



RELIEVE



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**



ERGON
Centro de Investigación y Desarrollo
en Ingeniería Automotriz de la Universidad del Azuay

Estimación de emisiones de CO₂ para la ciudad de Cuenca, a partir del consumo de combustibles

Daniel Cordero-Moreno

23-Sep-2020

¿En qué me fijo cuando voy a comprar un vehículo?

- Diseño
- Comodidad
- Seguridad
- Radio
- Equipamiento
- Espacio
- Consumo
- Emisiones



¿Cuánto consume mi vehículo?

¿Qué tanto contamina mi vehículo?

¿Cuál es mi huella de carbono?



¿Cómo afecta la calidad del aire?



~25% muertes → mala condiciones ambientales: aire, agua, suelo

~60% agua → 7 millones

NO_x → 71.2 %

CO → 94.5 %

HC → ??

SO₂ → 42.5 %

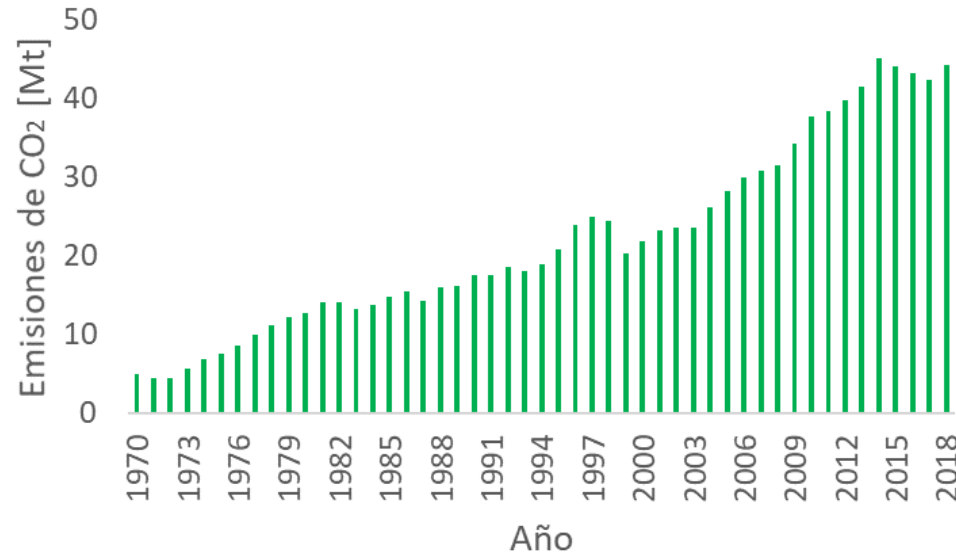
MP_{2.5} → 55.6%

MP₁₀ → 55.6%

Inventario de emisiones de Cuenca 2014
(GAD Cuenca)



Emisiones de CO₂



<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/ecuador>

10 años-> 40.88%

1 año-> 4.71%

Población en 10 años~17% (INEC)



Transporte->48.5% CO₂

Balance energético nacional (2018)



Estimación de CO₂ a partir de la combustión

- $C_8H_{16} + 12(O_2 + 3.76N_2) \rightarrow 8CO_2 + 8H_2O + 45.12N_2$ Gasolina
- $C_{14.4}H_{24.9} + 20.625(O_2 + 3.76N_2) \rightarrow 14.4CO_2 + 12.45H_2O + 77.55N_2$ Diésel

3.14kg de CO₂/kg de Gasolina (Súper-Extra)
3.08kg de CO₂/kg de Gasolina (Eco)
3.25kg de CO₂/kg de Diésel

2.314 kg de CO₂/ L de extra
2.305 kg de CO₂/ L de súper
2.279 kg de CO₂/ L de eco
2.689 kg de CO₂/ L de diésel

Combustible	Densidad [kg/m ³]
Extra	737.04 ± 3.42
Súper	734.07 ± 6.65
Eco-País	740.14 ± 2.97
Diésel	827.39 ± 5.07

Determinar el rendimiento de combustible [km/L-km/gal-L/100km]



¿Es un problema de tecnología?



38 mpg/16.7 km/L



30 mpg/ 12.8 km/L

Beetle vs New Beetle



55 mpg/23.4km/L



50 mpg/21.3 km/L

Prius 2007 vs 2012



Shell Eco-marathon
~ 6200 mpg/2638km/L



Cuenca



(GAD de Cuenca, 2018)

Combustible	Octanaje (solo gasolinas)	Azufre [ppm=mg/kg]
Súper	93.60 ± 0.18	31.82 ± 4.22
Eco-país	88 ± 0.13	95.08 ± 6.30
Diésel		91.36 ± 30.28

(EMOV, 2015-2018)

- 2 500 msnm
- ~ 600 000 habitantes
- ~100 000 vehículos (13 años)
- 3 675 taxis
- 475 buses urbanos
- ~1 100 km de red vial

CAPA DE RODADURA	CAPA DE CLASIFICACIÓN DE VÍA (KM)					
	EXPRESA	ARTERIAL	COLECTORA	LOCAL	TOTAL	%
Lastre y tierra	0	29,2	56,77	503,46	589,43	53,6
Pavimento flexible	36	33,6	37,46	103,4	210,46	19,1
Pavimento rígido	13	25,2	77,8	120,54	236,54	21,5
Adoquín de piedra	0	1	38,3	2,2	41,5	3,8
Adoquín de H ^º	0	6,4	6,4	8,4	21,2	1,9
TOTAL	49	95,4	216,73	738	1099,13	100
%	4,5	8,7	19,7	67,1	100	

(Municipalidad de Cuenca, 2011; tomado de Flores, 2013)



Condiciones para medir el consumo de combustible



Equipos para medir el consumo de combustible



Balance de carbono



Gravimetría



Flujómetro



OBD



Opciones para obtener el rendimiento de combustible



Ordenador de abordo



Registro de “tanqueada” y odómetro



Método de “Tanqueda y odómetro” (TO)

- En cada visita a la gasolinera, llenar el depósito de combustible.
- Reportar kilometraje y cantidad de combustible

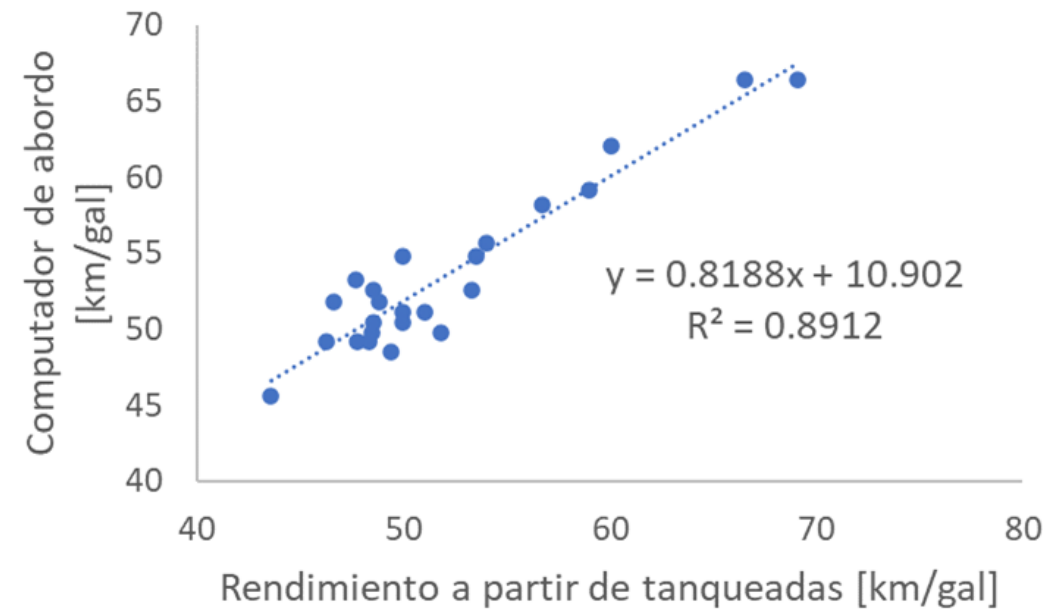
$$\frac{x_i - x_{i-1}}{v_i} = \frac{\Delta x}{\Delta v}$$



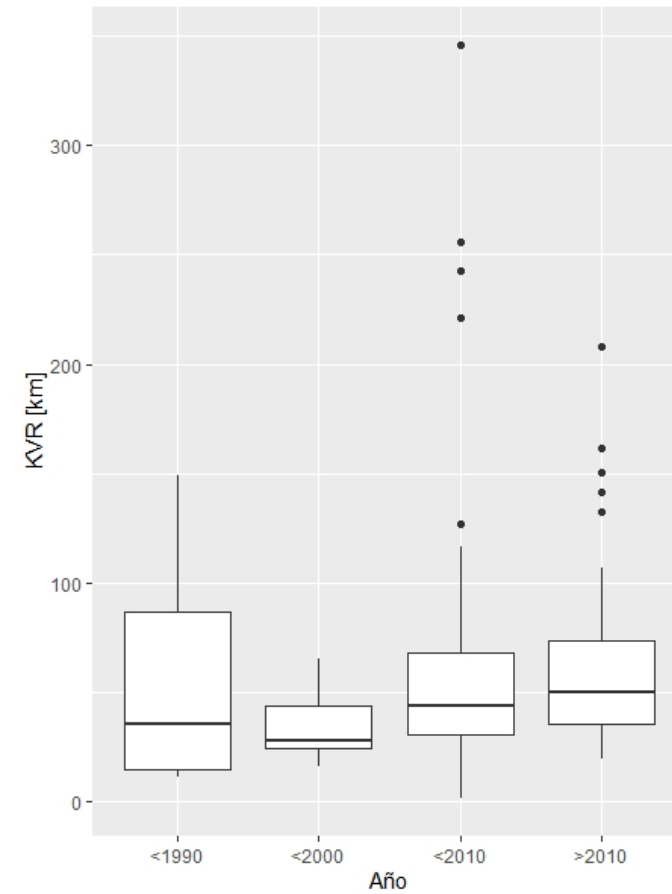
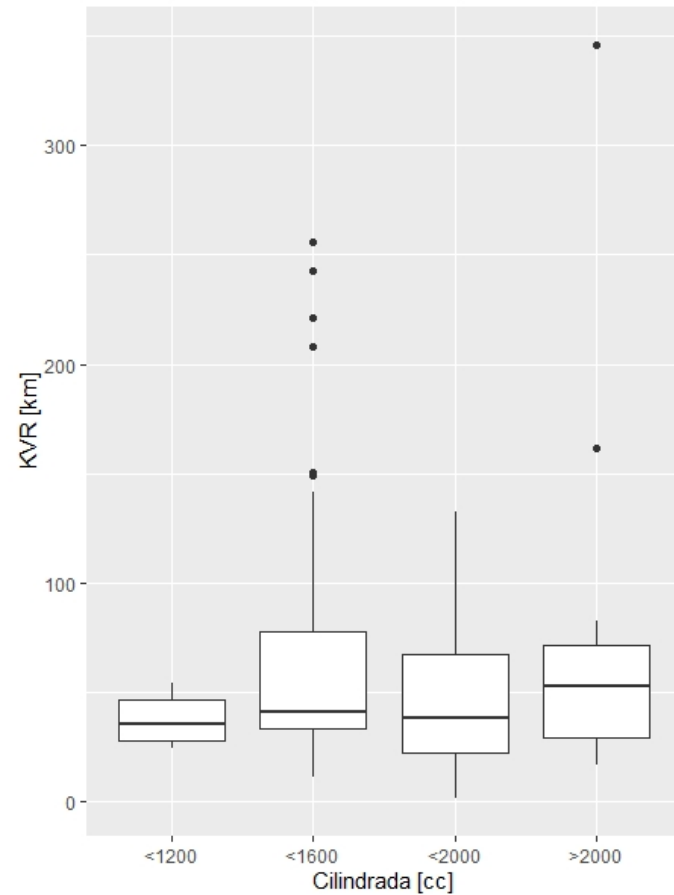
iOS



Android

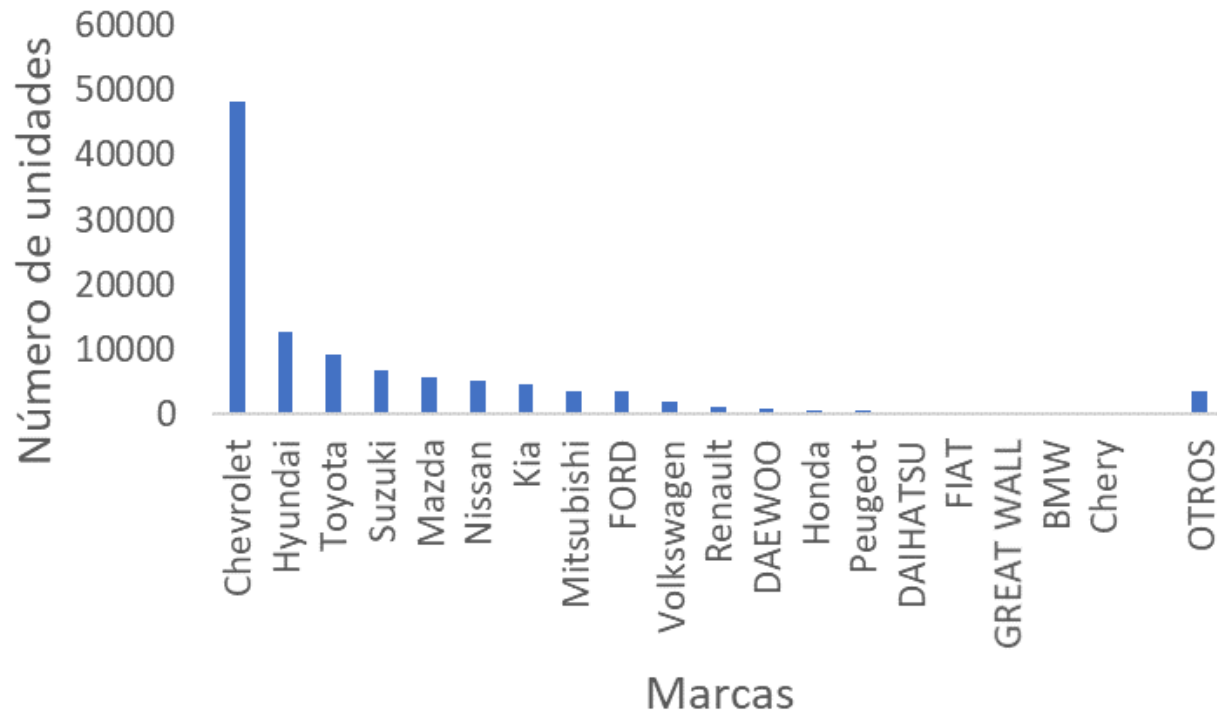


Resultados con el método TO



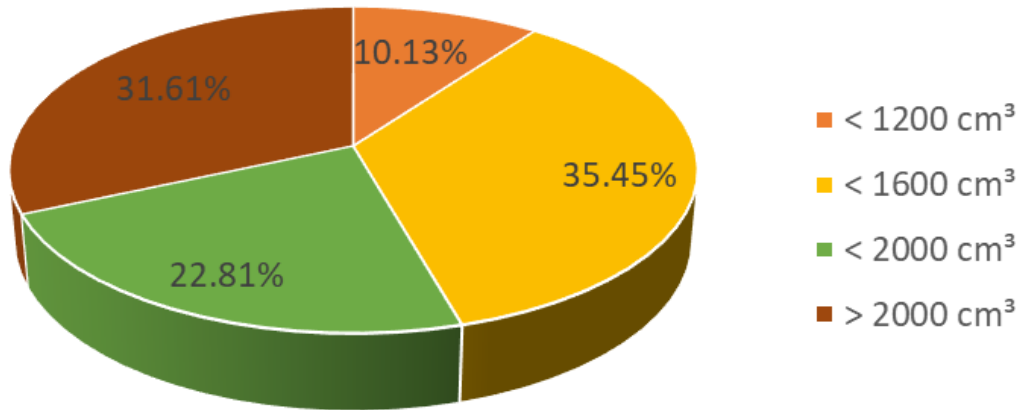
Parque vehicular de Cuenca

- 110 000 vehículos livianos (Datos RTV EMOV 2015-2019)

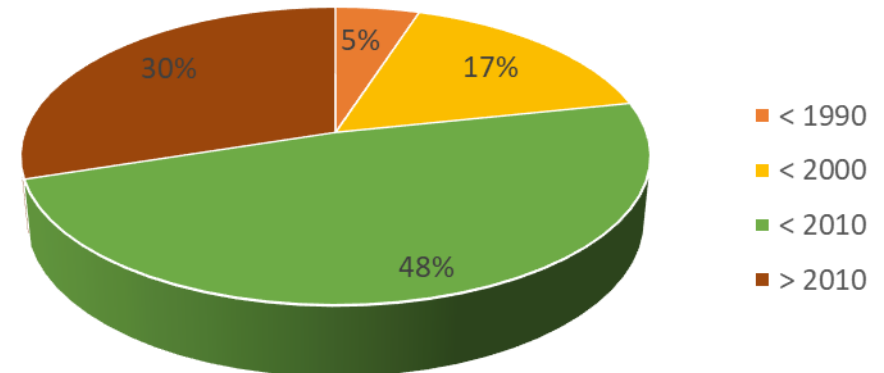


Parque vehicular de Cuenca

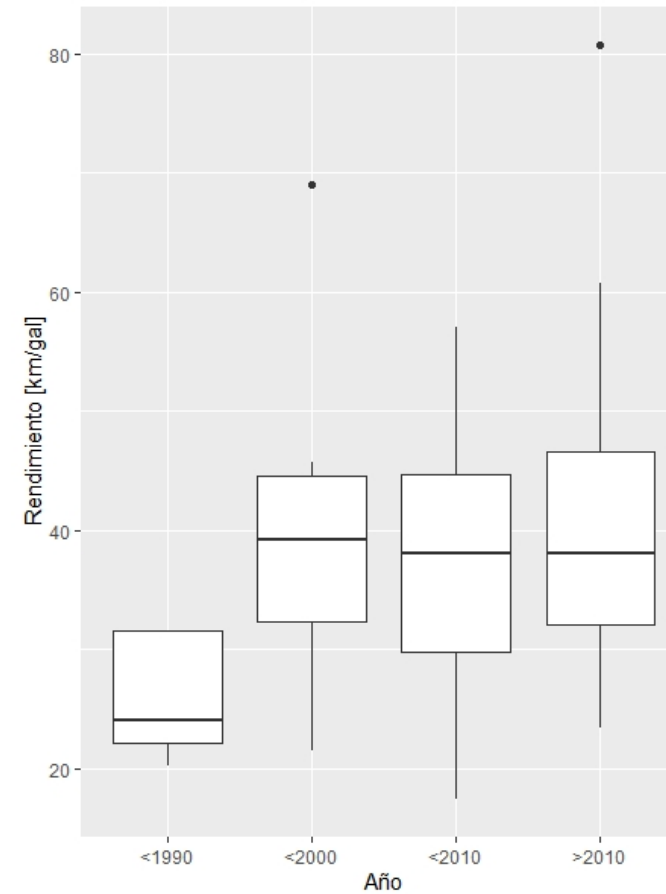
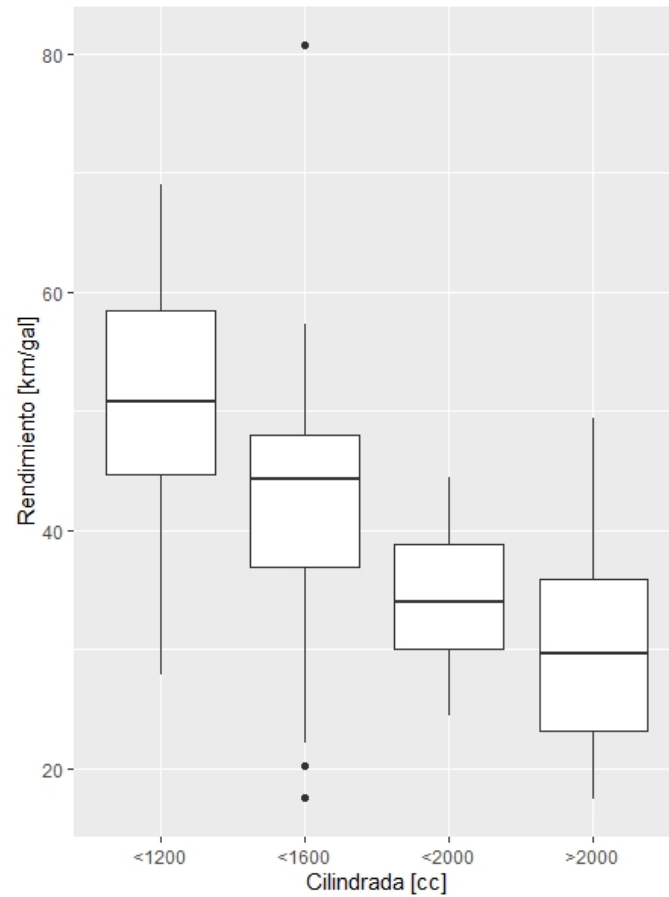
Cilindrada [cm³]



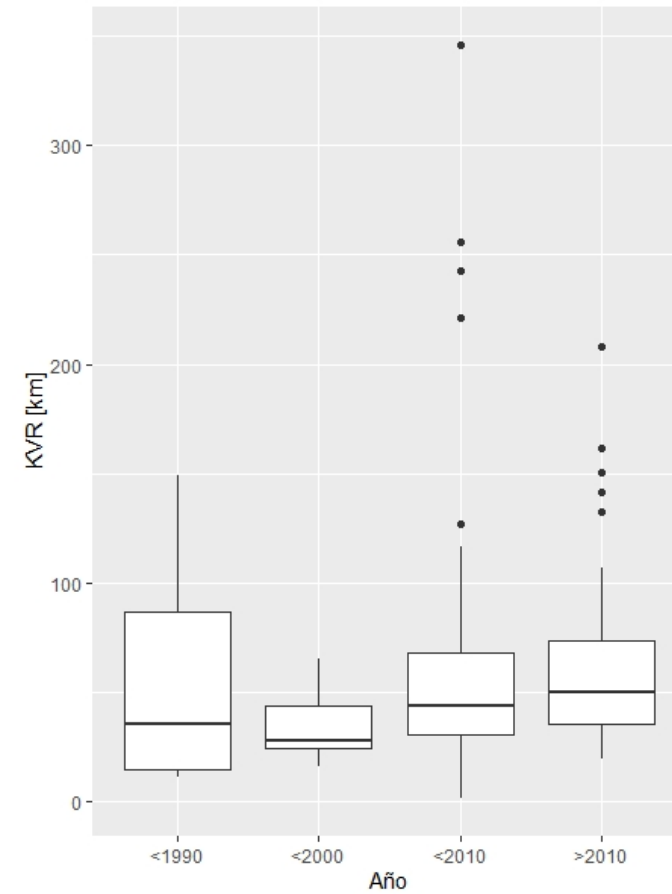
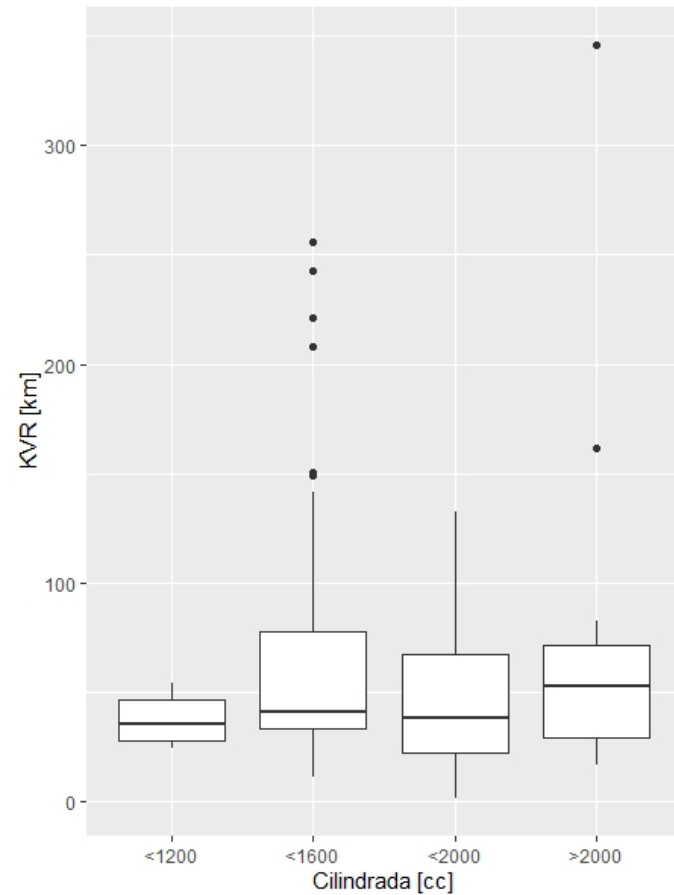
Año



Resultados con el método TO



Resultados con el método TO



Estimación de CO₂

vehículos *rendimiento [km/L]*emisión de CO₂ [kg/L]*Km anual [km]

Kilometraje anual= 20 678 ± 3752 km (100 vehículos)

Cilindrada [cm ³]	Emisiones [Ton CO ₂ /año]
< 1200	38 597.3228
< 1600	229 455.764
< 2000	236 097.543
> 2000	542 630.333

Total= 1 046 780.96 Ton CO₂/año



¡Muchas gracias!

“Nadie nace sabiendo, todo lo aprendemos con el tiempo”

Juan Manuel Fangio

Daniel
CORDERO-MORENO

+593 99 862 4267



dacorderom@uazuay.edu.ec



Rafael Fajardo y Psje. Cordero,
Cuenca-Ecuador



16-Sep-1980



orcid.org/0000-0002-2155-2627

