

REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS EXPORTACIONES DE CAFÉ COLOMBIANO UTILIZANDO VEHÍCULOS ELÉCTRICOS PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DESDE EL CULTIVO HASTA EL PUERTO

Autores

Luisa Spaggiari¹, Andrés Felipe Rey² Gordon Wilmsmeier³, Alejandro Lozano⁴, Jeisson Riaños⁵, Diego Castro⁶

¹ Universidad de Los Andes, Colombia, l.spaggiari@uniandes.edu.co, ² Universidad de Los Andes, Colombia, a.reyl@uniandes.edu.co, ³ Universidad de Los Andes, Colombia, g.wilmsmeier@uniandes.edu.co, ⁴ ExpoCafé, Colombia, alozanor@expocafe.com, ⁵ ExpoCafé, Colombia, jriano@expocafe.com, ⁶ ExpoCafé, Colombia, dcastro@expocafe.com

Palabras claves: Carbon Footprint, Supply Chain Management, Road Freight Transportation, Coffee Supply Chain, Battery Electric Truck.

Introducción

Colombia es conocida por su café. Anualmente el país exporta casi un millón de toneladas. El café se cultiva en zonas montañosas principalmente en el eje cafetero, Antioquia, y el Huila, a más de 900 km de los principales puertos. Cerca del 98% de la carga en Colombia se transporta por carretera en camiones de propiedad de un solo propietario, en vehículos con una antigüedad de más de 15 años y con bajos estándares de control de emisiones.

El transporte por carretera es el modo de transporte de mercancías más intensivo en energía (por tonelada - kilómetro) y funciona casi exclusivamente con combustibles fósiles, con una baja eficiencia energética y un alto nivel de emisión de gases.

Los camiones ligeros, medianos y pesados aportan el 42 % de las emisiones de CO₂ de todos los modos de transporte, lo cual es el 4,6 % de las emisiones de CO₂ de todos los sectores en Colombia en 2019 (Uniandes-Unicardiff, 2022). La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero es uno de los mayores desafíos mundiales hasta 2050. En 2019, el gobierno promovió la Ley 1864 que respalda los vehículos eléctricos en Colombia para reducir las emisiones contaminantes y los GEI al tiempo que contribuye a la movilidad sostenible. Más recientemente en diciembre de 2021, se publicó la ley de acción climática, en el cual establece la meta de desintegración de 57.000 camiones al término de la NDC al 2030.

En esta investigación en curso, buscamos analizar la viabilidad de utilizar camiones eléctricos en la cadena logística del café en Colombia.

Referencias académicas e internacionales

Dado que los vehículos eléctricos comerciales son relativamente nuevos en el mercado, existen pocos estudios de literatura académica que comparen su competitividad con los camiones Diesel convencionales de la perspectiva de un operador de flota. No encontramos publicaciones sobre trabajos empíricos centrados específicamente en los camiones eléctricos o en pruebas de campo para camiones eléctricos en áreas rurales, mientras que hay un rico cuerpo de literatura para automóviles de pasajeros.

Es importante tener en cuenta que para satisfacer las demandas de viaje, los vehículos eléctricos de servicio mediano y pesado requieren tiempos de recarga y capacidades de batería significativamente mayores que los vehículos tradicionales. El corto rango de conducción y la escasa infraestructura de carga son problemas prácticos para los usuarios. Los vehículos eléctricos están restringidos en su mayoría en este momento a las áreas urbanas.

Para Latinoamérica el estudio “A break-even analysis for battery electric trucks in Latin America” presenta entre sus principales resultados que los camiones ligeros alcanzan el punto de equilibrio en periodos menores de 2 a 3 años en operaciones urbanas y regionales, que para camiones pesados que pueden estar entre 4 y 13 años (Tanco, 2019). Un resultado interesante se encuentra en las operaciones de larga distancia de Colombia, donde todos los tipos de camiones enfrentan un largo período de tiempo antes de ser competitivos con los camiones convencionales. La principal razón detrás de esto son los altos costos de la electricidad frente a los bajos costos del diésel, que aumentan con distancias más largas.

En cuanto a las iniciativas de la industria local descubrimos, que existen varios desarrollos de camiones eléctricos en empresas como Mercedes, Volvo, Tesla, Eforce, entre otros, con una capacidad promedio de batería de 400 kWh, un rango de conducción de 200 a 400 kilómetros y una capacidad de carga de hasta 12 toneladas. En Europa y Norteamérica se están llevando a cabo pruebas de campo de la flota de camiones eléctricos realizadas por diferentes empresas, optimizando la inversión en infraestructura de carga. La Universidad de Notre Dame comenzó un piloto de soluciones eléctricas para la distribución en la última milla. En Colombia, Renting Colombia, P4G, Bavaria y Fundación Bavaria, se unieron para llevar a cabo un concurso para incentivar la movilidad eléctrica en el transporte de carga con camiones 100% eléctricos, en el marco de la iniciativa de la Alianza para la Movilidad Sostenible en el Transporte de Carga, en el cual participó la empresa del presente caso de estudio .

Cadena logística del café

La cadena de suministro de café tiene múltiples pasos de transporte y muchos actores involucrados, lo que la hace diferente de otras cadenas de logística de alimentos que generalmente tienen menos interacciones entre los actores a lo largo de la cadena de suministro. El transporte se realiza en diferentes tipos de vehículos y, además, las distancias entre nodos son muy variables, desde menos de 10 km hasta 900 km.

El primer eslabón de la cadena logística del café se da en la finca donde se da el proceso de siembra, fertilización, recolección y beneficio, proceso en el cual se quita la cereza y se deja el café verde, se lava, se deja fermentar y se seca antes de ser apto para la comercialización, como café pergamino, de la finca regularmente el café se empaca en sacos de 75 kg y es transportado hasta un punto de compra de las cooperativas de caficultores ubicados en las cabezas municipales de los municipios cafeteros del país. Este primer transporte se lleva a cabo bien sea en vehículo del caficultor, camioneta o moto, vehículo de transporte público con recorridos y frecuencias definidos en el que se comparte el viaje con varios productos, chiva o jeep, en menor medida en vehículos contratados por el caficultor, camión tipo NPR o camionetas para carga. En este transporte las distancias son muy variables dependiendo de la ubicación de la finca oscilan entre 2 km y 100 km con duraciones de hasta 4 horas. Todas estas operaciones son realizadas en la finca por el caficultor y su equipo de recolectores.

En el punto de compra de la cooperativa, el café es pesado y sometido a una prueba de calidad en la que de acuerdo a ciertos parámetros establecidos se determina el valor del mismo. La cooperativa paga el café al caficultor con base en el valor establecido en de la bolsa de mercado de Nueva York

y un diferencial dependiendo de la calidad del grano. En este punto el café es almacenado y clasificado de acuerdo a las características del mismo y sus sellos de calidad y es vendido a los exportadores, bien sean privados o a la Federación Nacional de Cafeteros. De acuerdo a las necesidades del comprador, el café es transportado en lotes generalmente de 10 toneladas hasta un centro de acopio o hasta la trilladora, los cuales están en puntos específicos del país. En este paso, se recolecta y almacena el café de múltiples productores.

El café es almacenado en un centro de acopio del exportador o en la trilladora generalmente propiedad de una cooperativa, una vez el exportador lo indique el café es trillado, proceso en el cual se retira la cascarilla del café pergamino, lo que lo transforma en café excelso, apto para exportación, el café es empacado en sacos de 60 kg marcados como Café de Colombia, incluyendo el código del exportador y el lote. Posteriormente el café es transportado en tracto camiones de 34 toneladas de capacidad hasta los terminales portuarios del país o a los centros de almacenamiento del exportador o a bodegas autorizadas incrementando los transportes dentro de la cadena. Generalmente es exportado en termino FOB por lo que el comprador tiene la titularidad del producto desde el terminal portuario en origen.

En el terminal portuario el café en sacos es empacado en contenedores de 20”, con una capacidad de 275 sacos por contenedor, o en big bags o en menor medida empacado al granel directamente en el contenedor, siguiendo los protocolos de seguridad establecidos por la autoridad aduanera.

Una vez el café llega al puerto de destino y es recogido por el comprador debe pasar por un proceso de tosti3n, molienda y empaque antes de ser transportado hasta el distribuidor mayorista quien es el encargado de la comercializaci3n del mismo al consumidor final.

Diseño de la prueba piloto

Con el apoyo de Giro Zero, proyecto liderado por la Universidad de Los Andes y la Universidad de Cardiff, financiado por Colombia U.K. PACT, Expocafé participó en el concurso liderado por la Alianza para la Movilidad Sostenible en el Transporte de Carga. Al resultar ganador del concurso le fue entregado un camión eléctrico para realizar transporte por un mes calendario y un puesto de carga instalado por Celsia.

Posteriormente, con la participaci3n de la empresa CargaYa BIC¹, el cual dispuso un camión de combusti3n Diesel con tecnología de emisiones Euro V de un pequeño propietario, con el fin de realizar pruebas en las mismas rutas y con condiciones similares a las realizadas por el camión eléctrico. En la Tabla 1, se pueden observar las distintas características técnicas de ambos vehículos usados en el piloto.

Tabla 1. Características técnicas de los camiones de la prueba piloto

Especificaciones vehículos del piloto		
Marca	Chevrolet NPR	STARK-Auteco
Cilindraje (cc)	4.500 cc	
Capacidad de Carga batería (Kwh)		82,4 Kwh
Potencia	185 hp @ 2300 rpm	161 hp @4.500 rpm
Torque	70 Kgfm@1800 rpm	61 Kgfm@0-1900 rpm
Cantidad Ejes	2	2

¹ BIC: Sociedades Comerciales de Beneficio e Interés Colectivo

Cantidad Llantas	6	6
Año fabricación	2020	2021
Tecnología Emisión	Euro V	Vehículo eléctrico
Peso en vacío (Kg)	5.950	4.165
Peso Bruto vehicular (Kg)	13.500	7.365
Capacidad de Carga (Kg)	7.550	3.200
Longitud carrozable (m)	6	4,7

Fuente: Elaboración propia

Prueba con camión eléctrico

El camión eléctrico es marca Auteco; modelo Stark con una capacidad de carga efectiva de 3,2 ton, la capacidad de la batería es de 82 kWh, lo que ofrece una autonomía entre 120 y 160 km. Su consumo medio es de 0,45 kilovatios por kilómetro con un coste de alrededor de \$COP 243/km.

Teniendo en cuenta la capacidad de carga y la duración de las baterías del camión eléctrico, se ha definido el segundo eslabón de la cadena logística para realizar nuestra prueba de campo, es decir, los transportes entre el centro de compra cooperativa y el centro de distribución de Expocafé. Los centros de compra de las cooperativas son fácilmente rastreables, y se pudo determinar a priori la distancia entre ellos y el centro de distribución. Entre estos dos puntos, el café es transportado en sacos de 75 kg regularmente en camiones de 10 toneladas.

Las pruebas de campo se realizaron con el apoyo de la cooperativa de caficultores de Antioquia, desde los centros de compra ubicados en Caldas, El Retiro, La Ceja, San Jerónimo y Barbosa hasta el centro de distribución, propiedad de Expocafé, ubicado en Girardota, Antioquia lugar donde se instaló el punto de carga de camiones.

El camión estuvo disponible durante 31 días calendario, en servicio durante 22 días hábiles, con una ocupación promedio del 59%. Se realizaron 16 viajes, seis de ellos completamente cargados, uno cargado y nueve vacíos.

Tabla 2. Resultados de los viajes del camión eléctrico

PRUEBA DE VEHICULO ELECTRICO	Ruta	Carga inicial	Carga Final	Potencia consumida (KWH)	Kilometraje recorridos	Consumo energía (KWH/km)	Peso de carga transportada	Ton-km (peso al descargue)	Rendimiento (kwh/ton-km)	Costo energía eléctrica
Viajes Cargados	jueves, 1 de julio de 2021 Girardota-Caldas-Girardota	86%	42%	36,3	94	0,386	3,2	300,8	0,1205	\$19.550
	viernes, 2 de julio de 2021 Girardota-Barbosa-Girardota	64%	37%	22,2	44	0,506	4,1	180,4	0,1233	\$11.997
	martes, 6 de julio de 2021 Girardota-Barbosa-Girardota	99%	71%	23,1	46	0,502	4,4	202,4	0,1140	\$12.441
	jueves, 8 de julio de 2021 Girardota-La Ceja-Girardota	99%	25%	61,0	148	0,412	2,7	399,6	0,1526	\$32.879
	viernes, 9 de julio de 2021 Girardota-Caldas-Girardota	99%	34%	53,6	122	0,439	2,72	331,84	0,1614	\$28.881
	miércoles, 21 de julio de 2021 Girardota-La Ceja-Girardota	99%	27%	59,3	149	0,398	2,72	405,28	0,1464	\$31.991
miércoles, 7 de julio de 2021 Girardota a Peaje Copacabana -Prueba Vacía	99%	42%	47,0	97	0,484	2,5	242,5	0,1937	\$25.326	
Viajes Vacíos	jueves, 1 de julio de 2021 Girardota- Prueba Vacío	42%	19%	19,0	47	0,403	0	0		\$10.219
	viernes, 2 de julio de 2021 Girardota-prueba Vacío	37%	21%	13,2	25	0,527	0	0		\$7.109
	sábado, 3 de julio de 2021 Girardota- El Retiro Prueba vacío	99%	22%	63,4	163	0,389	0	0		\$34.212
	martes, 6 de julio de 2021 Girardota Prueba Vacío	71%	64%	5,8	11	0,524	0	0		\$3.110
	lunes, 12 de julio de 2021 Girardota- Don Matias (Vacío)	100%	69%	25,5	63	0,405	0	0		\$13.774
	martes, 13 de julio de 2021 Girardota- Caldas-Girardota (Vacío)	69%	25%	36,3	92	0,394	0	0		\$19.550
	miércoles, 14 de julio de 2021 Girardota- San Jerónimo Prueba vacío	99%	43%	46,1	119	0,388	0	0		\$24.882
	lunes, 19 de julio de 2021 Girardota- Caldas-Girardota (Vacío)	100%	59%	33,8	89	0,380	0	0		\$18.217
	jueves, 22 de julio de 2021 Girardota- La Ceja	99%	25%	61,0	152	0,401	0	0		\$32.879
		16			606,5	1461	0,434	1,39625	2062,82	0,147

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los resultados técnicos, se recorrieron 1.461 kilómetros en total, con un consumo eléctrico de 606 Kwh, el costo de energía estimado fue de \$327.018 sumando viajes cargados y vacíos de acuerdo al valor por Kwh proporcionado por Expocafé de \$COP 539 / kwh. Para viajes cargados, se

observó un rendimiento de 0,447 Kwh/km a un costo estimado de \$241/km. Para viajes vacíos, se observó un rendimiento de 0,424 Kwh/km a un costo estimado de \$228/km. Para la mezcla de viajes tanto cargados como vacíos se observó un rendimiento de 0,434 Kwh/km a un costo estimado de \$234/km.

Tabla 3. Resultados principales del camión eléctrico

Calculo con capacidad de batería (Factor= 82,4kwh)	Viajes cargados (un sentido vacío)	Viajes vacío de prueba
Costo energético aprox \$/kwh	539,2	539,2
Rendimiento promedio (KWH/km)	0,434	0,424
Autonomía distancia del 100% al 0% teórica (km)	190	195
\$/km	234	228
Intensidad de rendimiento energético (Kwh/ton-km)	0,147	

Fuente: Elaboración propia

Todos los viajes cargados consideraban un sentido vacío, el viaje más largo realizado fue de 149 km y terminó la batería en 27%. El viaje vacío más largo realizado de 163 km y terminó la batería en 22% en ambos casos se inició el viaje con batería cargada al 100%. En los viajes cargados se observó una intensidad energética de 0,147 Kwh/ton-km.

Teniendo en cuenta que en el alcance 2 (Smart Freight Centre, 2019) se deben tener en cuenta las emisiones indirectas ocasionadas por el consumo de electricidad, se calcularon dichas emisiones basadas en los factores de consumo publicados por la UPME en 2020 con un valor de 203 gCO₂eq/kwh² con lo cual nos dan el indicador intensidad de emisiones en 29,76 gCO₂eq / (ton-km) y un indicador de emisiones relacionado al tipo de vehículo de 88 gCO₂eq/km. En los viajes realizados se pudo identificar que el camión al ser automático era fácil de conducir, la cabina no se calienta, no genera vibraciones ni ruidos, y es cómoda para el conductor.

Para identificar las reacciones de las partes interesadas, se entrevistó a los diferentes actores de la cadena de las cuales se concluyó:

- La mayoría de los actores de la cadena de suministro desconocen el consumo de energía o las emisiones de las operaciones de transporte en su paso en la cadena logística del café.
- La capacidad del camión es un factor clave a considerar. Si el camión no puede mover al menos 10 toneladas, los camiones eléctricos aumentarían los costos y los tiempos de entrega.
- Los actores son conscientes que, por razones ambientales, los camiones eléctricos serían ventajosos, lo que resultaría en una reducción de emisiones.
- Los caficultores intentan conservar el agua, los bosques, los suelos, plantando árboles que complementen el cultivo de café, y renovar los cultivos que han alcanzado la productividad, sin hacer incendios.
- Los interesados reciclan los residuos generados en la zona y evitan consumir alimentos que vienen con una gran cantidad de envases, como el plástico, tanto como sea posible.

Prueba con camión de combustible diésel

² [https://www1.upme.gov.co/siame/Documents/Calculo-FE-del-SIN/Documento Tecnico Calculo FE 2020.pdf](https://www1.upme.gov.co/siame/Documents/Calculo-FE-del-SIN/Documento_Tecnico_Calculo_FE_2020.pdf)

Posteriormente se realizaron las pruebas con un camión Chevrolet NPR Euro V modelo 2020, con las especificaciones técnicas mostradas en la Tabla 1, el cual fue proporcionado por la empresa CargaYa BIC durante el mes de febrero y se replicaron los viajes realizados por el camión eléctrico y anduvo un total de 1.005 kilómetros. Adicional, a los costos del combustible se contempla de igual forma el costo de la urea que considera este tipo de tecnologías para reducir las emisiones.

Tabla 4. Resultados de los viajes del camión de combustible diésel.

PRUEBA DE VEHICULO COMBUSTION DIESEL	Ruta	Kilometraje recorrido	Consumo Diesel (Galones)	Peso de carga transportada	Ton-km	Rendimiento (km/gal)	Emisiones CO2 (gCO2/ton-km)	Emisiones CO2 (gCO2/km)	Costo combustible	Costo combustible (\$/km)
miércoles, 2 de febrero de 2022	Girardota-Caldas-Girardota	101	5,454	3,25	328,25	18,52	168,4	547,1	\$ 49.846	\$ 548
jueves, 3 de febrero de 2022	Girardota-La Ceja-Girardota	155	8,799	3,25	251,875	17,62	354,0	575,2	\$ 80.419	\$ 574
jueves, 3 de febrero de 2022	Girardota-Don Matias-Girardota	74	4,070	3,25	120,25	18,18	342,9	557,3	\$ 37.196	\$ 557
jueves, 3 de febrero de 2022	Girardota-Barbosa-Girardota	50	2,606	3,25	81,25	19,19	325,0	528,1	\$ 23.815	\$ 531
jueves, 3 de febrero de 2022	Girardota-San Jerónimo-Girardota	130	8,450	3,25	211,25	15,39	405,3	658,6	\$ 77.229	\$ 649
miércoles, 2 de febrero de 2022	Girardota-Caldas-Girardota	99	3,625	0	0	27,31	0,0	371,0	\$ 33.133	\$ 389
viernes, 4 de febrero de 2022	Girardota-San Jerónimo-Girardota	117	6,134	0	0	19,07	0,0	531,2	\$ 56.065	\$ 534
viernes, 4 de febrero de 2022	Girardota-La Ceja-Girardota	152	6,995	0	0	21,73	0,0	466,3	\$ 63.934	\$ 475
viernes, 4 de febrero de 2022	Girardota-Don Matias-Girardota	73	3,898	0	0	18,73	0,0	541,1	\$ 35.628	\$ 543
sábado, 5 de febrero de 2022	Girardota-Barbosa-Girardota	54	2,230	0	0	24,22	0,0	418,5	\$ 20.382	\$ 432
		1005	52,259	1,625	1633,13	19,23	324,2	526,9	\$ 477.647	\$ 530

Fuente: Elaboración propia

Este camión tuvo un rendimiento promedio de 19,23 km / galón a un costo de \$530 / km y con los factores FECOC de la UPME 2016, nos da un indicador de intensidad de emisiones de 324 gCO₂eq/ton-km y un indicador de emisiones relacionado al tipo de vehículo de 526,9 gCO₂eq / km.

De igual forma que el camión eléctrico se consideraron las emisiones por electricidad, en el camión de combustible se toman las emisiones ocasionadas en la producción del combustible del pozo al tanque (WTT- Well to Tank) que según el reporte (Transport & Environment, 2021) es aproximadamente un 20 % adicional, luego las emisiones de 526,9 gCO₂eq/km suben a 658,6 gCO₂eq/km y el indicador de intensidad de emisiones de 324 gCO₂eq/ton-km a 405 gCO₂eq/ton-km.

Comparación entre las dos tecnologías.

En esta sección presentamos los principales indicadores resultados de las pruebas. El principal indicador a comparar es la intensidad de emisiones por tonelada kilómetro, que es el recomendado para comparar distintas tecnologías, vehículos, productos, cadenas logísticas y de esta forma poder hacer un adecuado benchmarking (Smart Freight Centre, 2019).

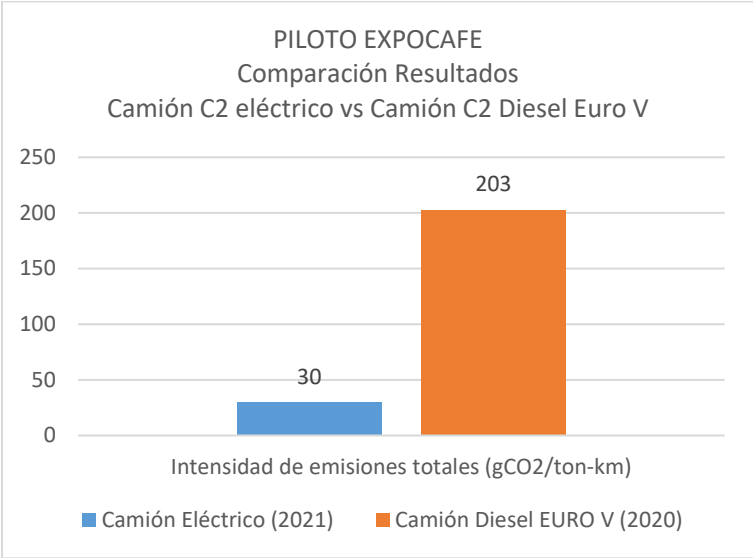
Tabla 5. Comparación de resultados de emisiones y costo del piloto

Comparativo de emisiones	Camión Eléctrico (2021)	Camión Diesel EURO V (2020)
Emisiones directas gCO2/km	0	526,9
Emisiones indirectas	88	132
Emisiones totales (gCO2/km)	88	659
Intensidad de emisiones totales (gCO2/ton-km)	30	203
Costo energético \$ / km (Ene 2022)	\$ 247	\$ 530

Fuente: Elaboración propia

Al comparar la intensidad de emisiones de ambas tecnologías por kilómetro tonelada se observa una diferencia de 6,8 veces de mayores emisiones la de diésel con un valor de 203 gCO₂eq/ton-km versus 30 gCO₂eq/ton-km la del eléctrico como se observa en la Figura 1.

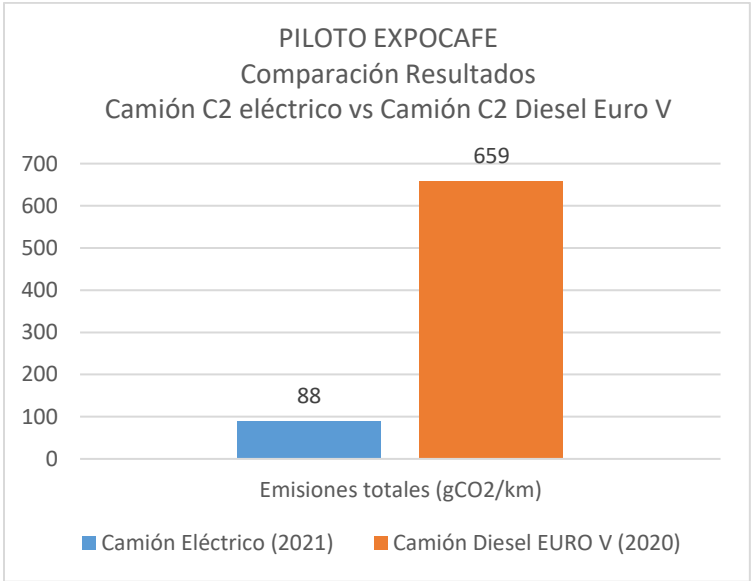
Figura 1. Comparación de intensidad de emisiones tonelada kilómetro de camiones del piloto



Fuente: Elaboración propia

Si se compara por otro lado, en las emisiones del tipo de vehículo por kilómetro recorrido se observa que las emisiones para el camión eléctrico son de 88 gCO₂eq/km y para el camión diésel son de 659 gCO₂eq/km llegando a ser 7,5 veces superior.

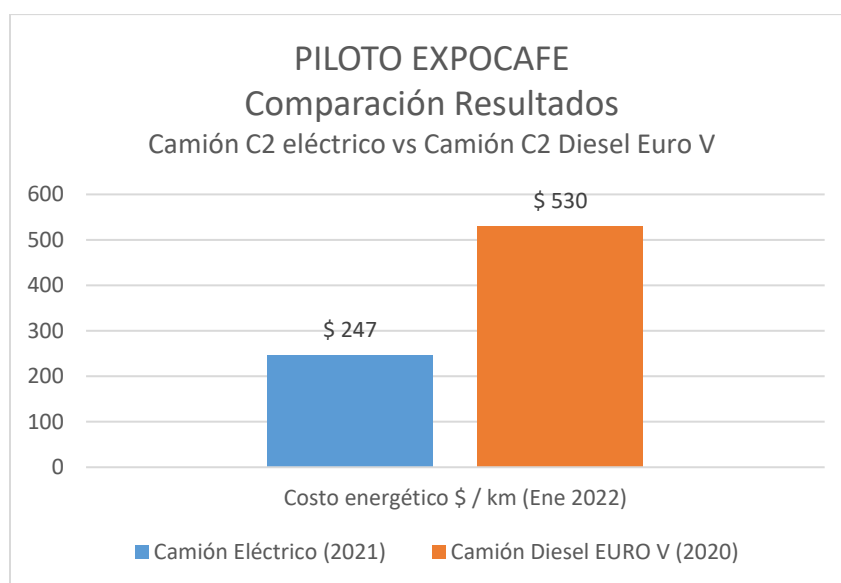
Figura 2. Comparación de emisiones por kilómetro de camiones del piloto



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el costo del combustible por kilómetro es uno de los parámetros más importantes a la hora de seleccionar un vehículo, y para el caso de vehículos ligeros (C2 Turbo) puede llegar a ser el 34 %

de sus costos operativos (ANDI, 2016). Observamos durante nuestras pruebas piloto que el costo puede llegar a ser 2.1 veces superior el camión del combustible diésel versus el eléctrico, siendo el costo por kilómetro para el eléctrico de \$COP 247/km y para el de diésel \$COP 530/km (con el costo de la urea incluido). Es importante resaltar que los precios de la electricidad en comparación con el combustible diésel son especialmente altos para Colombia al compararse con otros países de Latinoamérica (Tanco, 2019) y que una política para reducir el costo de electricidad o proveer subsidios a los camiones o vehículos eléctricos así como una adecuada infraestructura de recarga podría acelerar su adopción.



Fuente: Elaboración propia

Siguientes pasos

Hacer nuevos pilotos en otras regiones con distancias más cortas y diferentes perfiles de ruta dado que haber hecho la prueba piloto en Antioquia, una zona con restricciones geográficas y largas distancias resultó en una limitación clave para este estudio. Se deben realizar nuevas pruebas de campo con un camión de combustión tradicional, manteniendo las mismas restricciones de carga y cubriendo las mismas rutas de modo que sea posible comprar y comparando el consumo del camión eléctrico frente a los camiones diésel.

Los ciclos de cosecha también pueden afectar los modelos financieros, ya que los camiones deben estar disponibles para servir a otros sectores económicos en tiempos de baja producción de café.

Destacamos la receptividad de los clientes y canales de venta (tostador/retail) para aprender y entender de estas pruebas de campo en el mercado del café sostenible (fairtrade)

En el mediano plazo es necesario generar una economía de incentivos donde el cliente esté más interesado en estos temas y así ayudar a hacer crecer estas iniciativas. Es posible diseñar modelos de negocio donde actores como el gobierno y otros inversores privados (banca de inversión sostenible) ayuden a generar escenarios donde el acceso a esta tecnología no sea tan costoso.

Explorar cómo los sectores de nicho pueden ayudar a contextualizar y educar a los consumidores mediante decisiones informadas de emisiones.

Bibliografía

ANDI, 2016. *Escenarios eficientes en la operación de transporte de carga por carretera*. [En línea] Available at: <http://www.andi.com.co/Uploads/Escenarios%20Eficientes%20en%20la%20operacio%CC%81n%20de%20transporte%20de%20carga%20por%20carretera.pdf>

Smart Freight Centre, 2019. *Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting*. s.l.:s.n.

Tanco, M. C. L. & G. S., 2019. *A break-even analysis for battery electric trucks in Latin America*, s.l.: Journal of Cleaner Production.

Transport & Environment, 2021. *LNG Trucks: a dead end bridge. Emissions testing of a diesel- and a gas-powered long-haul truck.*, s.l.: s.n.

Uniandes-Unicardiff, 2022. *Giro Zero Road Map - Dirigiendo el sector de transporte automotor de carga en Colombia hacia las cero emisiones*, s.l.: s.n.