presentan algunos de ellos.

Cuadro 6. Comentarios expresados por algunos de los usuarios de vehículos.

Comentarios	Usuarios
Es una experiencia muy bonita. Se siente mucho el cambio del consumo de la gasolina. Es un poco más eficiente. Yo viajo al interior de Guatemala, entonces, sí siento mucho la diferencia en el consumo. No he notado cambios drásticos solamente el económico. En tres semanas tuve que colocarle ecopower a mi vehículo únicamente dos veces	Claudia Samayoa Asesora de mitigación al cambio climático del MARN
He estado consciente tratando de ver potencia a la hora de acelerar, fluidez en el tráfico e inclusive, también he estado atento al ruido de mi vehículo, pero la verdad es que ha sido muy parecido a lo que hubiera sido con combustible normal. Yo siento que ha sido igual de eficiente. Tener un vehículo que emita menos gases es mucho mejor para el ambiente y la ciudad; será muy importante para largo plazo.	Enrique Godoy, Conductor de Temas y Debates de Radio Infinita
Nosotros siempre hemos estado colaborando y atentos a todos los cambios de las nóminas de combustible en Guatemala. Estamos interesados, como asociación, en la participación de este proyecto,	Luis Fernando Blanco Representante de AIDVA

<p>esta investigación científica, en la cual nos encontramos en la fase de experimentación. Estamos muy emocionados de poder colaborar y realmente esperamos que los resultados sean concluyentes y positivos para el país.</p>	
<p>Cinco de los vehículos municipales están recibiendo combustible y están participando en esta prueba piloto. Tanto desde vehículos como pequeños camioncitos hasta pickups como motocicletas están utilizando este combustible pasando por todas las normas que se establecieron como parte del proyecto, desde su primera revisión mecánica como todas las otras evaluaciones. Estamos conscientes que ecopower apoya a la reducción de la contaminación en la ciudad y aumenta la calidad de vida de nuestros vecinos.</p>	<p>María José Avendaño Directora de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala</p>
<p>Cambios en el estado físico del carro, ninguno, todo ha sido normal, a excepción de la economía, es posible que si me rinda más la gasolina con etanol que la gasolina convencional.</p>	<p>Flor Calderón Departamento de Mitigación de Cambio Climático del MARN</p>
<p>He realizado algunos viajes largos dentro del territorio nacional y he sentido que el combustible ha rendido mucho más.</p>	<p>Natali Rodríguez Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</p>
<p>Veo que saca menos humo, el humo es bien transparente, no es espeso como se mira en otros motores, si pueden pasarse a ecopower sería buenísimo aparte que estamos ahorrando, también ayuda al medio ambiente.</p>	<p>Miriam Girón Técnico Ambiental Municipalidad de Guatemala</p>
<p>Mi carro ha rendido un poco mejor, no lo tengo específicamente medido, pero lo que noto es que el tanque de combustible me dura por lo menos dos días más de lo que habitualmente me estaba durando que era ocho días o una semana.</p>	<p>Juan Luis Font Periodista Con Criterio</p>
<p>Se vieron reducciones importantes de gases de efecto de invernadero, incluso en el dióxido de carbono, uno de los gases principales que inciden en el deterioro del medio ambiente, además no tuvo consecuencias en los vehículos, creo que fue un buen programa. Son proyectos que se enfocan en empezar a dar pasos hacia adelante hacia una estrategia de desarrollo que le hace falta al país, sobre todo en un año que fue puesto en evidencia lo desastroso que pueden ser los fenómenos naturales como consecuencia del cambio climático.</p>	<p>Samuel Pérez Diputado Bancada Semilla</p>
<p>La importancia de contar con etanol en el combustible para la disminución de los gases de efecto invernadero, es importante porque pudimos ver en nuestros vehículos el cambio que tuvo no solo en el motor, sino también en la forma de circulación del vehículo, lo cual disminuyó los gases que se producen a través del consumo de gasolina normal.</p>	<p>Samantha Figueroa Diputada Bancada UNE</p>

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7 Conclusiones y Recomendaciones

Los principales hallazgos de este proyecto fueron los siguientes:

- El funcionamiento de los vehículos no se ve afectado en lo absoluto al utilizar etanol en la gasolina (ni con E5, ni con E10).
- El uso de etanol en los vehículos reduce los gases de combustión: los hidrocarburos hasta un 74.17 %, el monóxido de carbono (CO) hasta 71.74 %, el dióxido de azufre (SO₂) hasta 54.18 %, el óxido de nitrógeno (NO) hasta 39.96 % y el dióxido de carbono (CO₂) hasta 21.17 %, generando beneficios ambientales al disminuir las emisiones de los vehículos que lo utilizan.
- En términos generales, ha existido poca sustitución de bosque por cultivo de caña en los últimos años, y en esta área hay una tendencia hacia el incremento de sitios de reforestación, así como parcelas de regeneración natural, por lo que el uso de etanol en la gasolina se considera alineado con las Estrategia REDD+ y la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- Se considera poco probable la expansión del cultivo y el riesgo de posibles nuevas deforestaciones en el futuro, debido a tres aspectos: (1) la producción actual de etanol alcanzaría para abastecer con E10 a todo el parque vehicular del país, por lo que no sería necesario expandir las plantaciones de caña de azúcar; (2) Guatemala es un productor y exportador de etanol avanzado y cuenta con certificaciones internacionales que debe mantener, por lo cual la producción local no puede cambiar el uso de la tierra (específicamente que no habrá conversión de bosque en las áreas de cultivo); y (3) se considera que antes de una expansión en territorio, los ingenios continuarían trabajando en optimizar más aún el rendimiento de la cosecha, lo cual ha quedado demostrado al casi duplicar sus rendimientos en el transcurso de los últimos 60 años, esto les permitiría aprovechar su propia tecnología y experiencia, el desarrollo de nuevas variedades de caña, la investigación científica enfocada en el uso óptimo de insumos, la capacidad de uso de la tierra y minimizar posibles costos asociados a una expansión a sitios más remotos.
- Una decisión política sobre la utilización de etanol en la gasolina podría provocar cambios positivos para el ambiente y la salud, al incorporar energías renovables que se producen nacionalmente y que cumplen con los requerimientos internacionales de calidad y sostenibilidad.
- Este proyecto ha permitido unir esfuerzos multisectoriales y muestra la importancia de vincular la ciencia con la política, para una mejor toma de decisiones basadas en evidencia.

7.1 Recomendaciones generales para las actividades de coordinación en la logística de la mezcla

En el área económica, legal, ambiental y social, el desarrollo de este plan piloto en el parque vehicular permitió confirmar el comportamiento sobre las variables asociadas con el rendimiento en kilómetros por galón, potencia en el desempeño y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, permitió entender y reforzar aspectos técnicos relacionados con la cadena de suministro a considerar en la implementación de la mezcla E10. Las actividades de coordinación en la logística de la mezcla, tal como su transporte y despacho para el desarrollo del plan piloto, permitió entender mejor el comportamiento

del producto de la mezcla y poder recomendar acciones para la cadena de suministro tomando en cuenta sus características particulares. En ese sentido, a continuación, se presentan algunas recomendaciones.

- Recomendaciones para las terminales de combustible y destilerías:
 - Continuar con el fortalecimiento de las mesas técnicas interinstitucionales para establecer un plan de acciones financieras, administrativas y técnicas para la implementación de la mezcla.
 - Fortalecer el enlace entre la industria de distribución y comercialización de combustibles y la de producción y distribución de etanol para entender las prácticas y procedimientos de trabajo de cada una de ellas con la finalidad de asegurar la calidad, cantidad y seguridad en la operación y logística de la implementación de etanol en las gasolinas a nivel nacional.
- Recomendaciones para las empresas de transporte:
 - Reforzar a nivel de gremial de transportistas de combustible la comunicación sobre los procedimientos, características de la mezcla y cuidados operacionales a observar sobre el estado general de unidades de transporte y asegurar la calidad del producto en su distribución.
- Recomendaciones para las estaciones de servicio:
 - Establecer los canales de comunicación a nivel de gremial de expendedores de combustible para el claro entendimiento de propiedades de producto, los mitos y realidades sobre el impacto en las instalaciones y calidad de producto al consumidor.
 - Comunicar e implementar listas y prácticas de verificación de infraestructura e instalaciones en las estaciones de servicio para asegurar en la descarga, en el control de inventarios y despachos de combustible la calidad del producto al consumidor.
 - Establecer programas de capacitación a todo el personal a cargo de la recepción y despacho de combustible sobre las propiedades del producto, el control de calidad de sus inventarios y prácticas correctas para el aseguramiento de la calidad del producto a despachar.
 - Reforzar la comunicación con los contratistas y técnicos de las empresas dedicadas a la planificación, diseño, instalación y mantenimiento, sobre las prácticas correctas y los equipos necesarios para asegurar la hermeticidad de los sistemas de distribución de combustible en una estación de servicio.
 - Sugerir la creación de estándares de calidad mínimos en el diseño, construcción y mantenimiento de estaciones de servicio y su implementación a través del ente regulador.
- Recomendaciones para los importadores, distribuidores y para los talleres de mantenimiento de vehículos:
 - Propiciar la comunicación y capacitación sobre las propiedades y beneficios de la mezcla, con los importadores de vehículos nuevos, usados, institutos de formación tecnológica vocacional y talleres de mantenimiento a gran escala.

8 Bibliografía

Asociación de Azucareros de Guatemala, 2019. Azúcar de Guatemala adopta política para proteger el ambiente. Accedido en: <https://www.azucar.com.gt/2019/06/05/azucareros-adoptan-politica-para-proteger-el-ambiente/#:~:text=La%20Pol%C3%ADtica%20Ambiental%20incluye%20ocho,como%2C%20protecci%C3%B3n%20de%20la%20biodiversidad.>

Asociación de Azucareros de Guatemala. 2019. Ingenios Azucareros reforestarán con más de 930 mil árboles en 2019. Accedido en: <https://www.azucar.com.gt/2019/05/22/ingenios-azucareros-reforestaran-con-mas-de-930-mil-arboles-en-2019/>

Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala, 2020. Etanol. Accedido en: <http://acrguatemala.com/etanol/>

BID, Forest Carbon Partnership, Consorcio Sud Austral, Gopa, Calmecac. Forest Finest. 2016. Mapa: Dinámica de cambio en la cobertura forestal de Guatemala para el periodo 2006 – 2016. Proyecto: Consolidación Estrategia Nacional Redd+ De Guatemala.

Cengicaña, 2017. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Accedido en: <https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf>.

Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones Sector Transporte, 2018. Promover el uso del Etanol Avanzado en la gasolina en Guatemala.

GCI, 2020. Estrategia Nacional REDD+ Guatemala (2020-2050) (ENREDD+) Bosque | Gente | Futuro. Gobierno de Guatemala, Grupo de Coordinación Interinstitucional (GCI). Ciudad de Guatemala.

Hoza L., 2020. Biofuels: an option of choice to face the Climate Change. Presentación de Luiz Horta Nogueira, Universidad Federal de Itajubá, Universidad Estatal de Campinas.

ICC, 2019. La Estrategia del Sector Azucarero de Guatemala para la Restauración Forestal en la Vertiente del Pacífico. Accedido en: <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2016/07/estrategia-del-sector-azucarero-para-reforestar.pdf>

International Sustainability & Carbon Certification ISCC, 2016. Requisitos de Sostenibilidad ISCC 202. https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/02/ES_ISCC_202_Sustainability-Requirements_3.0.pdf

MEM y Fundación Solar 2015. Informe Técnico Final. Plan Piloto para la Mezcla de Etanol Carburante en la Gasolina en Guatemala. Guatemala, 2015.

Ministerio de Energía y Minas. –MEM- 2020. <https://www.prensalibre.com/economia/el-plan-piloto-que-retomaria-pruebas-para-mezclar-etanol-en-combustibles-en-guatemala/>

Pantaleon 2020. Responsibly transforming resources. Accedido en <https://www.pantaleon.com/responsible-development/environment/?lang=en>

Prado, M. 2012. El caso de la producción de etanol en Brasil: ¿un ejemplo para los países de América Latina? Accedido en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v21n1/v21n1a11.pdf>

Tomei, J. 2015. The sustainability of sugar-cane ethanol systems in Guatemala: Land, labour and law. Biomass and Bioenergy 82: 94-100. Accedido en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953415300040#bib7>

9 Anexos

9.1 Anexo 1: presentación de resultados E5



PLAN PILOTO FASE 1

34 VEHÍCULOS
5 SEMANAS DE USO DE MEZCLA
GASOLINA CON 5% DE ETANOL



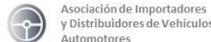
UN ESFUERZO INTERINSTITUCIONAL CON EL MISMO OBJETIVO

- ▶ Experimentar el uso de etanol en la gasolina en 34 vehículos por 10 semanas.
- ▶ Realizar un análisis de emisiones de GEI utilizando combustible con y sin mezcla de etanol.
- ▶ Divulgar los resultados sobre el impacto del proyecto.
- ▶ Utilizar los resultados como base para trazar una ruta y definir una política para el país.

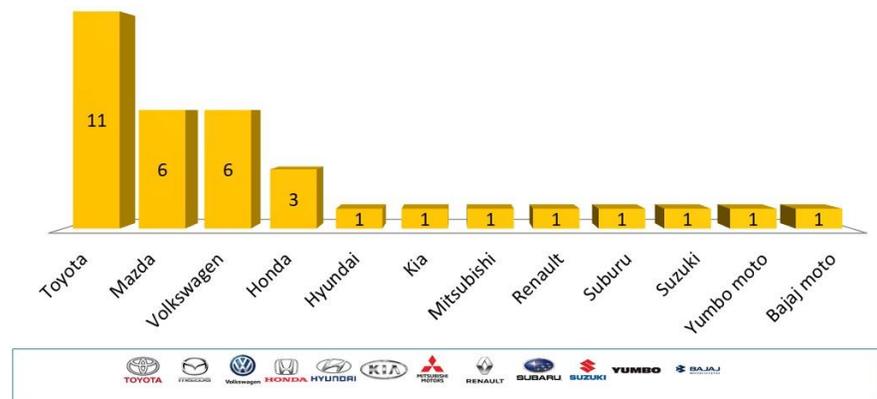
¿POR QUÉ ETANOL?

- ▶ +40 países en el mundo lo utilizan hace más de cuatro décadas. La mezcla de gasolina con etanol es un hecho consolidado a nivel mundial, de fácil implementación, posibilidad inmediata, con beneficios incuestionables para el planeta, la salud y el país.
- ▶ Guatemala tiene la capacidad de hacer cambios sustanciales en la salud, el ambiente y la economía con la fusión de combustibles renovables, cumpliendo con la exigencia mundial de reducir emisiones de gases de efecto invernadero.
- ▶ En el país, el uso de etanol no implica cambio en el uso de la tierra, cumpliendo con la Estrategia Nacional para de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+).
- ▶ No amenaza la seguridad alimentaria.
- ▶ Fortalece la economía de manera sostenible, con la generación de 29 mil 162 empleos directos e indirectos.
- ▶ Reduce el uso de aditivos a base de petróleo, por lo que no solo hay beneficios ambientales sino también en la salud de las personas.

PARTICIPANTES

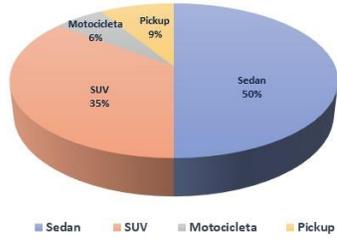
 <p>GOBIERNO de GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	 <p>GOBIERNO de GUATEMALA MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS</p>	 <p>GOBIERNO de GUATEMALA MINISTERIO DE ECONOMÍA</p>	
 <p>CONGRESO de la REPUBLICA</p>	 <p>Muni Guate</p>		
 <p>Universidad Rafael Landívar Tradición forjada en Guatemala</p>	 <p>Asociación de Importadores y Distribuidores de Vehículos Automotores</p>		
 <p>PL PENSUAREZ</p>	 <p>CANAL ANTIGUA</p>	 <p>Temas Debate Quique Godoy</p>	 <p>CON CRITERIO</p>

MUESTRA POR MARCA DE VEHÍCULO



CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Muestra vehicular por tipo de vehículo

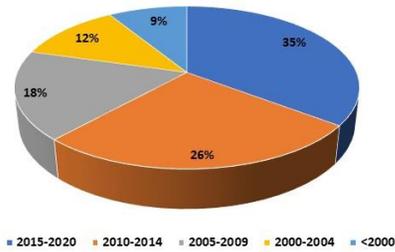


Muestra vehicular según kilometraje recorrido



CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Año de fabricación de la muestra



- ▶ 35% modelo 2015-2020
- ▶ 56% modelo 2000-2014
- ▶ 9% están debajo del año 2000
- ▶ Consumo promedio 9.87 gal / semana.
- ▶ 346 km promedio recorridos / semana.

EVALUACIONES MECÁNICAS Y AMBIENTALES

- ▶ Inspección mecánica, scanner y servicio menor.
- ▶ Medición ambiental antes de servicio mecánico menor, con E0.
- ▶ Medición ambiental después de servicio mecánico menor, con E0.
- ▶ Medición ambiental usando E5, gasolina con 5% etanol avanzado.



[Link video entrevista Ing. Zambrano](#)

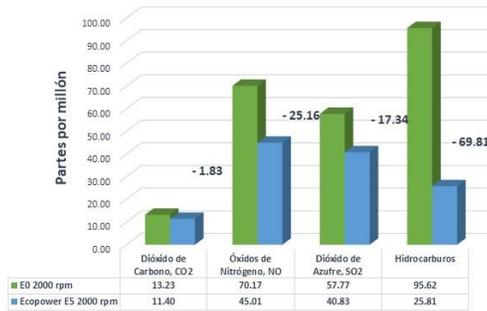


CONTROL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLE

- ▶ Se utilizó gasolina regular para aditarla con etanol.
- ▶ Se realizó control de calidad del combustible con un laboratorio privado y con el del Ministerio.
- ▶ El uso de 5% de Etanol le aumentó 1.6 grados de octano a la gasolina.
- ▶ El *ecopower* cumple con todos los parámetros de la normativa de calidad nacional.

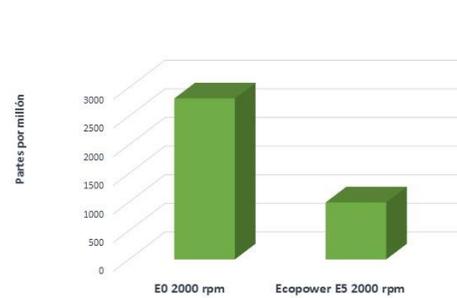
REDUCCIÓN DE EMISIONES

Reducción de concentración en gases de combustión
Ecopower E5 vs. E0



Fuente: Universidad del Valle de Guatemala

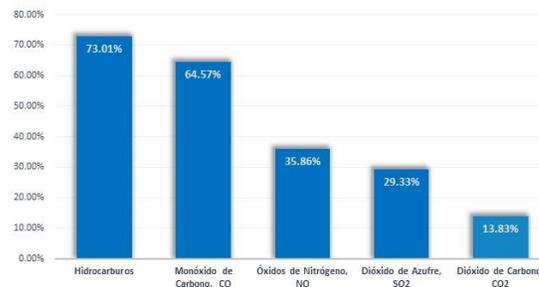
Reducción de concentración de monóxido de carbono vs. Ecopower E5



REDUCCIÓN DE EMISIONES USANDO 5% DE ETANOL EN LA GASOLINA

- ▶ Los hidrocarburos disminuyen un 73%.
- ▶ El CO disminuyó un 64.75%.
- ▶ NO disminuyó 35.86%.
- ▶ SO2 disminuyó un 29.33%.
- ▶ CO2 disminuyó un 13.83%.
- ▶ Todos los parámetros disminuyeron al usar 5% de Etanol en la gasolina, esto ayuda a mejorar la calidad de aire y, por ende, la salud de los guatemaltecos.

Porcentaje de reducción de emisiones usando Ecopower E5 vs. E0



Universidad

CONCLUSIONES

- ▶ Los 34 vehículos a prueba están en perfecta condición mecánica después del uso de *ecopower*.
- ▶ La muestra del proyecto se asemeja al parque vehicular de Guatemala.
- ▶ El etanol aumenta el octanaje de la gasolina.

- ▶ El uso de *ecopower* cumple con la normativa nacional.
- ▶ El uso de *ecopower* E5 disminuyó en un 73.01% la emisión de hidrocarburos y en un 64.7% las de monóxido de carbono, lo cual ayuda a mejorar la calidad de aire y la salud de los guatemaltecos.

[Link video testimoniales usuarios.](#)

PLAN PILOTO



PRIMERA FASE DE PLAN PILOTO COMPRUEBA LOS BENEFICIOS DEL USO DE ETANOL AVANZADO PARA PROMOVER LA MOVILIDAD LIMPIA Y SOSTENIBLE:

Para el ambiente

- Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y mejora la calidad del aire.
- Posee un alto octanaje (105-114), siendo oxigenante.
- No produce compuestos de azufre.
- Reduce al menos un 70% los gases de efecto invernadero en comparación con la gasolina.
- Cumple con los compromisos ambientales nacionales e internacionales del país.

En la economía

- Reactiva la economía agrícola e impulsa la recuperación económica post Covid-19.
- Impulsa la industria nacional.
- Promueve el ahorro de divisas.
- Brinda independencia energética del petróleo internacional e incrementa la seguridad energética del país.
- Genera fuentes de empleo.
- El precio de combustible al consumidor final se mantiene estable.

Para la salud

- Mejora la calidad del aire al reducir el material particulado en el tubo de escape.
- Evita el uso de aditivos de la gasolina que son considerados cancerígenos.
- Reduce en un 20% el riesgo de cáncer de pulmón según la Asociación Americana Pulmonar.

MUCHAS GRACIAS

9.2 Anexo 2: presentación de resultados E10



¿POR QUÉ REALIZAMOS UN PLAN PILOTO?

- ▶ Guatemala tiene compromisos internacionales de reducir emisiones de gases de efecto invernadero para mejorar la calidad de vida de la población.
- ▶ Cualquier solución debe promover el crecimiento económico, el desarrollo social y la responsabilidad ambiental.
- ▶ Hoy, Guatemala ya tiene la capacidad de implementar una solución confiable que cumple con estos requisitos: uso de combustibles renovables que benefician la salud, ambiente y economía.



¿EN QUÉ CONSISTIÓ?



- ▶ Una ruta para comprobar científicamente los resultados y beneficios del uso de etanol en la gasolina en vehículos de diferentes marcas, modelos y recorridos.

▶ Con respaldo interinstitucional:

34 VEHÍCULOS
10 SEMANAS DE USO DE MEZCLA DE
GASOLINA CON 5% Y 10% DE ETANOL



DOS ETAPAS: 5% Y 10% DE ETANOL CON ANÁLISIS TÉCNICOS DE EMISIONES DE GEI



PARTICIPANTES

 <p>GOBIERNO de GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	 <p>GOBIERNO de GUATEMALA MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS</p>	 <p>GOBIERNO de GUATEMALA MINISTERIO DE ECONOMÍA</p>
 <p>CONGRESO de la REPUBLICA</p>	 <p>Muni Guate</p>	
 <p>Universidad Rafael Landívar Facultad de Ingeniería en Guatemala</p>	 <p>Asociación de Importadores y Distribuidores de Vehículos Automotores</p>	
 <p>PL Prensos Ltda</p>	 <p>CANAL ANTIGUA</p>	 <p>Temas Debate Quisque Godoy</p>
		 <p>CON CRITERIO</p>

PLAN PILOTO RESULTADOS MEZCLA DE ETANOL



Número de vehículos	34
Período de prueba	10 SEMANAS -5 con mezcla 5% -5 con mezcla al 10%

TOYOTA		11
MAZDA		6
VW		6
HONDA		3
HYUNDAI		1
KIA		1
MIUBA		1
RENAULT		1
SUBARU		1
SUZUKI		1
BAJAJ		1
YUMBO		1

Ninguno de los vehículos sufrió desperfectos mecánicos o requirió modificaciones.



EN GUATEMALA ES DE FÁCIL IMPLEMENTACIÓN PUES NO REQUIERE VEHÍCULOS O INFRAESTRUCTURA NUEVA

- ▶ En el país, el uso de etanol no implica cambio en el uso de la tierra, cumpliendo con la Estrategia Nacional para de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+).
- ▶ No amenaza la seguridad alimentaria, porque en Guatemala el etanol se produce con un subproducto.
- ▶ Fortalece la economía de manera sostenible, con la generación de 29 mil 162 empleos dignos directos e indirectos.
- ▶ Reduce el uso de aditivos a base de petróleo, por lo que no solo hay beneficios ambientales sino también en la salud de las personas.



EL PLAN PILOTO TUVO UN ESTRICTO CONTROL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLE

- ▶ Se utilizó gasolina regular para aditarla con etanol.
- ▶ Hubo control de calidad del combustible con un laboratorio privado y con el del MEM.
- ▶ El uso de 5% de etanol aumentó en 1.6 grados el octano y el 10% aumentó en 3 grados de octano la gasolina.
- ▶ **ecopower** cumple con todos los parámetros de la normativa de calidad nacional.

RESULTADOS EN 10 SEMANAS DE USO DE



▶ El mayor recorrido de un vehículo usando **ecopower** fue de 7,909 km. En promedio los vehículos recorrieron 2,500 km.

▶ Se comprobó que el 64% de la muestra mejoró rendimientos con el 10% de mezcla de etanol en comparación de la mezcla del 5%.

▶ Se determinó que, en vehículos a partir del año 2000, los manuales ya garantizan el uso del 10% de etanol.

GASOLINES CONTAINING MTBE

Gasolines that contain MTBE (Methyl Tertiary-Butyl Ether) are available in the market. If you use a gasoline mixed with MTBE, make certain that it does not contain more than 15% of MTBE.

GASOLINES CONTAINING MMT

Some gasolines contain an octane-enhancing additive called MMT (methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl).

Toyota does not recommend the use of gasolines that contain MMT. If fuels containing MMT are used, your emission control system may be adversely affected. The Malfunction Indicator Lamp on the instrument cluster may come on. If this happens, contact your Toyota dealer for service.

GASOLINES CONTAINING ALCOHOL

If you use gasohol in your Toyota, be sure that it is unleaded, has an octane rating no lower than 87 and does not contain more than 10% ethanol. Gasohol is a mixture of gasoline and ethanol.

Toyota do not recommend the use of gasolines containing methanol. If you use gasoline containing methanol, use only gasoline meeting the requirements above and also containing less than 5% methanol with cosolvents and corrosion inhibitors for methanol.

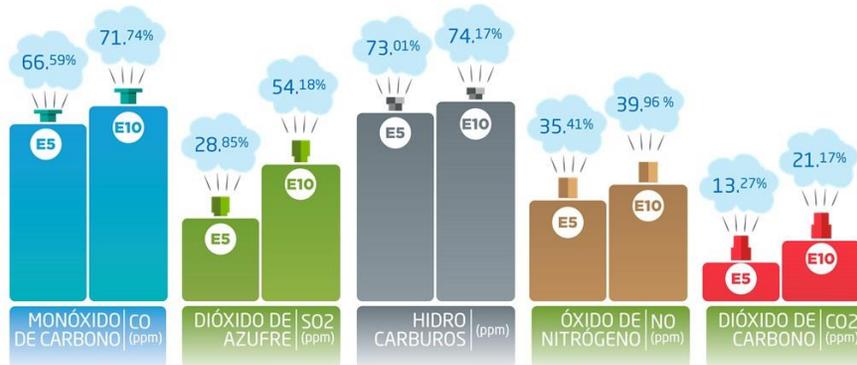
GASOLINES QUALITY

In a very few cases, you may experience driveability problems caused by the particular gasoline that you are using. If you continue to have unacceptable driveability, try changing gasoline brands. If that does not rectify your problem, then consult your Toyota dealer.

NOTICE

- Do not use gasohol other than stated above. It will cause fuel system damage or vehicle performance problems.
- If driveability problems occur (poor hot starting, vaporizing, engine knock, etc.), discontinue the use.
- Take care not to spill gasohol during refueling. Gasohol may cause paint damage.

Toyota Corolla 2000

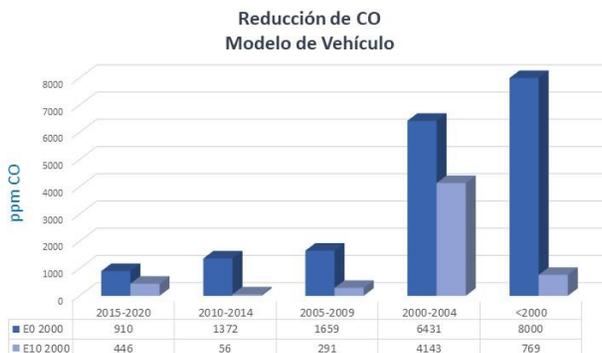


Reducción de emisiones

Todos los parámetros disminuyeron al usar 5% y 10% de etanol en la gasolina, mejorando la calidad de aire y, por ende, la salud de los guatemaltecos.

Fuente: Universidad del Valle de Guatemala

REDUCCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO POR ANTIGÜEDAD DE VEHÍCULOS



La presencia del Monóxido de Carbono, (el gas más contaminante para la salud humana), se reduce más en los vehículos antiguos de la muestra con el uso de



Fuente: Universidad del Valle de Guatemala

LA EVIDENCIA CIENTÍFICA ANULA LOS 8 MITOS QUE SE PROMUEVEN PARA OPONERSE AL USO DEL ETANOL

“Para producir etanol, se disminuyen los bosques por más área cultivable”. **FALSO**

- ▶ Guatemala produce etanol hace más de 35 años y cuenta con una capacidad instalada de 65 millones de galones al año, suficiente para suplir una mezcla del 10% en las gasolinas del país.

“Se consumen muchos pesticidas y agua para producir etanol”. **FALSO**

- ▶ Las certificaciones de sostenibilidad del etanol guatemalteco exigen el no uso de pesticidas y agroquímicos de franja roja, que están prohibidos internacionalmente, así como no cambiar el uso del suelo.

“El proceso de producción de etanol también genera dióxido de carbono”.

- ▶ La emisión de gases de efecto invernadero se ha estudiado por décadas, en el caso de etanol de caña los reduce al menos en un 70% en comparación a la gasolina.

“La gasolina con etanol es más cara”. **FALSO**

- ▶ El precio en Guatemala permanecerá estable, sobre todo porque el 90% es regido por la gasolina que se importa y no por sus aditivos, además que el etanol aumenta su octanaje, la oxigena y aumenta la potencia, lo que mejora la combustión.

LA EVIDENCIA CIENTÍFICA ANULA LOS 8 MITOS QUE SE PROMUEVEN PARA Oponerse AL USO DEL ETANOL

“Los vehículos deben ser adaptados para usar etanol”. FALSO

La evidencia técnica de más de 20 años ha demostrado que no se necesita modificar los vehículos para usar 10% de etanol. De hecho, los manuales de los propios carros lo indican.

“Los precios de los alimentos, en especial del maíz, se incrementan debido al uso de biocombustibles”. FALSO

En Guatemala, el etanol se produce con melaza, un subproducto del azúcar, por lo que no afecta la seguridad alimentaria. No se requiere de más plantaciones para abastecer el 10% de etanol.

“El consumidor debe tener la libertad de elegir qué gasolina quiere comprar”.

Hoy el consumidor compra lo que los importadores traen según la nómina de productos petroleros, es por eso que el Ministerio como ente rector, debe de establecer los parámetros para tener una mejor calidad de gasolina y que reduzcan las emisiones.

“La venta de gasolina con etanol no está prohibida en el país, por lo que no se necesita una ley”.

Existe una ley vigente, pero inoperante desde hace 35 años, que indica que la gasolina debe tener al menos 5% de etanol, lo que no sucede. Por eso se necesita actualizar el marco legal.

CONCLUSIONES: USAR ETANOL EN GASOLINA ES SEGURO Y BENEFICIA A TODOS LOS GUATEMALTECOS

Los 34 vehículos a prueba están en perfecta condición mecánica después del uso de E5 y E10.

El etanol aumenta el octanaje, oxigena la gasolina y reduce las emisiones de combustión y, por ende, los gases de efecto invernadero.

El uso de E5 y E10 cumple con la normativa nacional.

El uso de E5 y E10 disminuyó todos los gases de combustión.

El uso de E10 disminuyó en un 74.14% la emisión de hidrocarburos y en un 71.74% las de monóxido de carbono.

El uso de reduce el uso de aditivos contaminantes para la salud humana.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

movilidadVERDE ecopower



¿QUÉ SIGUE?

Utilizar los resultados como base para trazar una ruta y definir una política para el país, basada en un diálogo participativo y técnico.

MUCHAS GRACIAS



9.3 Anexo 3: enlace al video del proyecto Movilidad Verde

movilidadVERDE
Cuidando el medio ambiente, la salud y la economía



Enlace para acceder al video:

<https://drive.google.com/file/d/11IDUKtyYdT9W3tfNb7LCeXX-RPbLWOqG/view?usp=sharing>