



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS

“Obtención de alcohol a partir del tallo de maíz para aplicación como combustible en un MCI”

Autor:

Juan F. Ortega Tapia

Director:

Ing. Santiago Celi

COMBUSTIBLES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN



*Emisiones de gases contaminantes ciudad de México
Fuente: Sistema de monitoreo atmosférico ciudad de México*



*Cultivo de maíz tipo Zea Mays L
Fuente: Autoría*

OBJETIVO GENERAL

- ▶ Obtener alcohol a partir del tallo de maíz mediante fermentación alcohólica para su análisis en un motor de combustión interna a partir de los ensayos de torque, potencia, consumo de combustible, emisiones estáticas y dinámicas en un MCI.

MAÍZ TIPO ZEA MAYS L



Cultivo de maíz tipo Saccharomyces cerevisiae
Fuente: Autoría

PROCESAMIENTO JUGO DE TALLO DE MAÍZ

- ▶ Desfibrilación tallo de maíz
- ▶ Limpieza de tallo de maíz
- ▶ Extractor de jugo de caña con rodillo de acero inoxidable
- ▶ Obtención jugo de maíz



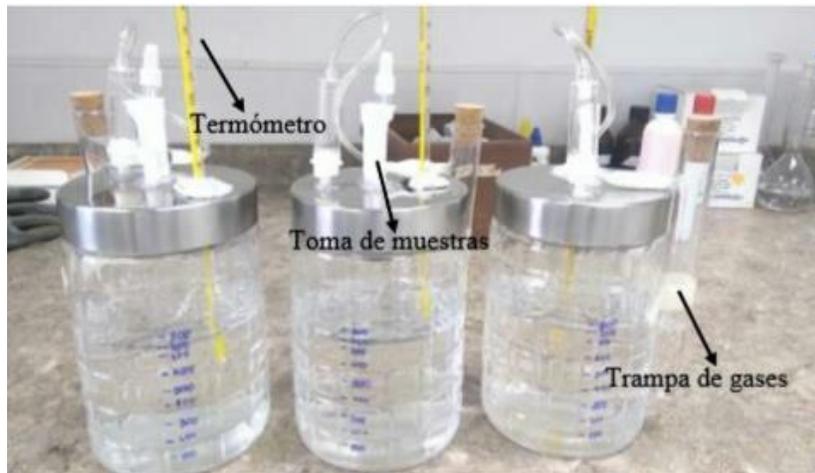
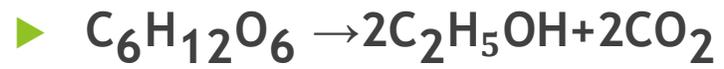
Desfibrilación tallo de maíz
Fuente: Autoría



Procesamiento tallo de maíz
Fuente: Autoría

FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN

► Fermentación



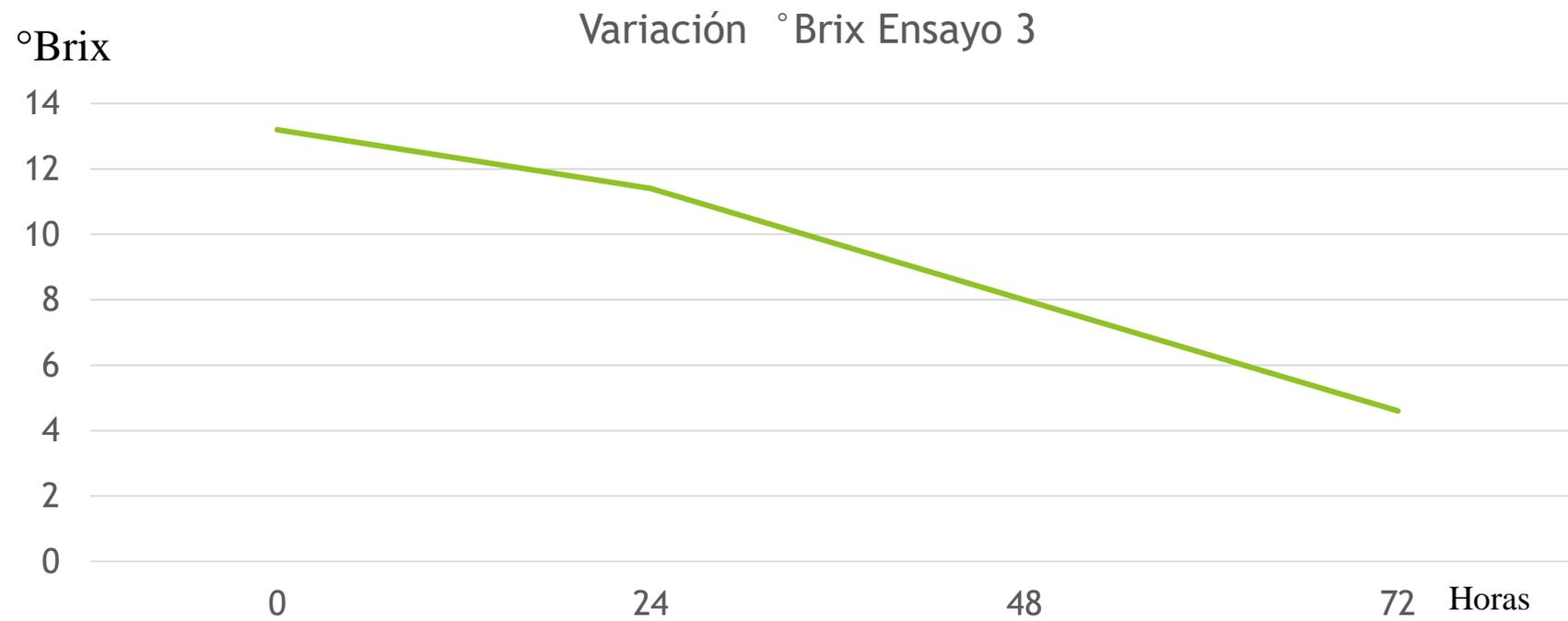
*Fermentadores de la Facultad de Ciencia Naturales y Ambientales
de la Universidad Internacional SEK
Fuente: Autoría*

► Destilación



*Equipo de destilación
Fuente: Autoría*

REDUCCIÓN DE LA FERMENTACIÓN



RESULTADOS DE LA FERMENTACIÓN

Fermentación			
Ensayos	° Brix inicial	° Brix Final	% de reducción
1	11,2	4,5	59,82
2	12,7	9	29,13
3	13,2	4,6	65,151
4	11	3,8	65,45
5	11,6	2,8	75,86
6	11,5	3,3	71,30
7	11,5	2,2	80,86
8	13,8	4,8	65,21
9	13,7	5	63,50
10	14	2,2	84,28
Promedio	12,42	4,22	66,02
Porcentaje (Farjado & Sarmiento, 2007)	65%		

RESULTADOS DE LA DESTILACIÓN

Resultados de la primera Destilación		
Ensayo	Grado alcohólico	Cantidad mL
3	60	44
4	60	52
5	60	36
6	60	32
7	60	39
Promedio	60	40,6

ENSAYO FINAL DE LA PRIMERA DESTILACIÓN

Resultados primera destilación ensayo final	
Inicio	Final
V0= 54 L	Vf = 4,2 L
°T0= 70 °C	°Tf = 75 °C
Tpgota= 2:38:40:13	Tf =8:39:20:12
Color= Incoloro	%alcohol= 61

ENSAYO FINAL SEGUNDA DESTILACIÓN

Ensayo final segunda destilación								
Ensayo	V0	°T0	Tpgota	Color	Vf	°Tf	Tf	%alcohol
Ensayo final 1 segunda destilación	1750 mL	70°C	00:37:05:13	Incoloro	690 mL	75°C	5:05:45:12	91%
Ensayo final 2 segunda destilación	1740 mL	70°C	00:26:34:13	Incoloro	770	75°C	6:02:44:39	91%
Ensayo 3 segunda destilación	700 mL	70°C	00:15:08:16	Incoloro	350 mL	75°C	2:21:55:75	91%

ENSAYOS DE MOTOR



*Dinamómetro de rodillos CICEV
Fuente: Autoría*

- ▶ Centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares
- ▶ INEN 034:2016
- ▶ Dinamómetro de rodillos o de chasis
- ▶ Análisis del rendimiento del motor
- ▶ Análisis de emisiones vehiculares
- ▶ Análisis de Desempeño del motor

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE PRUEBA

Marca: Chevrolet	Modelo: Spark
Torque: 91/4200 N·m/rpm	Potencia: 65/5400 HP/rpm
Cilindrada y número de cilindros: 995 y cuatro cilindros	Modelo del motor: Spark 1.0 5P
Disposición de cilindros: en L	Posición del motor: Motor delantero
Combustible: Gasolina	Tracción: delantera
Tonelaje: 0,41	País de origen: Colombia
Designación tamaño de neumáticos: 165/65R13	
Tipo de frenos: Disco delanteros y tambores trasero	Número de ejes: 2

MÉTODO



Ensayo de torque
y potencia por el
método de plena
carga



Ensayo de
emisiones
dinámicas
método IM240



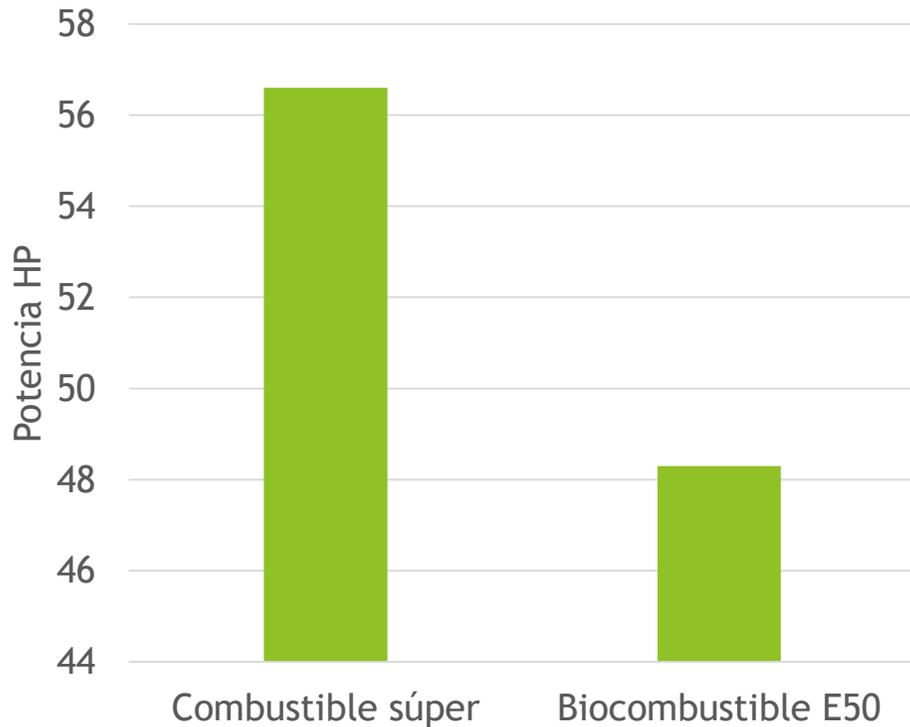
Ensayo de
consumo de
combustible
IM240



Ensayo de
emisiones
estáticas por e
método NTE
INEN 2004

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE POTECA CON FABRICANTE

Comparación de las potencias máximas



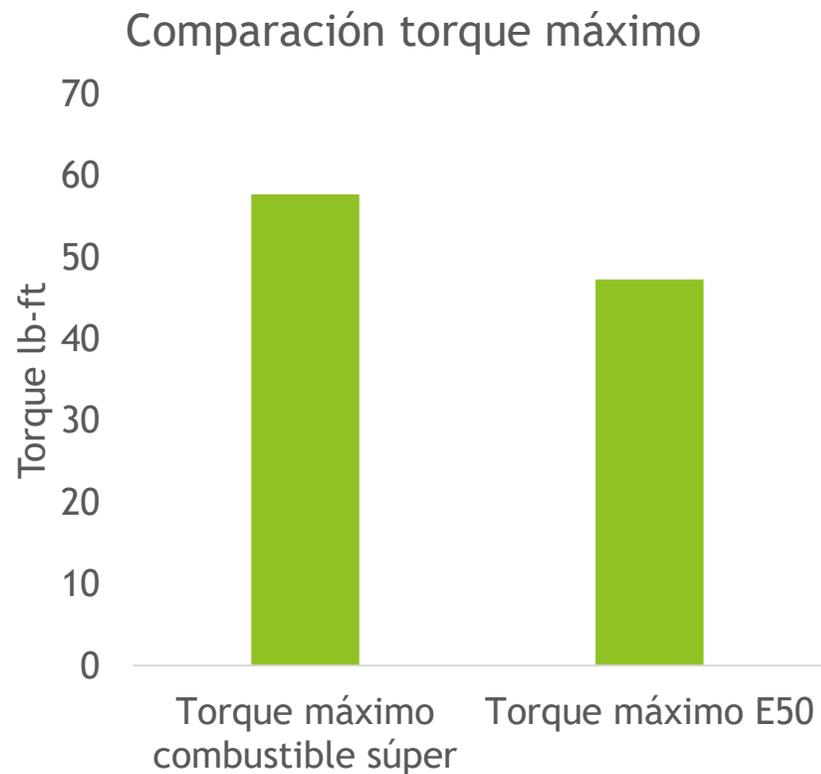
► Manual de usuario del fabricante Chevrolet Spark 995 cc

65 HP a 5700 rpm

Existe una reducción de potencia del 14,66% con respecto a la súper

15

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE TORQUE CON FABRICANTE



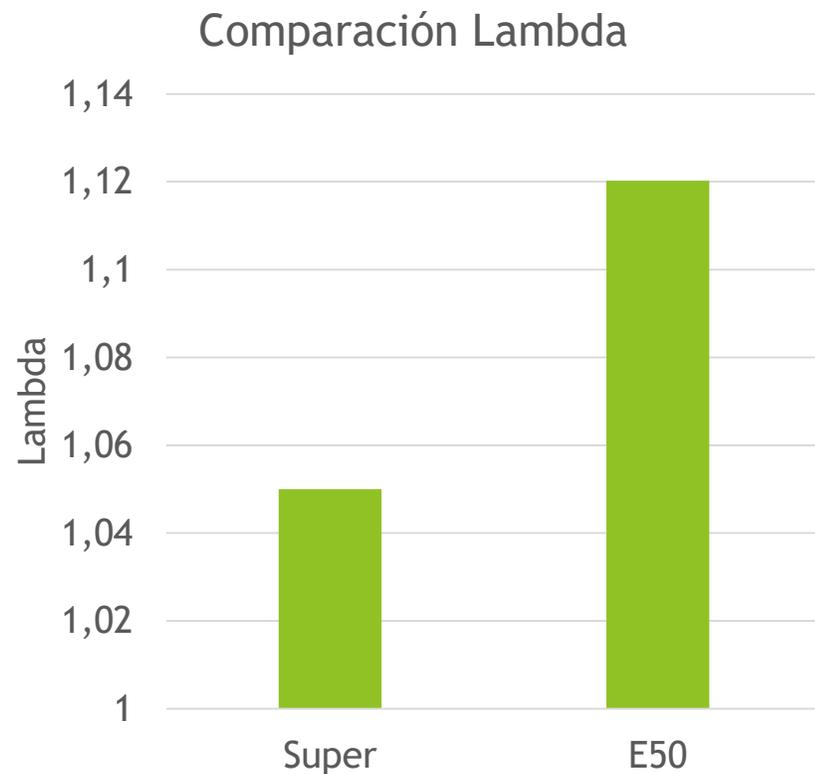
► Manual de usuario del fabricante
Chevrolet Spark 995 cc

67 lbf-ft a 4800 rpm

Existe una reducción de torque del 21,98% con respecto a la súper

16

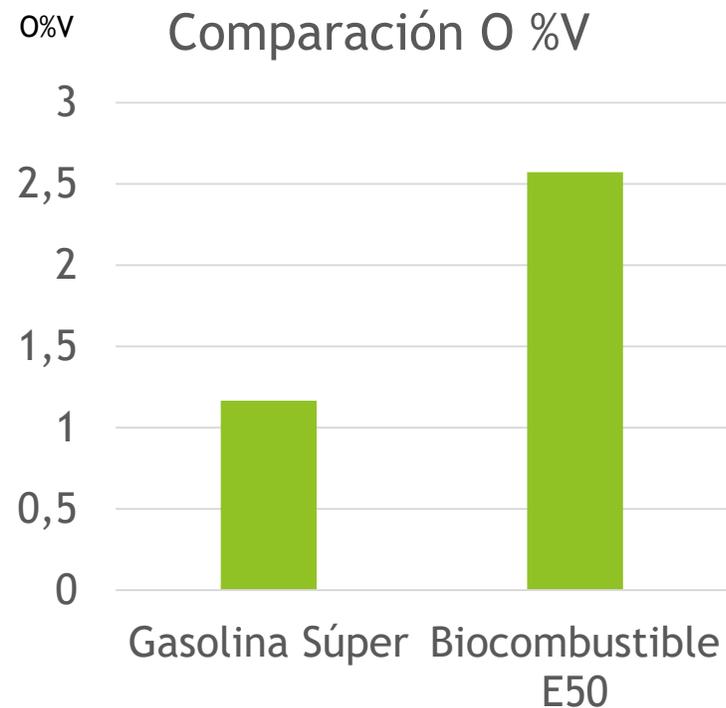
COMPARACION DE LAMBDA COMBUSTIBLE Y BIOCOMBUSTIBLE E50



- ▶ Pairy (2011) Motores de Combustión Interna Alternativos
- ▶ Rango de diferencia del 0,1

Lambda	
Lambda < 1	Mezcla rica
Lambda = 1	Mezcla estequiométrica
Lambda > 1	Mezcla pobre

COMPARACIÓN DE EMISIONES O CON EURO III

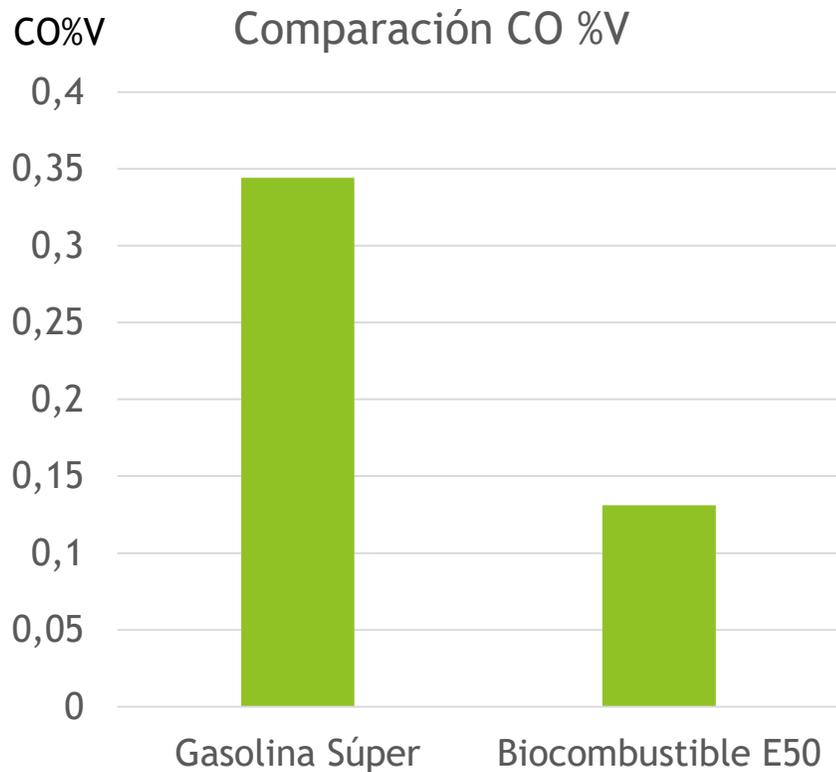


- ▶ Sistemas auxiliares del motor (Pérez, 2012)
- ▶ Biocombustible exceso de oxígeno

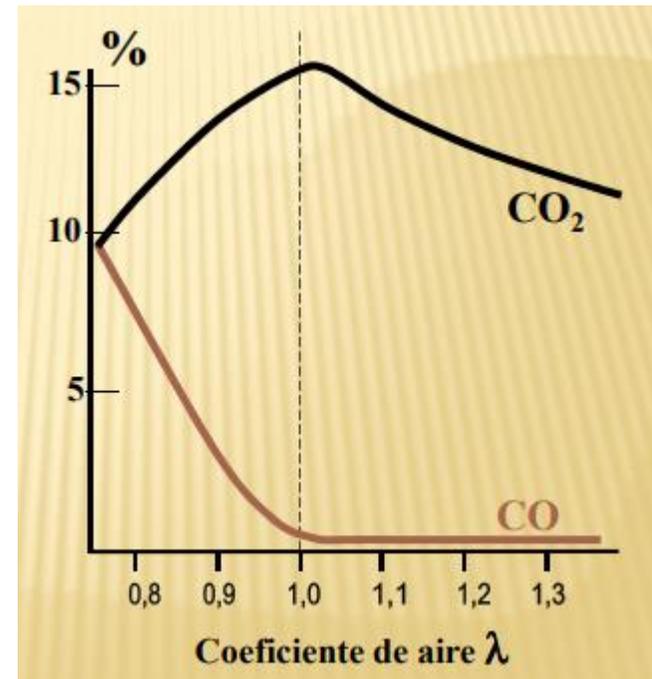


18

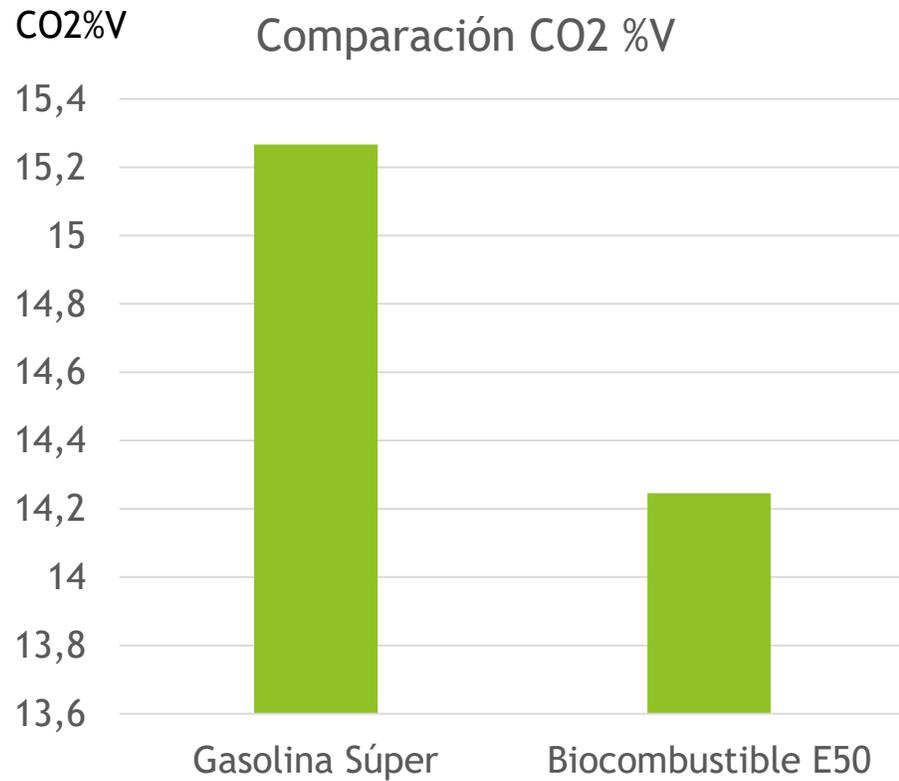
COMPARACIÓN DE EMISIONES CO CON EURO III



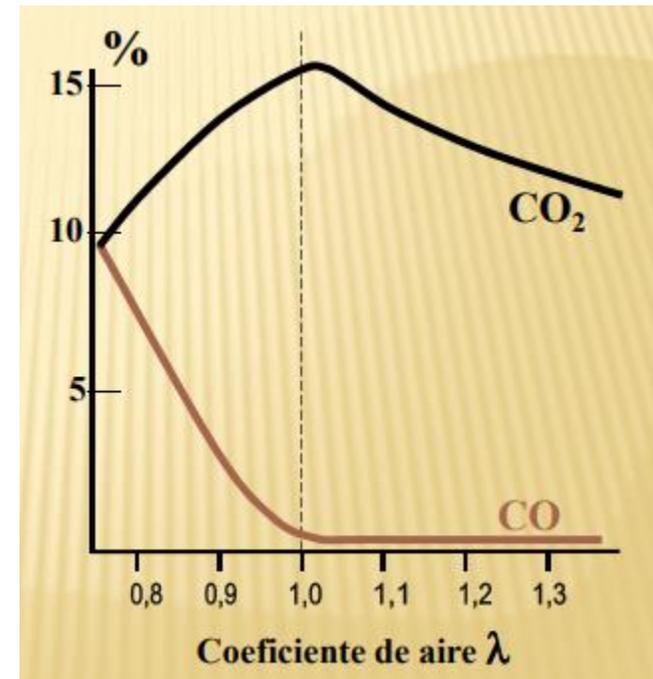
- ▶ Sistemas auxiliares del motor (Pérez, 2012)
- ▶ Biocombustible exceso de oxígeno menor cantidad de CO
- ▶ Norma EURO III $CO < 0,2$



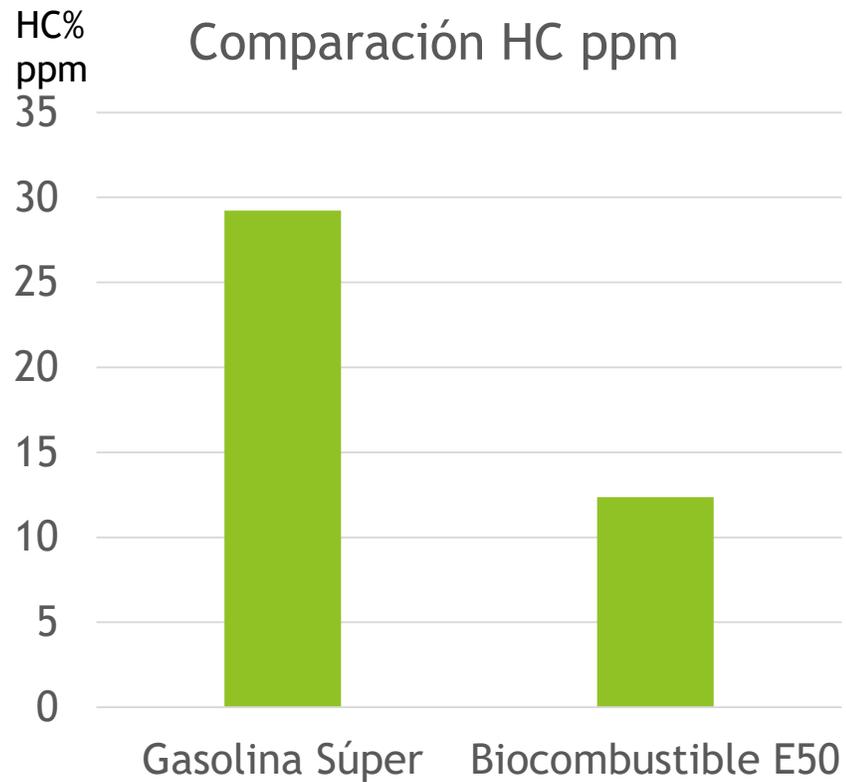
COMPARACIÓN DE EMISIONES CO2 CON EURO III



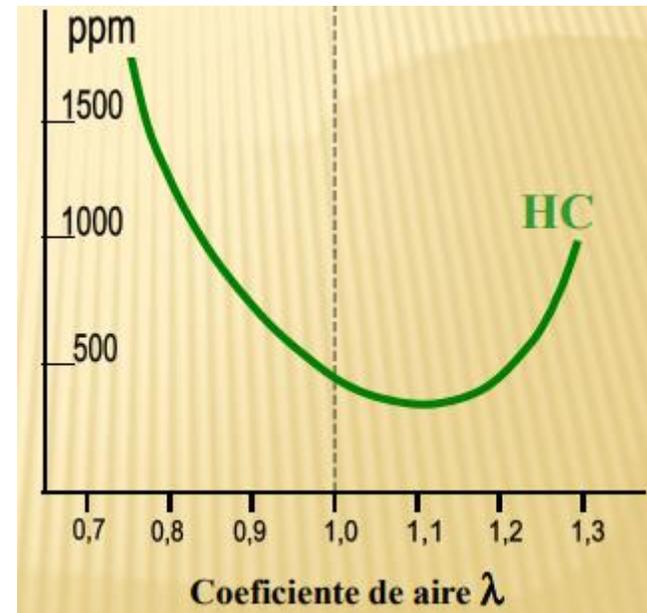
- ▶ Sistemas auxiliares del motor (Pérez, 2012)
- ▶ EURO III CO2 < 17%



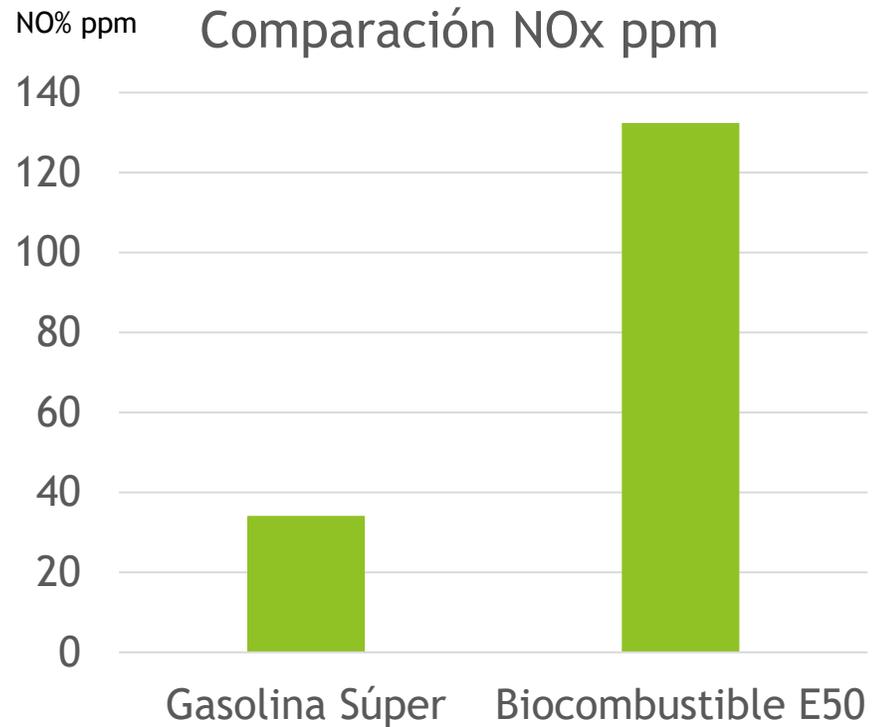
COMPARACIÓN DE EMISIONES HC CON EURO III



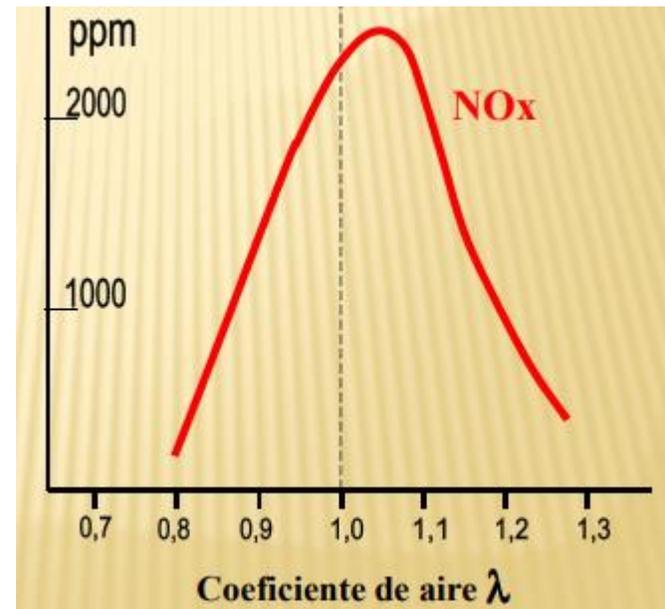
- ▶ Sistemas auxiliares del motor (Pérez, 2012)
- ▶ EURO III HC < 200 ppm



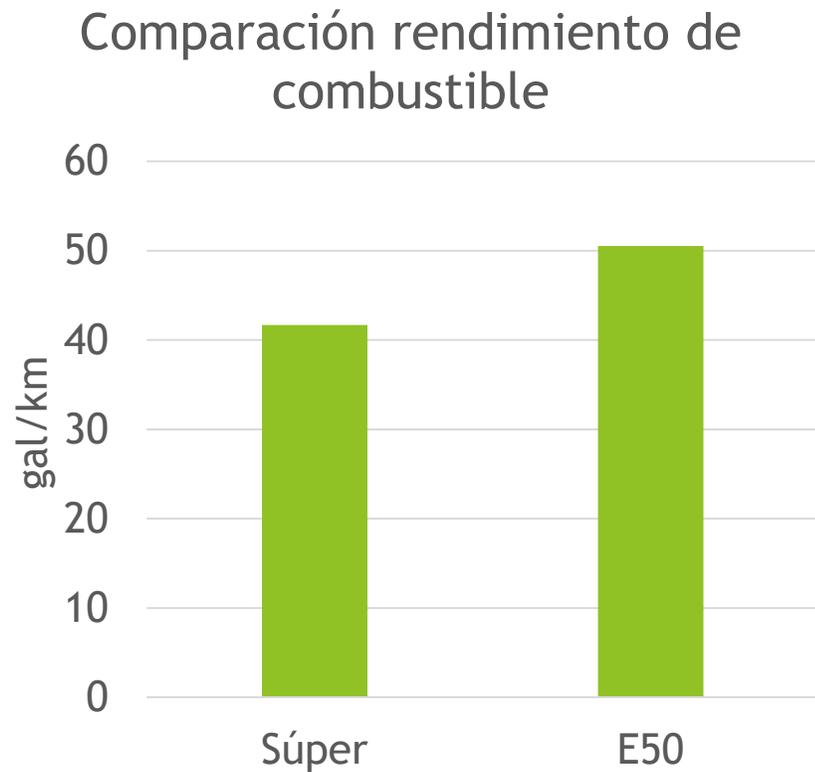
COMPARACIÓN DE EMISIONES NO_x CON EURO III



- ▶ Sistemas auxiliares del motor (Pérez, 2012)
- ▶ Biocombustible exceso de oxígeno mayor cantidad de NO_x
- ▶ EURO III NO_x < 125 ppm



COMPARACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CON FABRICANTE



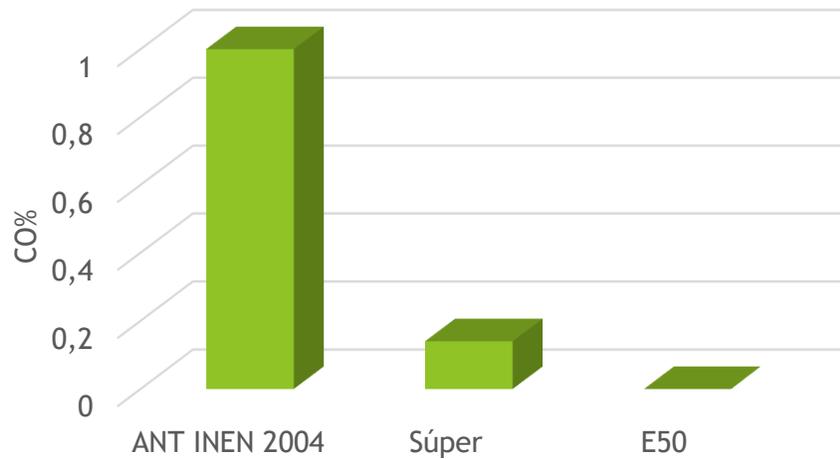
- ▶ Manual de usuario del fabricante Chevrolet Spark 995 cc

Consumo de combustible
58 km/gal

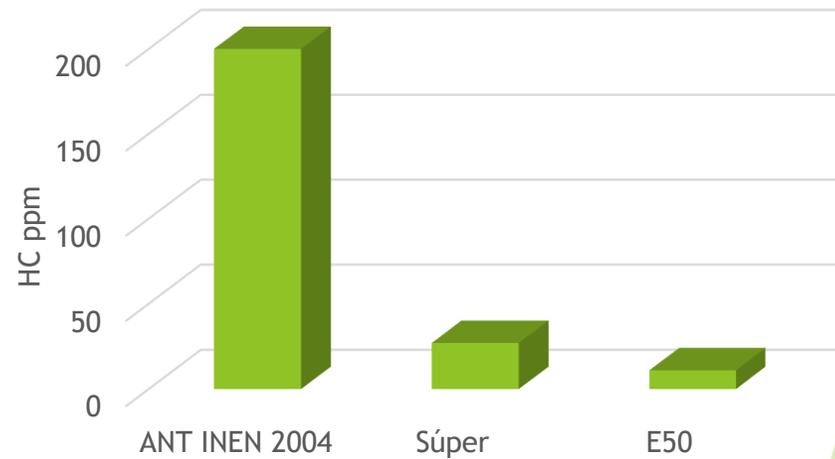
Existe un aumento del desempeño del 17,50 % con respecto a la súper

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE EMISIONES ESTÁTICAS

Comparación de CO% en ralentí



Comparación de HC ppm en ralentí



CONCLUSIONES

- ▶ Se obtuvo una cantidad de 1810 mL de etanol al 91° alcohólicos mediante la fermentación de 54 L de jugo que fueron procesados de 131,22 kg de tallos de maíz tipo *Zea mays L*, para el análisis en un MCI a partir de los ensayos de torque potencia, consumo de combustible, emisiones estáticas y dinámicas
- ▶ En el proceso de fermentación del jugo de tallo de maíz tipo *Zea mays L* con 1%(v/v) de *Saccharomyces cerevisiae* activada, se obtuvo de los diez ensayos un promedio de azúcares reductoras del 66,022%.
- ▶ Se analizó el rendimiento del motor marca Chevrolet serie Spark de 995 cc con la gasolina súper y el biocombustible E50, determinando la disminución de la potencia un 14,66 % y el torque en un 21,98% con respecto al combustible súper.
- ▶ La potencia y torque obtenidas con el biocombustible E50 se ven afectadas debido a que la cantidad de lambda es superior a uno, ocasionado mezclas pobres debido al exceso de O₂ que se da en la combustión.
- ▶ EL biocombustible presenta una cantidad mayor de NOx ppm que la gasolina súper ya que el excedente de oxígeno no combustionado se mezcla con el nitrógeno debido a las fuerte a presiones y temperaturas que existen en la cámara de compresión.
- ▶ El biocombustible E50 con respecto a la gasolina súper presenta beneficios ambientales en las emisiones contaminantes del CO, CO₂ y HC.
- ▶ Se determinó que el biocombustible E50 presenta un desempeño mayor de 17,50 % que el combustible súper, conocidos los valores de rendimiento de 41,67 km/gal y 50,51 km/gal del combustible súper y biocombustible E50 respectivamente.

RECOMENDACIONES

- ▶ En el proceso de extracción de jugo con el trapiche se recomienda realizar más de dos pasadas del tallo del maíz en los rodillos de aceros inoxidable con el fin de obtener mayor cantidad de jugo de caña para realizar la fermentación.
- ▶ En la fermentación se recomienda tomar datos de forma diaria de °Brix, pH y temperatura para conocer el estado del proceso de fermentación y conocer la reducción de su cantidad de azúcar.
- ▶ Realizar la caracterización del jugo de tallo de maíz, etanol hidratado y el bioetanol E50 para conocer sus propiedades fisicoquímicas.
- ▶ Se recomienda almacenar el bioetanol en un recipiente adecuado de plástico o vidrio ámbar en un lugar fresco y seco a una temperatura menor de 25° C.
- ▶ Se recomienda que el vehículo de ensayo se encuentre en las mejores condiciones de funcionamiento y temperatura aproximada de 92 °C para obtener resultados precisos de cada uno de los ensayos realizados en el motor.