



# Title: Análisis y modelado de motores tipo HCCI usando biocombustibles

Author: Juan C., PRINCE-AVELINO, Guillermo, OVANDO-CHACÓN, Abelardo, RODRÍGUEZ-LEÓN

Editorial label ECORFAN: 607-8534  
BCIERMMI Control Number: 2018-03  
BCIERMMI Classification (2018): 251018-0301

Pages: 11  
RNA: 03-2010-032610115700-14

## ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

## Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	Republic of Congo
Ecuador	Taiwan	
Peru	Paraguay	Nicaragua



# Introducción

- La combustión es la principal fuente de energía en el mundo (85 % a través de combustibles fósiles), pero también es el proceso que mayores contaminantes produce.
- La mejora de la utilización de la energía que minimiza todos los tipos de contaminantes se ha convertido en un objetivo científico clave en el campo de los motores de combustión interna.
- El ahorro de combustible de los motores de pistón tiene el potencial para una mejora adicional en un 25% o más y reducir las emisiones dañinas a aproximadamente cero, mediante la innovación con tecnología avanzada de combustión.



# Introducción

- El butanol es una alternativa prometedora que puede usarse en motores de combustión interna en mezclas mas altas que el etanol
- Tiene un creciente interés de investigación
- Tiene gran diversidad de reacciones químicas
- No toda la química de combustión está bien entendida
- Mediciones y simulaciones han arrojado resultados contradictorios

# Motor HCCL

## (Homogeneous Charge Compression Ignition)

Motor de combustión interna que usa de los motores de gasolina la mezcla homogénea, y de los motores de diesel el tipo de encendido (ignición por compresión).

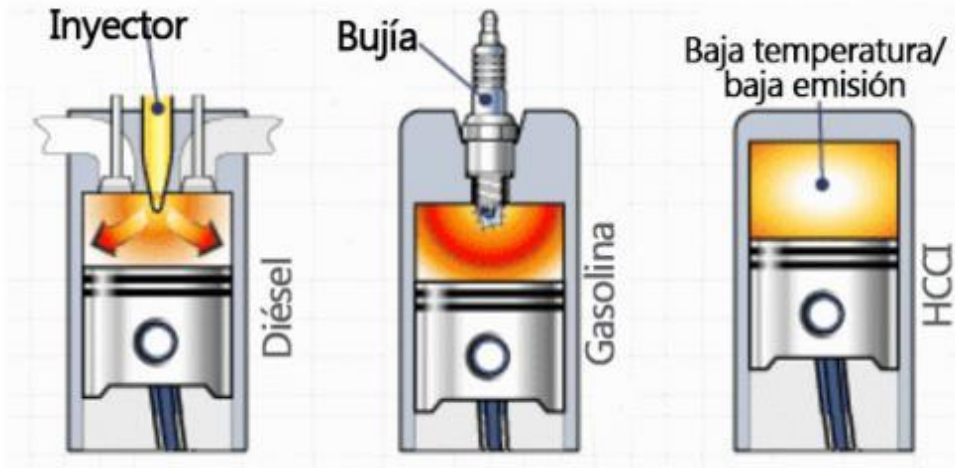


Figura 1: Ilustración del proceso de combustión dentro de un motor HCCL.

- **VENTAJAS:**

- Disminución en las emisiones de NOx y CO<sub>2</sub>.
- Posibilidad de utilizar combustibles flexibles, siempre y cuando se llegue al punto de ignición.
- Ahorra hasta un 15-35 % en el combustible.
- Su eficiencia viene dada de la combustión a menores temperaturas y reducción de la energía térmica.

- **DESVENTAJAS:**

- Control de la detonación de la mezcla aire-combustible.

Tabla 1: Comparación de los modos de combustión tradicionales con la combustión HCCI.

	Motor gasolina inyección indirecta	Motor Diésel	Motor HCCI
Lugar de formación de la mezcla	Conducto de admisión	Cámara de combustión o en la pre-cámara	Conducto de admisión
Distribución de la mezcla en el cilindro:	Homogénea	Estratificada: rica en torno al punto de inyección, pobre en el resto de la cámara	Homogénea
Proporción de la mezcla:	Estequiométrica ( $\phi = 1$ )	Pobre ( $\phi < 1$ ) a Estequiométrica	Pobre ( $\phi < 1$ )
Regulación de la carga	Cantidad de mezcla (válvula de mariposa)	Cantidad de combustible	Cantidad de combustible
Tipo de Encendido	Chispa	Auto-ignición	Auto-ignición
Presión de inyección	Baja	Muy alta	Baja
Relación de compresión	Entre 8-12 a 1	Entre 17-23 a 1	Entre 20-30 a 1

**MAZDA'S  
BREAKTHROUGH  
HCCI  
ENGINE**



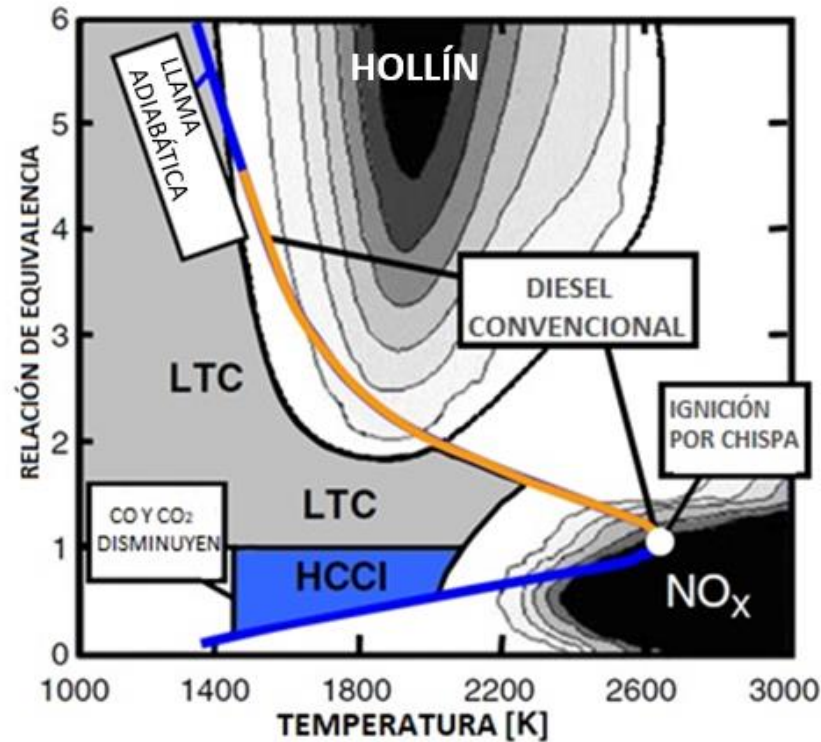


Figura 2: Diagrama Conceptual de motores de combustión interna en un mapa  $\Phi - T$ .

La combustión a baja temperatura (LTC) es de gran interés para el diseño de motores de combustión más eficientes y limpios.

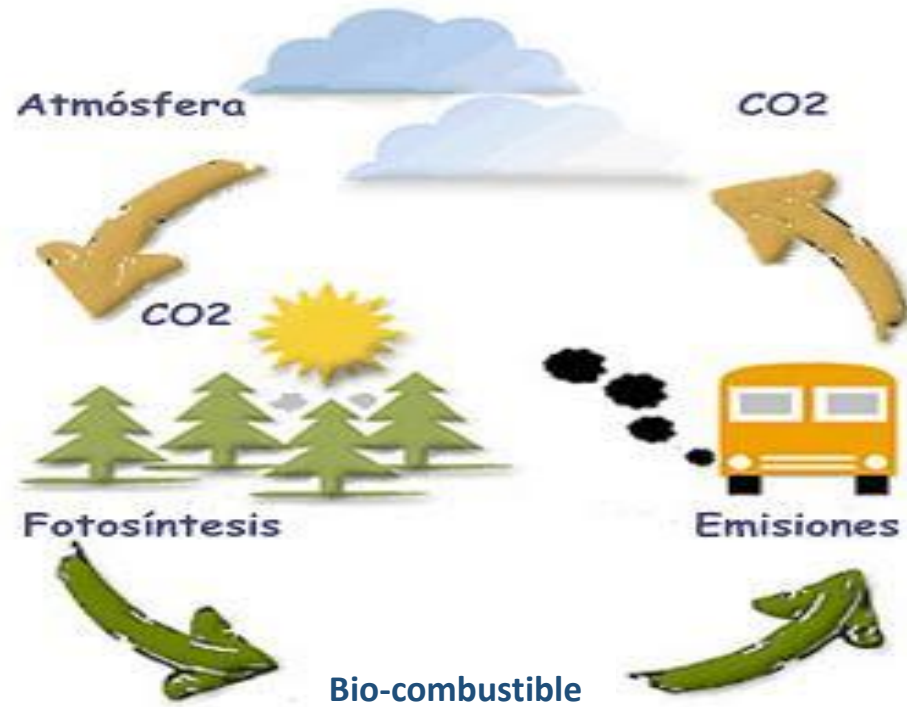
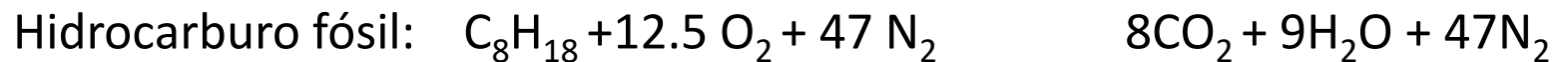
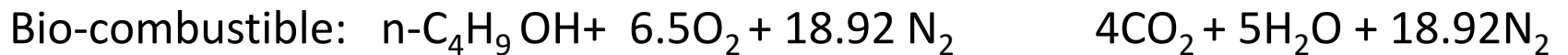
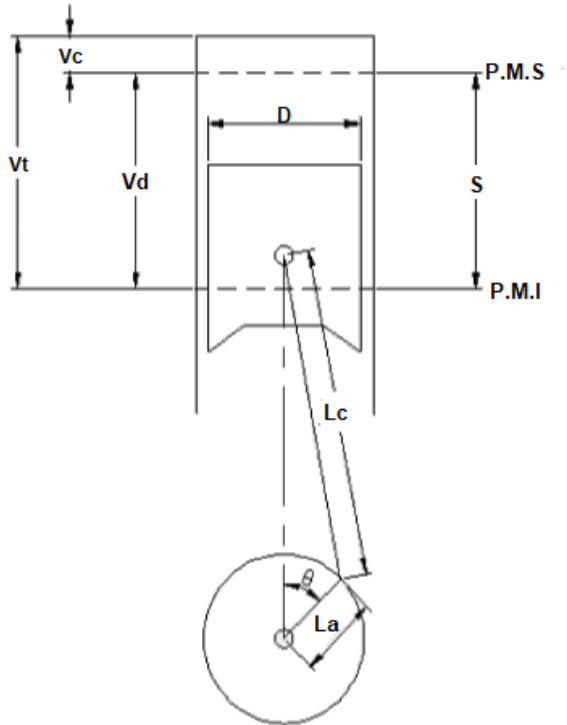


Figura 3: Ciclo neutro del CO<sub>2</sub>





$$\frac{V}{V_c} = 1 + \frac{(RC - 1)}{2} \left[ R + 1 - \cos\theta - \sqrt{R^2 - \text{sen}^2\theta} \right]$$

$$\theta = 2\pi Nt/60$$

$$V_c \sum_i C_i c_{p,i} \frac{dT}{dt} = Q + V_c \frac{dp}{dt} \quad (1)$$

$$\frac{d(V_c C_i)}{dt} = V_c R_i \quad (2)$$

Especificaciones del motor	Nombre de la variable	Valor
Diámetro del pistón	D	13 cm
Carrera	S	16 cm
Barra conectora	Lc	26.93 cm
Brazo de manivela	La	8 cm
Velocidad motor	N	1500 rpm
Relación de compresión	RC	15

Figura 4: Esquema del cilindro de combustión que puede ser expresado como una función del tiempo



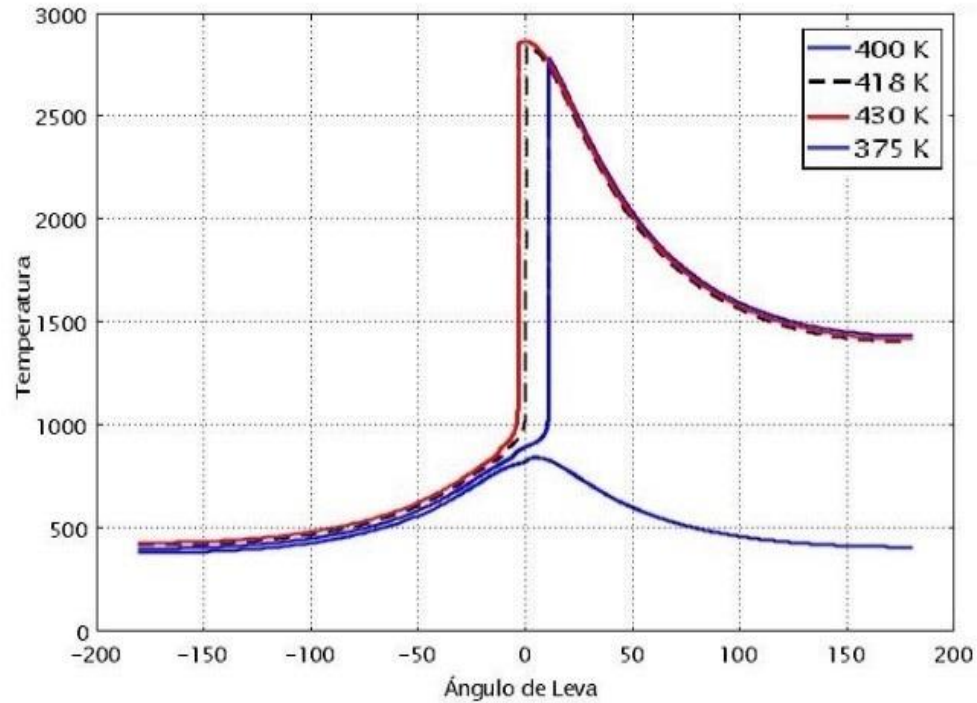


Figura 5: Temperatura en el proceso de ignición de la mezcla n-butanol/aire, en función del ángulo de leva del motor HCCI, para diferentes temperaturas de inicio de la mezcla.

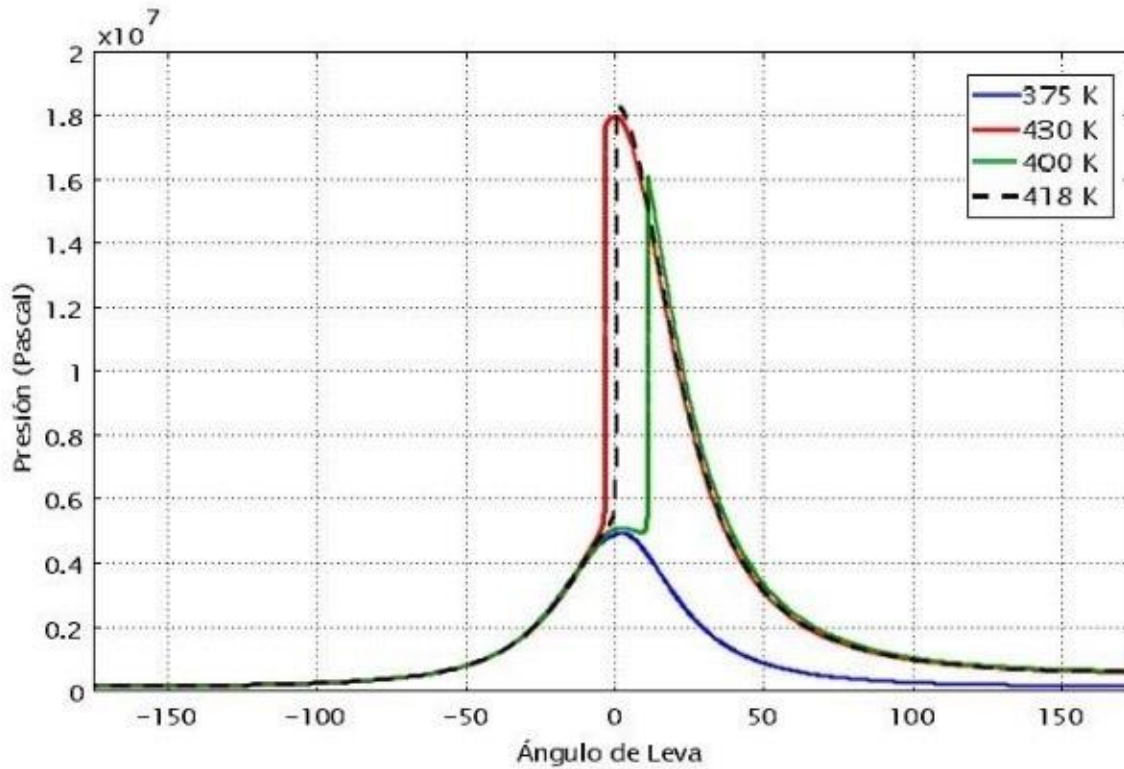


Figura 6: Presión en el proceso de ignición de la mezcla n-butanol/aire, en función del ángulo de leva del motor HCCI, para diferentes temperaturas de inicio de la mezcla.

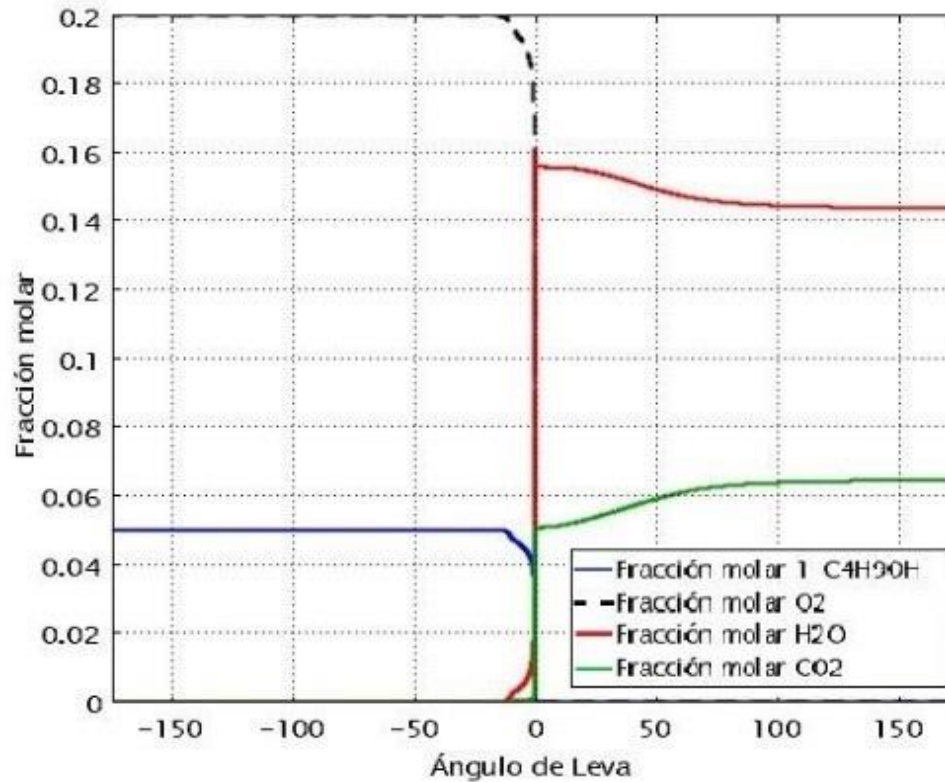


Figura 7: Fracciones molares del n-butanol (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH), O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> para una temperatura de inicio de 418 K, en función del ángulo de leva.



# Conclusiones



- Este trabajo permitió realizar una buena aproximación al estudio del desempeño de un motor HCCI operado con n-butanol.
- Haciendo uso del programa COMSOL Multiphysics, se considera la cinemática del pistón dentro de la cámara de combustión y el mecanismo de reacciones químicas del bio-combustible n-butanol. A la vez el estudio es simplificado en cuanto se consideraron mecanismos químicos reducidos
- El modelo implementado permite estudiar el efecto de la temperatura inicial de la mezcla, la relación de compresión y la relación de equivalencia, para un motor HCCI operado con n-propanol o n-butanol.





**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)