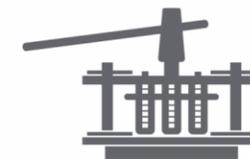


ENERGÍA CULTIVADA. EL BIOETANOL EN EL DESARROLLO DEL NOA



INSTITUTO DE PROMOCIÓN
DEL AZÚCAR Y ALCOHOL
DE TUCUMÁN



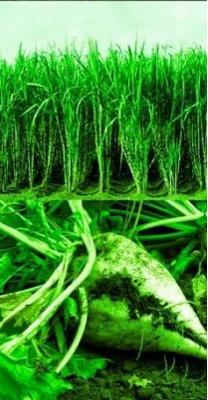
CENTRO
AZUCARERO
ARGENTINO

Ministerio de
Economía y Producción



GOBIERNO DE
TUCUMÁN

Oswaldo Jaldo
Gobernador



El papel de los biocombustibles en la transición energética y el desarrollo sostenible

Los Biocombustibles en el mundo

Dr. Plinio Nastari

Presidente, DATAGRO

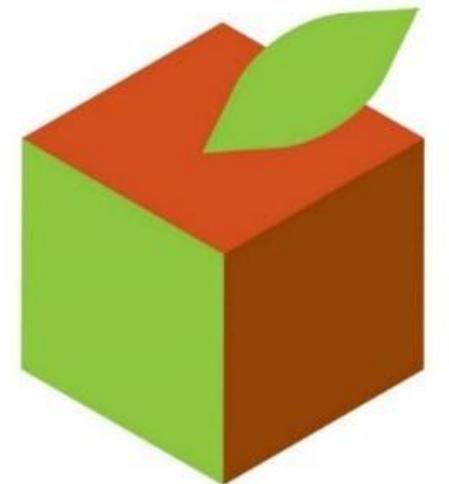
Presidente, IBIO Instituto Brasileiro de Bioenergia e Bioeconomia

Energía Cultivada.

El Bioetanol en el Desarrollo del NOA

Tucumán, Argentina

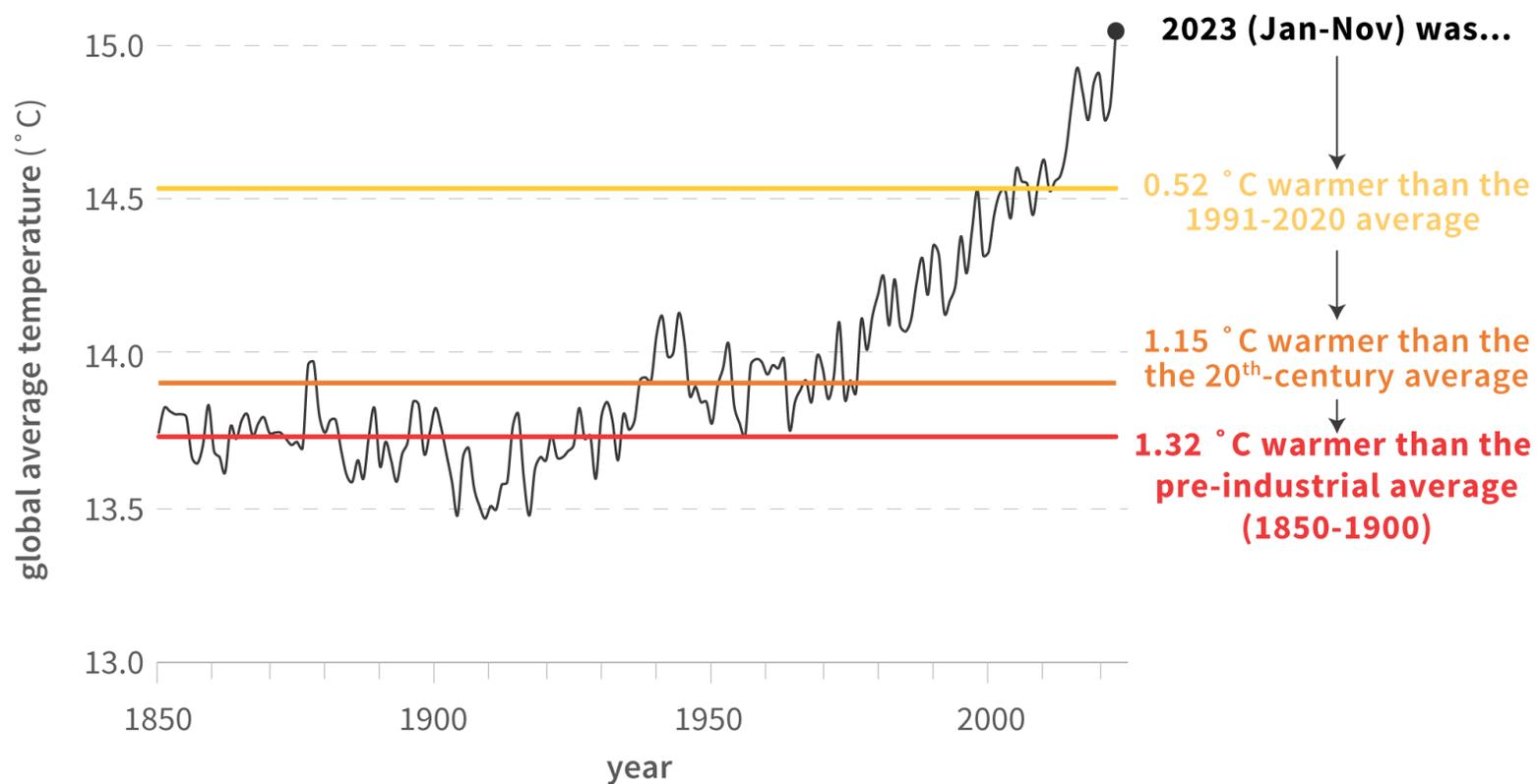
22 Julio 2025



DATAGRO

Cambio climático: las temperaturas superficiales anuales siguen aumentando

Yearly global surface temperatures compared to different long-term averages

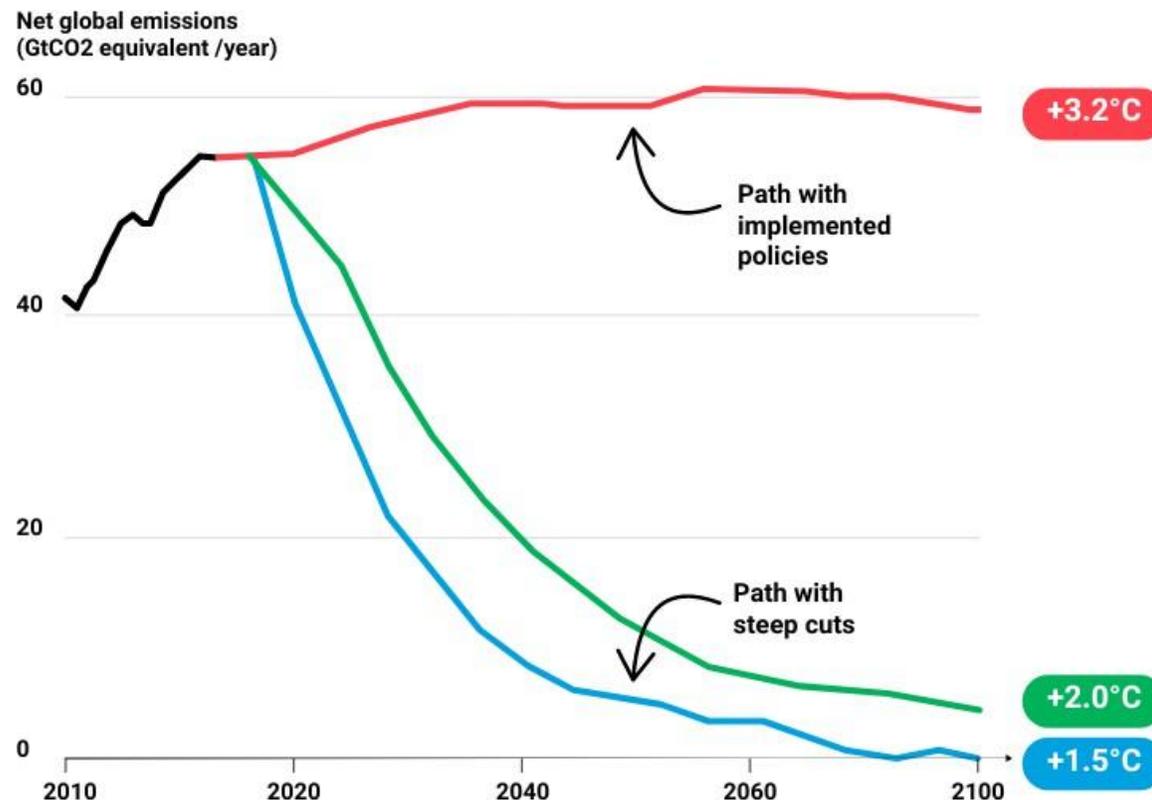


1850-2023
(2023 is Jan-Nov)

NOAA Climate.gov
Data: NCEI

Cambio climático: hemos superado el umbral de los 1,5 °C en 2024 y las políticas actuales nos llevan hacia un aumento de 3,2 °C en 2100

Necesitamos recortes importantes en el uso de combustibles fósiles para limitar el calentamiento global



Source: IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

COP23-Fiji in Bonn



Declaración de Visión de 19 Naciones que representan más del 50% de la población y el 37% del PIB mundial + AIE + IRENA
Bonn, 16 de noviembre de 2017

Objetivo para 2030 (2 Degree Scenario, 2DS)

- Es necesario **duplicar** el porcentaje de la bioenergía en la demanda energética mundial.
- Es necesario **triplicar** el porcentaje de biocombustibles con bajas emisiones de carbono en la energía para el transporte, incluidos los terrestres, marítimos y aéreos.

Aumentar la escala de la Bioenergía es posible, utilizando prácticas sustentables y aprovechando el potencial de expansión de la producción de caña y granos, con un mejor uso de los residuos agroindustriales y urbanos, y con la adopción de políticas apropiadas.



“El escenario de la Hoja de Ruta (ReMap) de IRENA predice que el suministro global de biocombustibles debería ser de **500 mil millones de litros en 2030, y 1,12 mil billones de litros en 2050**, para que de la manera más rentable sea posible alcanzar los objetivos del Acuerdo Climático de París (IRENA, 2017)”.

In **Creating the Biofuture: A Report on the State of the Low Carbon Bioeconomy**, 2018, pp.23-24.

Nastari, P., Eletrificação com Biocombustíveis, ANP, Fev 2019.

La caña de azúcar es el cultivo más eficiente para convertir la luz solar en biomasa

1 ton de caña de azúcar

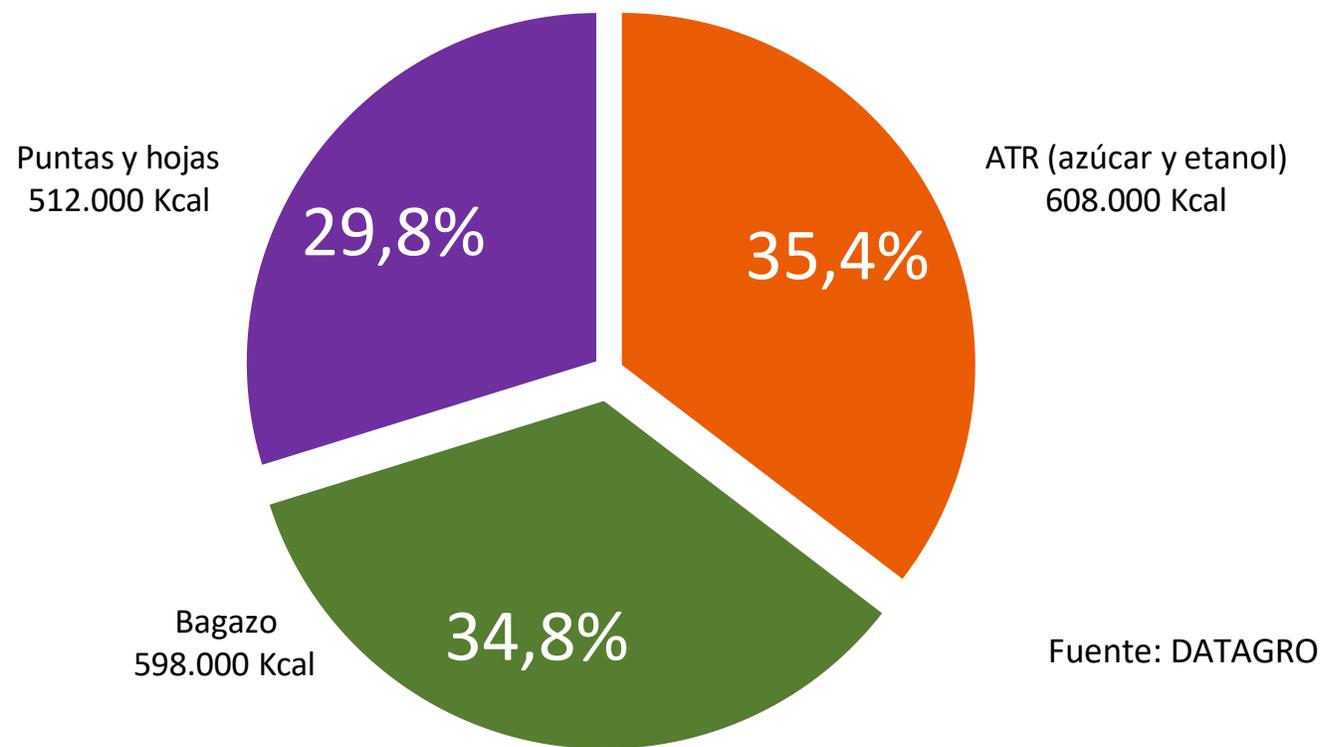
=

1,2 barril de petróleo



Fonte: DATAGRO.

Energía contenida en 1 tonelada de caña de azúcar



■ TRS
 ■ Bagasse
 ■ Trash



Los beneficios relacionados con el uso del etanol

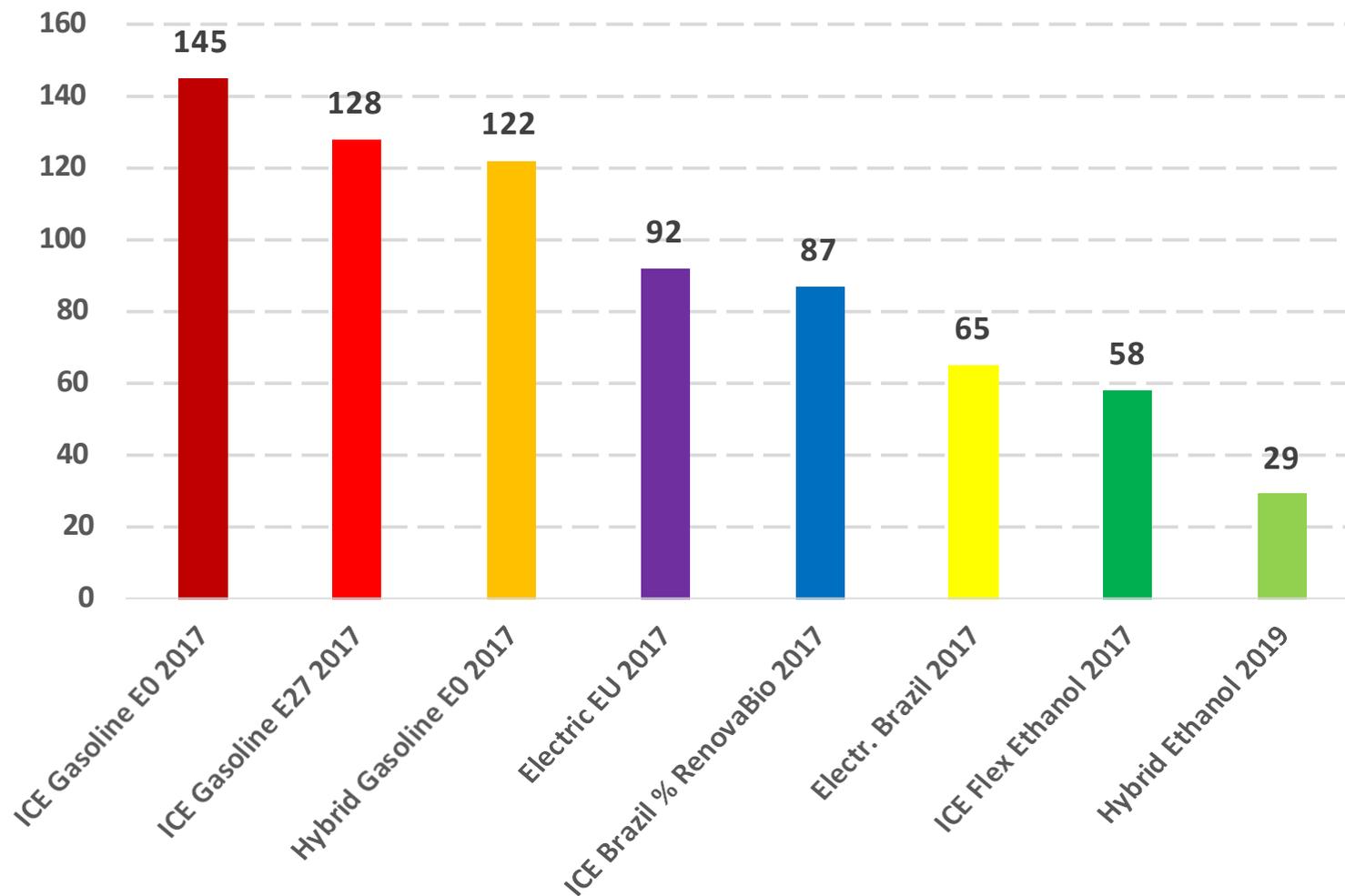
- Bonificación por Sustitución en Volumen
- Bonificación por Mayor Octanaje
- Bonificación por Menor Emisión de Carbon
- Bonificación por Menor Polución
- Bonificación por Menor Dependencia Energética
- Bonificación por Desarrollo Económico

Ventajas económicas del uso de etanol

- Su alto octanaje (AKI 110) permite la sustitución de aromáticos cancerígenos (BTX) que son mucho más caros que la gasolina (AKI 87-91). Etanol vale más que el tolueno, no la gasolina.
- La mezcla base de gasolina para el uso de etanol en un alto porcentaje tiene un coste reducido. Se utilizan cadenas más nobles para otros productos de valor agregado = Grandes ahorros en importaciones ó producción nacional de gasolina.

El etanol es la opción más limpia, eficiente, asequible y sostenible para la movilidad (concepto Well-a-Wheel, Poço-a-Roda)

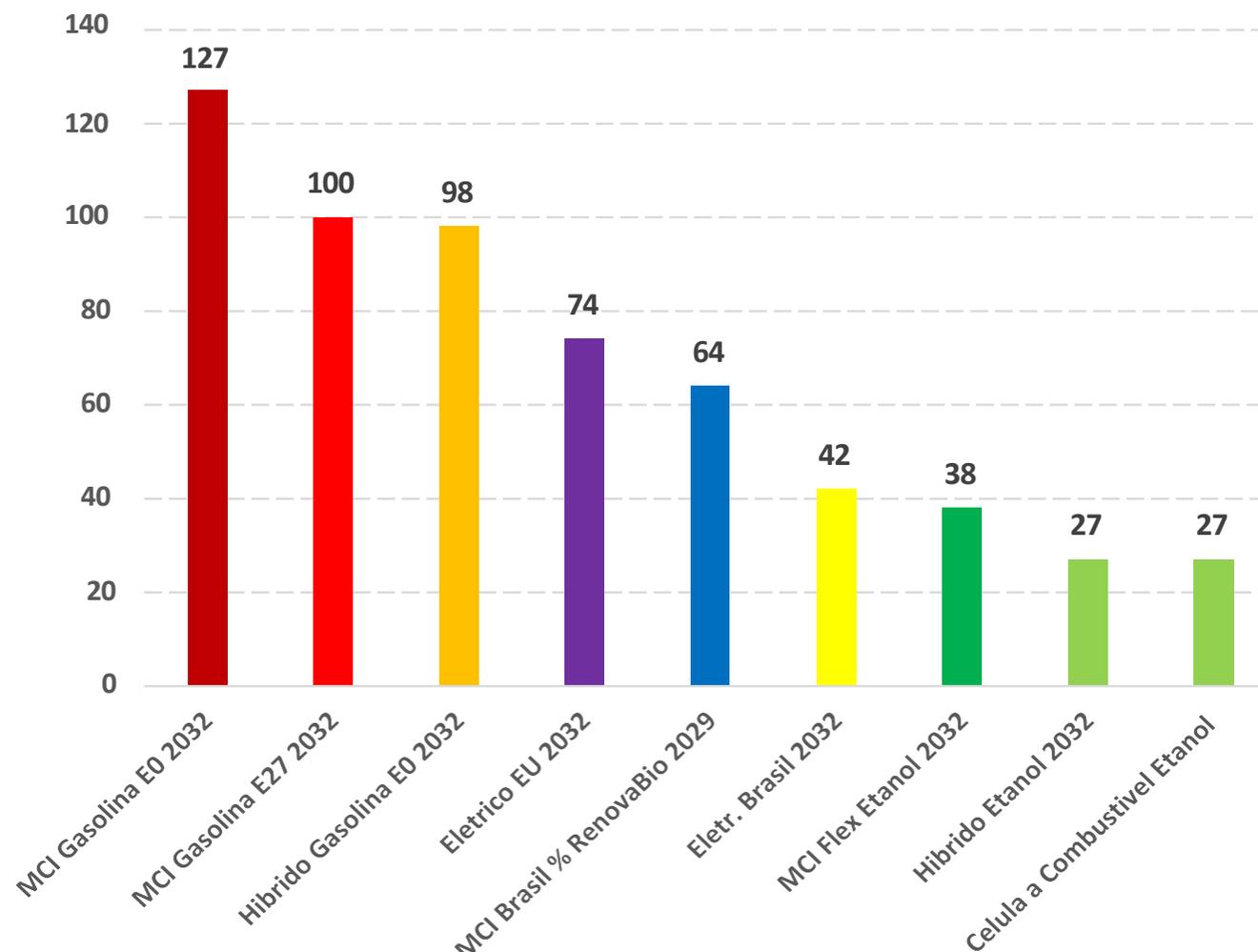
Emissiones Totales de GEI en gCO2e/km



Fuente: MAHLE

El etanol es la opción más limpia, eficiente, asequible y sostenible para la movilidad (concepto Well-a-Wheel, Poço-a-Roda)

Emissiones Totales de GEI en gCO2e/km – estimado en 2032



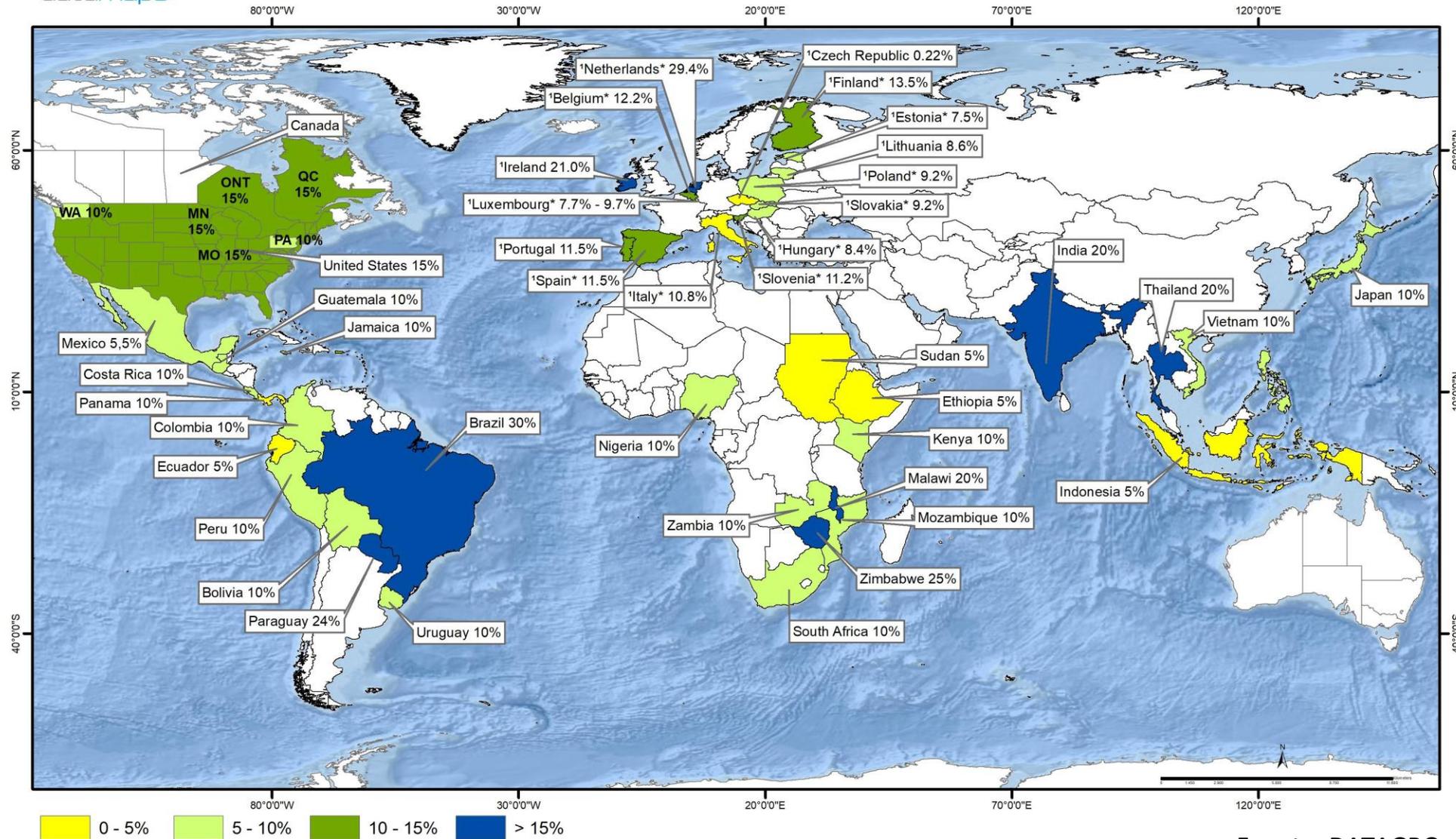
Fuente: MAHLE

© Copyright DATAGRO – Derechos Reservados

Fonte: MAHLE, 2019.



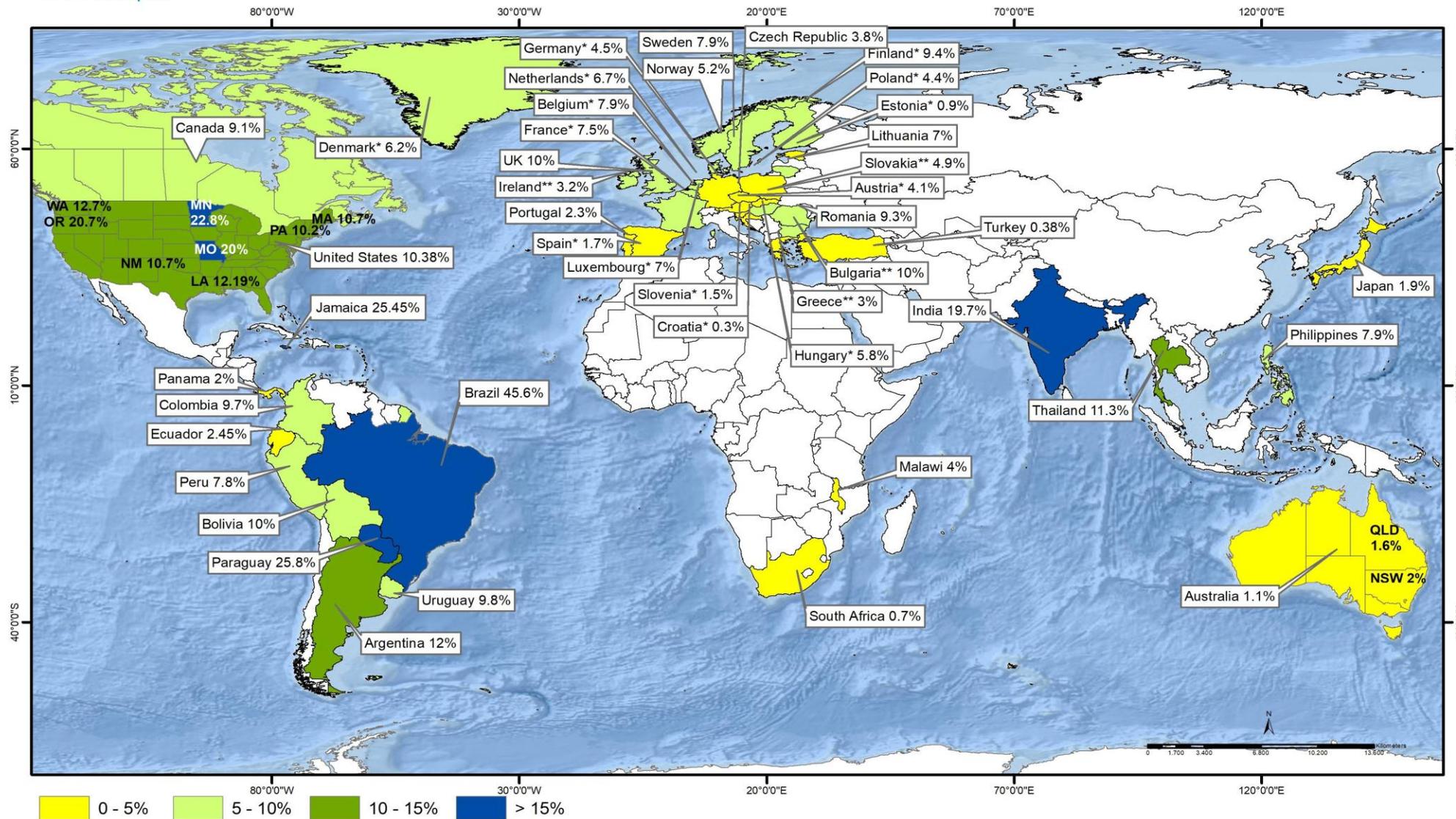
Objetivos de mezcla de etanol combustible - 2025



*: Energy-based
1: Target for ethanol and biodiesel

Fuente: DATAGRO

Sustitución de gasolina por etanol en 2025

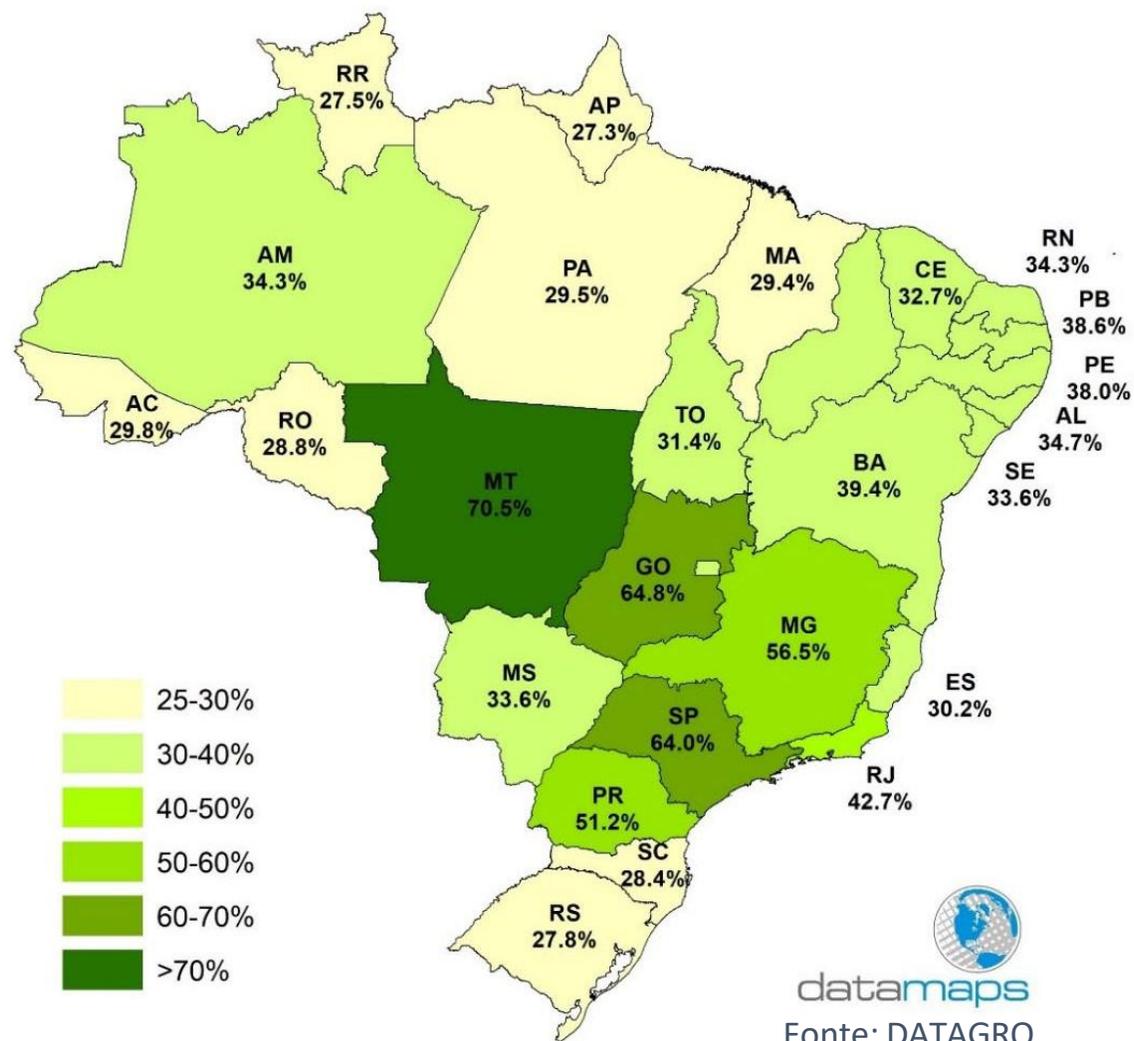


*: Energy-based
 **: Energy and volumes-based

Fuente: DATAGRO

En Brasil, participación del Etanol en el Consumo Combustible Ciclo Otto

Por estados en Brasil (2024), % en gasolina equivalente



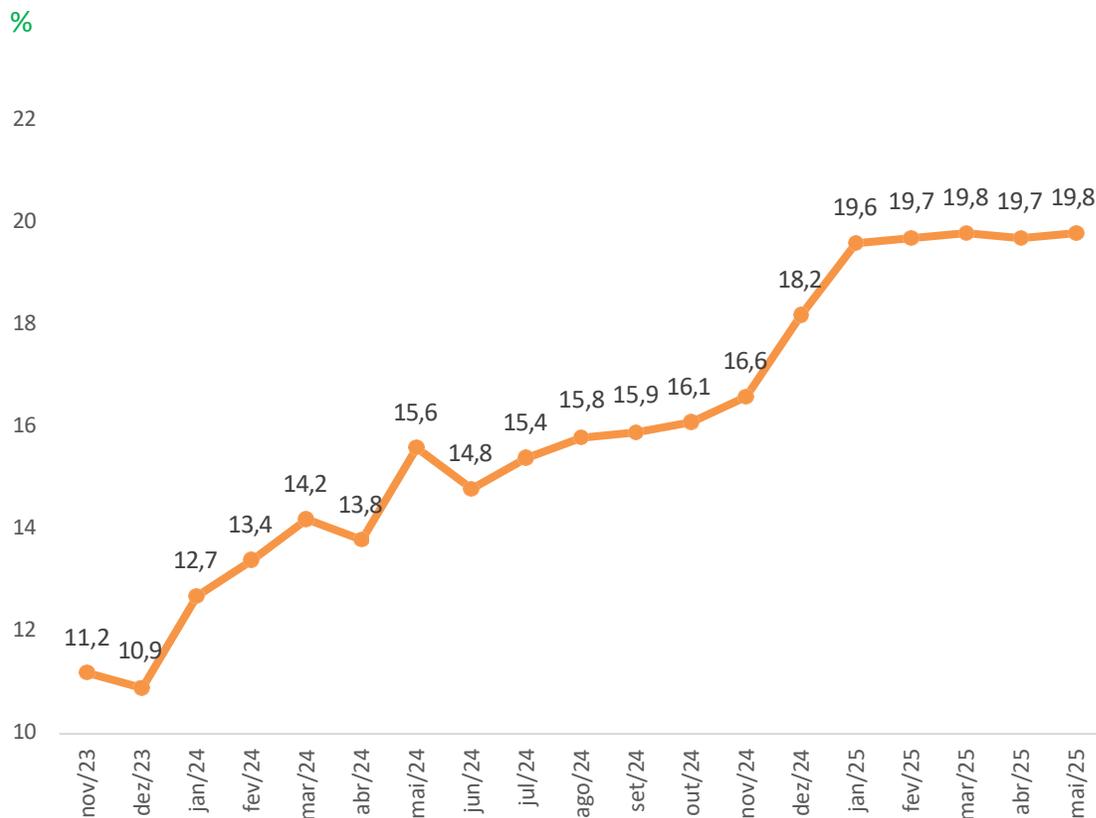

 Fonte: DATAGRO

Desde 2017, India ha aumentado su mezcla de etanol del 2,3% al 20%

Cabe destacar la rápida adopción de mezclas con mayor contenido de etanol en la gasolina en India, donde el parque automotor es notoriamente antiguo y con elevada proporción de vehículos de dos ruedas. En 2017, India tenía un promedio de 2,3% de etanol en la gasolina. En mayo de 2025, este porcentaje promedio era del 19,8%, y el gobierno indio aspira a alcanzar una mezcla del 30% para 2030, para su uso en vehículos convencionales sin modificaciones.

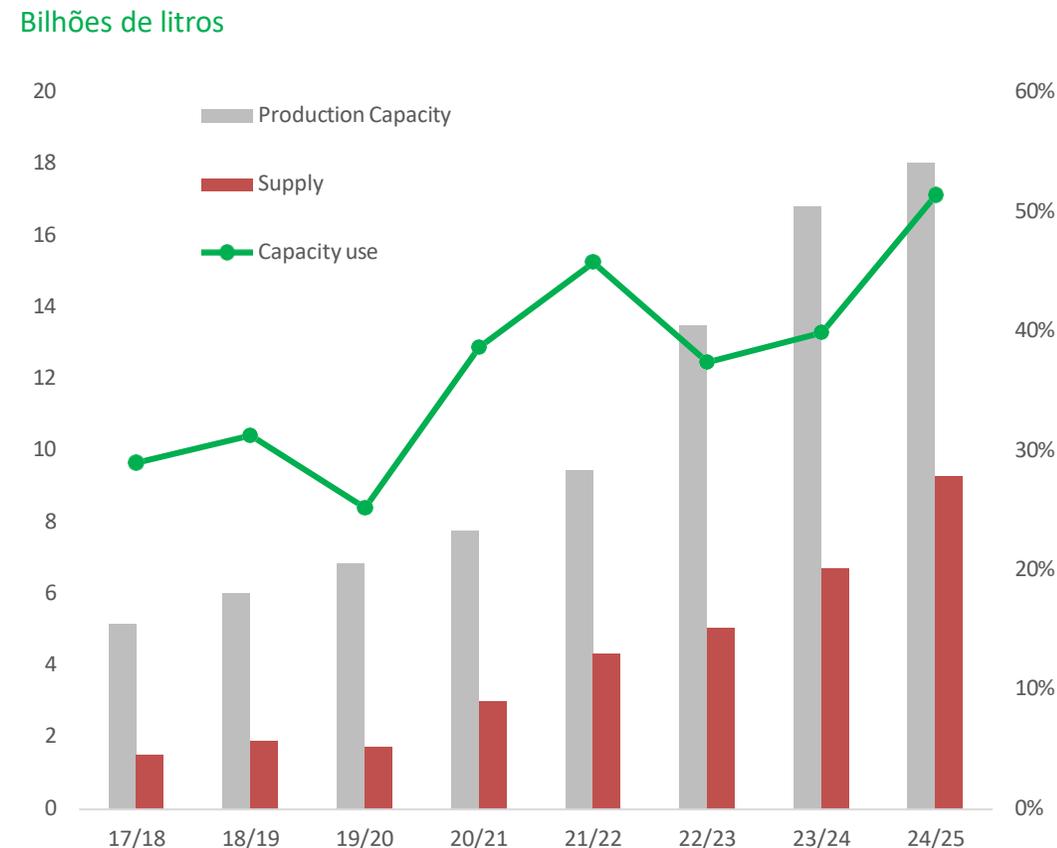
La capacidad de producción de etanol en India se ha más que duplicado en los últimos cinco años, pasando de 6.850 millones de litros en 2019/20 a 18.040 millones de litros en 2024/25. Solo la mitad (51,5%) de esta capacidad se utilizó en 2024/25 (9.300 millones de litros de producción).

Proporción de mezcla de etanol en la India



Fuente: PPAC, elaboración DATAGRO

Capacidad de producción de etanol en la India



Fuente: NFCSF, elaboración DATAGRO

Etanol reduce las emisiones locales

El etanol emite muchos menos contaminantes:

- Cero material particulado
- Cero aromáticos cancerígenos
- Cero azufre
- Cero plomo



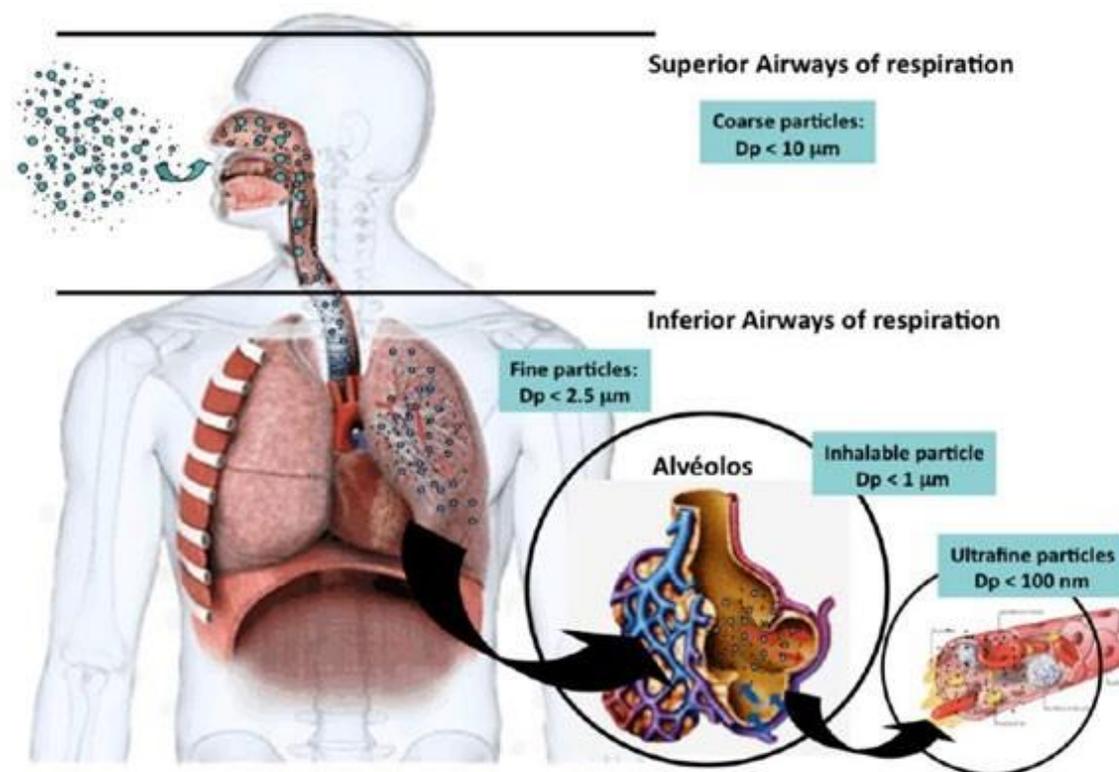
Credit: US EPA

Not all particles are created equal. Toxicity varies with:

- Particle number, size, surface area
- Chemical composition
- Pollution mixture (O₃, metals, organics, endotoxins)
- Mechanism of action (oxidative stress, inflammation, lung function)

Etanol reduce las emisiones locales

- Las partículas finas $MP_{2.5}$ transportan material cancerígeno al torrente sanguíneo.



Credit: Guariero et al. (2013), InTech, doi:10.5772/52513

ICA (MP_{2.5}) PARA LAS CIUDADES MÁS CONTAMINADAS DEL MUNDO

Most Polluted Cities in the World - Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 2018							
Rankig	City	Country	2018 AVG	Rankig	City	Country	2018 AVG
1	Gurugram		135,8	26	Mandi Gobindgarh		78,6
2	Ghaziabad		135,2	27	Xingtai Shi		76,7
3	Faisalabad		130,4	28	Shijiazhuang		76,7
4	Faridabad		129,1	29	Ahmedabad		76,1
5	Bhiwadi		125,4	30	Aksu		74,1
6	Noida		123,6	31	Handan		74
7	Patna		119,7	32	Anyang		72,9
8	Hotan		116	33	Baoding		70,7
9	Lucknow		115,7	34	Linfen		68,2
10	Lahore		114,9	35	Wujiaqu		67,8
11	Delhi		113,5	36	Xianyang		67,8
12	Jodhpur		113,4	37	Jaipur		67,6
13	Muzaffarpur		110,3	38	Jiaozuo		66,9
14	Varanasi		105,3	39	Hengshui Shi		65,7
15	Moradabad		104,9	40	Xuzhou		65,5
16	Agra		104,8	41	Cangzhou Shi		65,2
17	Dhaka		97,1	42	Pingdingshan		65,1
18	Gaya		96,6	43	Kaifeng		64,6
19	Kashgar		95,7	44	Asansol		64,4
20	Jind		91,6	45	Howrah		64,2
21	Kanpur		88,2	46	Xuchang		64,2
22	Singrauli		86,8	47	Zhengzhou		64,1
23	Kolkata		85,4	48	Tangshan		63,5
24	Pali		82,3	49	Puyang		63,5
25	Rohtak		81,6	50	Luohe		62,6

Las 50 ciudades más contaminadas del mundo están:

- 25 en India
- 22 en China
- 2 en Pakistan
- 1 en Bangladesh



São Paulo es **1779^o** en el ranking promedio - **14.2** $\mu\text{g} / \text{m}^3$

WHO recomienda
MP_{2.5} abajo
< 5 $\mu\text{g} / \text{m}^3$



Próximos pasos de evolución tecnológica automotriz

Optimización de M.C.I. utilizando H.O.F.



Vehículos híbridos



Electrificación con Biocombustibles Sostenibles(SOFC)

Tecnología automotriz

Electrificación con Etanol

- “Con la actual infraestructura de distribución de etanol, Brasil ya resolvió el obstáculo de la distribución de Hidrógeno” (Nissan, junio de 2016).
- La electrificación con etanol no utiliza metales raros. La distribución de etanol equivale en Brasil a una red de distribución de hidrógeno ya instalada (+ 41.800 estaciones de reventa).



Tecnología automotriz

Electrificación con Etanol

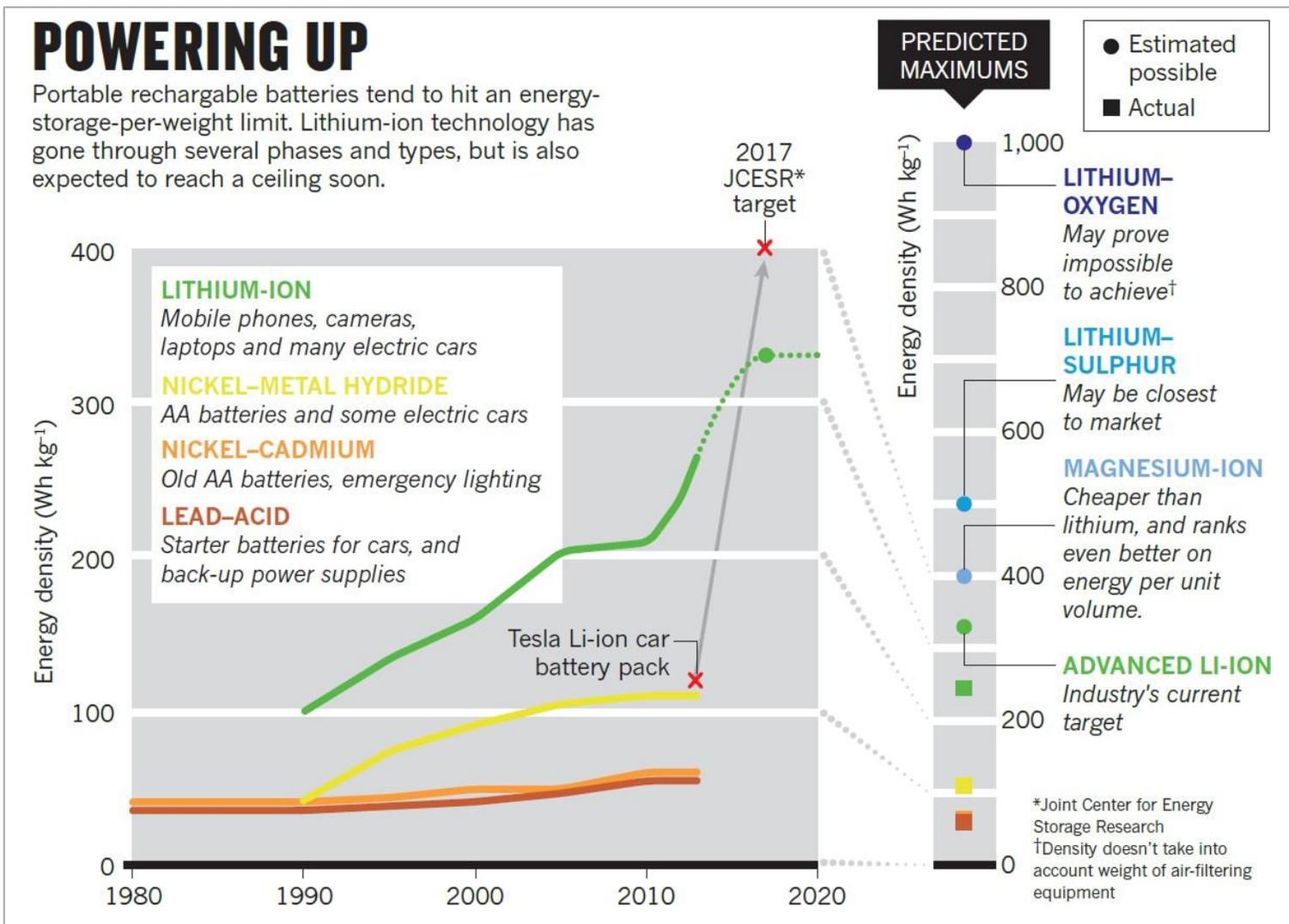
- Se trata de un vehículo eléctrico sin los problemas que afronta la batería, aprovechando el alto contenido de hidrógeno del etanol.





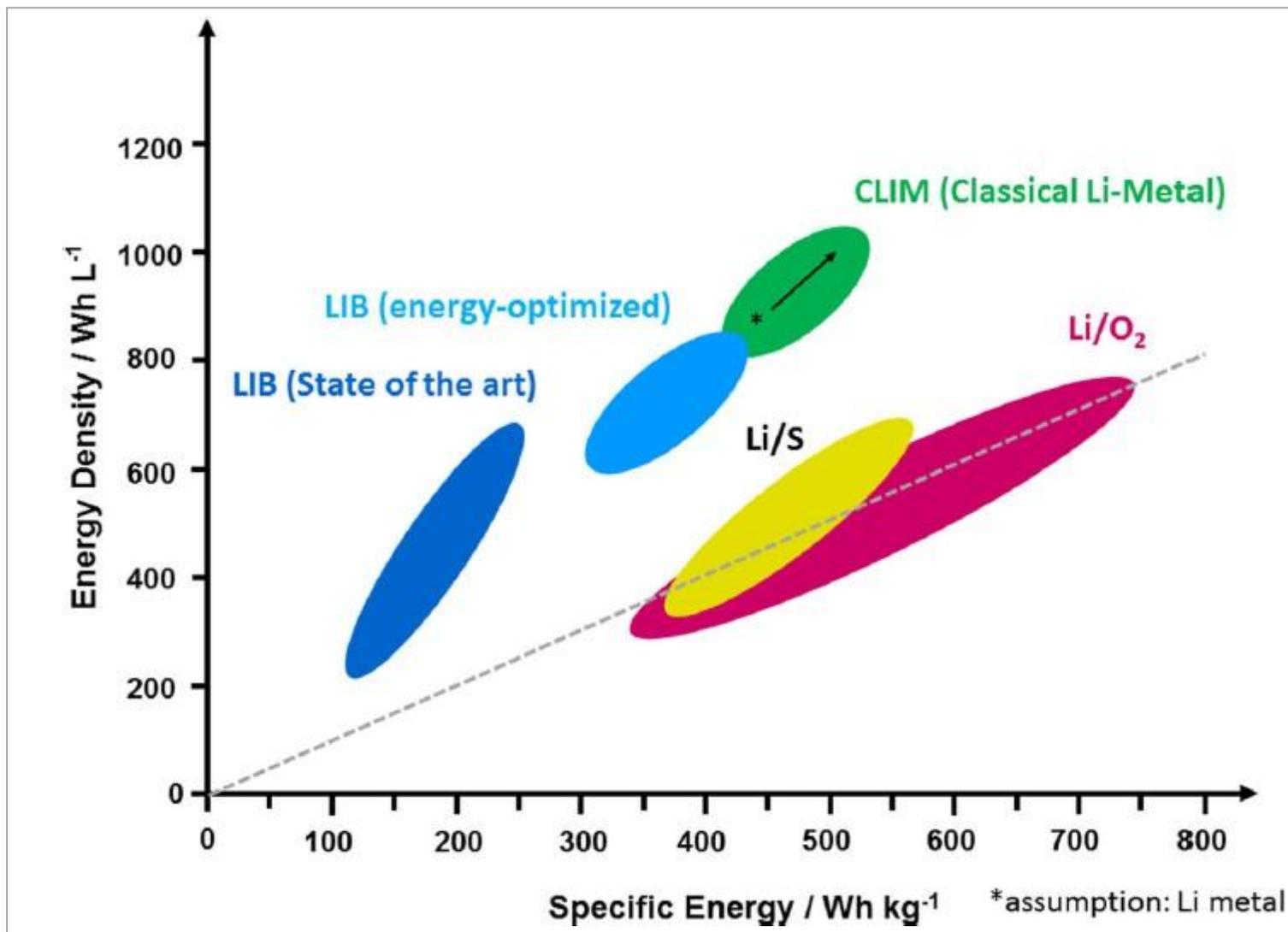
Las baterías aún enfrentan el desafío de la baja densidad energética

Baterías: densidad de energía < 1,000 Wh/kg



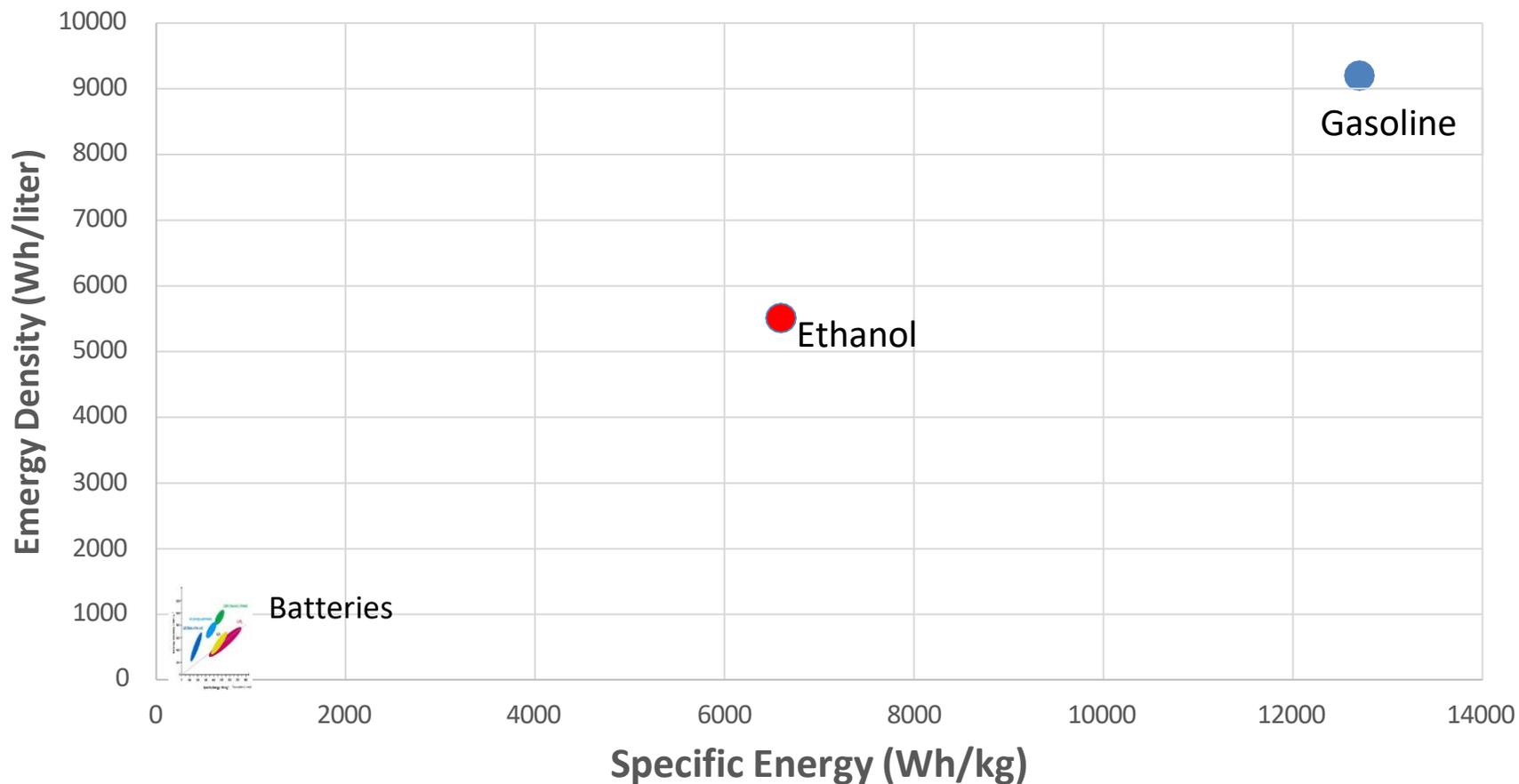
Source: Van Noorden, "A Better Battery", 28 | NATURE | VOL 507 | 6 MARCH 2014 in Brito, BBEST, 2017.

Baterías: densidad energética y energía específica



Fuente: Brito, BBEST, 2017, FAPESP.

Densidad de Energía y Energía Específica: en los combustibles líquidos es mucho mayor que en las baterías



Fuente: Brito, BBEST, 2017, FAPESP.

Las baterías no pueden cumplir la tarea de almacenar grandes volúmenes de energía

Mayor fabrica de baterias del mundo



en Nevada, USA

Levaria **500 años**

Para fabricar baterias capaces de almacenar



**1 dia de
consumo de
Eletricidade
em los
EE.UU.**



Fuente: PragerU

El mayor obstáculo es la infraestructura

- Para los países con grandes dimensiones geográficas, el mayor desafío es la infraestructura para respaldar la electrificación con baterías.
- Inversión necesaria únicamente para la instalación de puntos de recarga:
 - EE.UU.: entre 338 y 476 mil millones de dólares (EPRI, Oficina del Censo de EE.UU.)
 - Brasil: entre 210 y 300 mil millones de dólares (EPE)
- Por este motivo, deberían preferirse las soluciones híbridas.
 - HEV-FFV
 - PHEV-FFV

LOS HÍBRIDOS UTILIZAN MENOS MINERALES PARA LAS BATERÍAS

Comparação entre SUVs do mesmo tamanho disponíveis no Brasil.

1 BEV (69 kWh)

Vehículo 100% Eléctrico



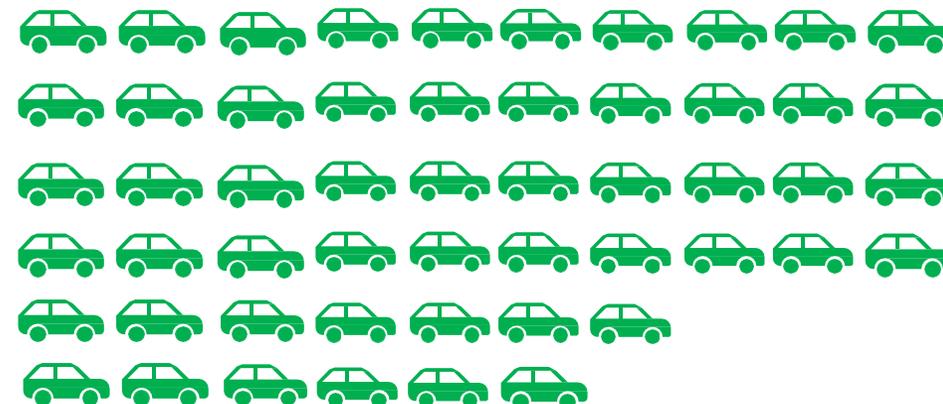
6 PHEV (11,4 kWh)

Vehículo Híbrido Plug-in



53 HEV-FFV (1,3 kWh)

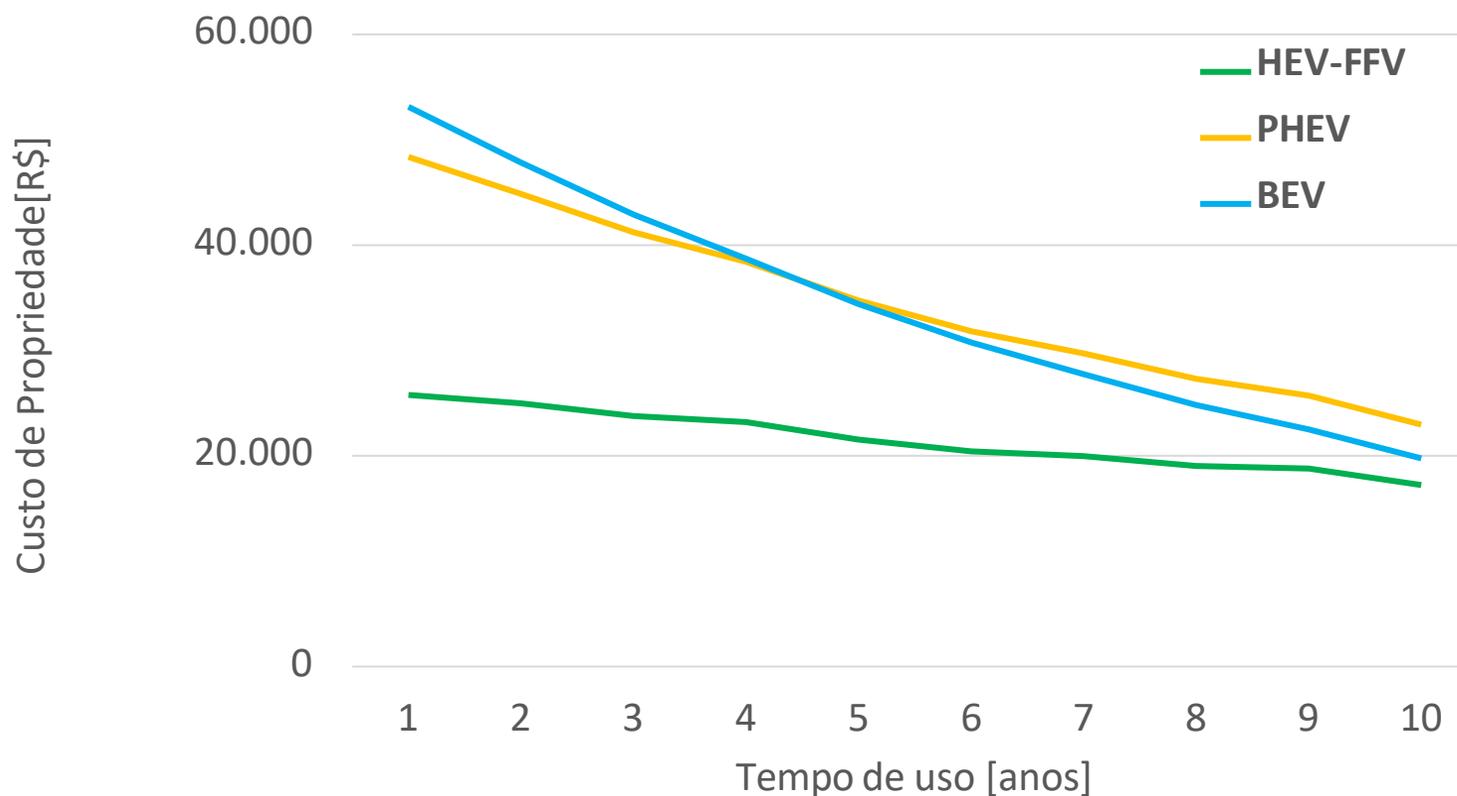
Vehículo Híbrido Flex



Fonte: Toyota.

HYBRID FLEX ES UNA SOLUCIÓN ASEQUIBLE

Costo de propiedad por tiempo de uso de cada tecnología*:



Itens considerados no cálculo: *

- Valor de venda/Depreciação;
- Disponibilidade/ recarga;
- Manutenção;
- Impostos e seguros;

Premissas :

- 13.000km/ano, por 10 anos,
- Etanol = R\$4,00/litro,
- Gasolina = R\$5,20/litro,
- Eletricidade= R\$0,75kWh,
- Valores em SP,
- Seguro contra roubo e terceiros.

*Dados de dez/22

Fuente: Toyota.

INFORME JAMA – RESUMEN – SEPTIEMBRE 2022

1. La electrificación de vehículos no será suficiente para evitar el cambio climático
2. Para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C en 2050, será necesario utilizar combustibles neutros en carbono simultáneamente con la electrificación, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

Recomendación del estudio JAMA:

Es necesario incrementar el uso de Combustibles Carbono Neutrales en el mundo.

Ventajas de los biocombustibles como el etanol

- **Solución inmediata** para mezclas de nivel medio: no requiere nueva flota ni construcción de infraestructura
- Permite **implementación y resultados inmediatos**.
- **Replicable**: sin barreras técnicas para la implementación
- **Escalable**: puede crecer con el tiempo utilizando materias primas disponibles, incluidos residuos orgánicos para la conversión celulósica en etanol.
- **Beneficios ambientales y de salud muy efectivos** y comprobados.
- **Precio asequible** para los consumidores.
- **Promueve empleos e ingresos locales** para los agricultores.
- El **alto octanaje del etanol complementa bien a la gasolina** y permite el uso de gasolinas de mezcla de más bajo precio/costo.
- Ofrece **sostenibilidad y longevidad para el uso de la gasolina**.
- Permite a los **fabricantes de automóviles cumplir objetivos de emisiones más restrictivos**

El concepto de hidrógeno

- El etanol y el biometano pueden entenderse como hidrógeno envuelto en forma de combustibles prácticos, fáciles, seguros, eficientes y económicos de capturar, almacenar y distribuir.
- Etanol: C_2H_5OH – él tiene 3 H para cada C
- Biometano: CH_4 – él tiene relación 4:1 de H:C
- Gasolina (indolene): él tiene relación média 1,62:1 de H:C

El etanol es un excelente portador de hidrógeno

Carreta de 45 K litros

Contenido de Hidrógeno



7.700 kg



4.700 kg



1.500 kg

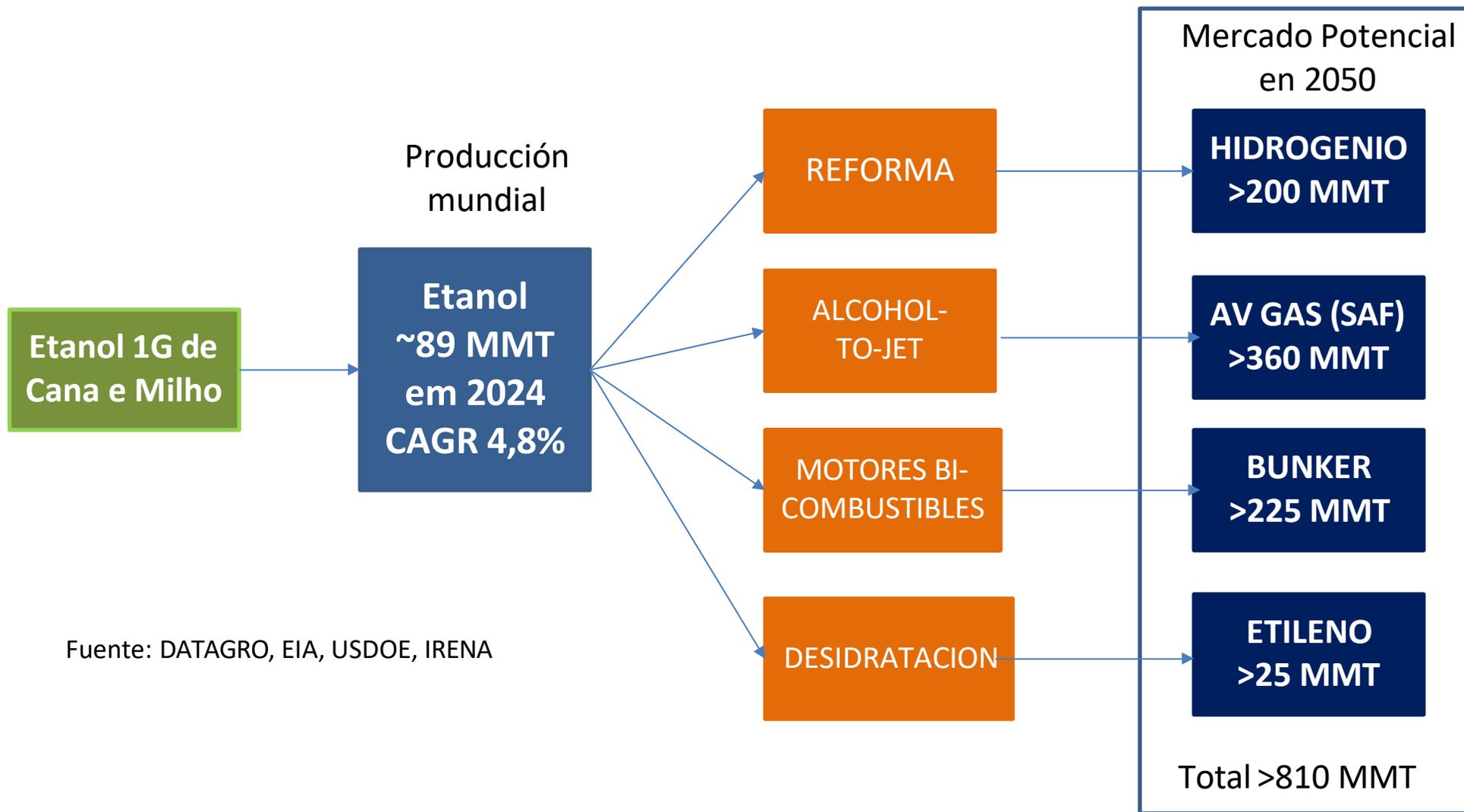


Fuente: DATAGRO

¡Nos dirigimos hacia la Era del Hidrógeno!

- No solo del **Hidrógeno** procedente de la energía eólica y solar, que puede utilizarse para grandes proyectos industriales (amoníaco verde, arrabio verde, etc.) pero que, para su distribución espacial, debe almacenarse y distribuirse en tanques de alta presión (de 500 a 900 bar), costosos de titanio y arriesgado,
- También el **Hidrógeno** representado por Combustibles Líquidos de Alta Densidad Energética y Baja Huella de Carbono, producido de manera eficiente y sustentable,
- Biocombustibles como **etanol, biogás y biometano**, los cuales utilizados de manera complementaria brindarán longevidad y sustentabilidad ambiental para el uso de reservas de Combustible Tradicional, de forma económica y accesible para el consumidor.

Perspectivas de expansión del etanol en el mundo



Fuente: DATAGRO, EIA, USDOE, IRENA

Sentido de urgencia ante el cambio climático

- Hoy en día, existe un sentido de urgencia en todo el mundo, ya que no hay tiempo a perder.
- Etanol no depende de cambio en flotas y en infraestructura de distribución.
- Etanol mezclado con gasolina permite implementación inmediata, es replicable, escalable, asequible en precio, y con beneficios comprobados a la salud y medio ambiente.
- Mandato es medida más indicada para implementación inmediata.
- “Worldwide Fuel Charter” ammette E10 en todas las flotas del mundo. La experiencia en otros países es ejemplo vivo de que mezclas con 10%, 20%, y incluso 30%, son técnicamente posibles.
- La diversificación hacia el etanol ha demostrado reducir costos de producción a lo largo en toda la cadena.
- La certificación es medida adecuada para garantizar producción sostenible, sin deforestación, y para fomentar mayor eficiencia energética-ambiental.

Argentina puede avanzar mucho más allá de la mezcla del 12%



Con grandes beneficios económicos, ambientales y de salud, promoviendo el desarrollo sostenible de su agricultura



T +55 11 4133.3944

datagro@datagro.com

www.datagro.com



PLANTING DATA

HARVESTING SOLUTIONS

www.datagro.com

+55 11 4133 3944

Calendário de eventos

August 28-29 , 2024

6th DATAGRO Opening of the Grains Crop
Goiania, GO

September 17th, 2025

5th Forum Livestock Brazil
São Paulo, SP

September 18th, 2025

Beef Dinner Brazil
Palácio Tangará - São Paulo, SP

October 20-21, 2025

25th International DATAGRO Conference on Sugar & Ethanol
Grand Hyatt Sao Paulo – Sao Paulo, SP

October 23, 2025

Sugar & Ethanol Dinner Brazil
Club Monte Líbano - Sao Paulo, SP

December 02nd- 03rd, 2025

34th International ISO Seminar
Church House, Westminster
London, UK

www.datagroconferences.com



DATAGRO

PLANTING DATA HARVESTING SOLUTIONS

www.datagro.com



/ DATAGRO