

# XII JONADA DE JÓVENES INVESTIGADORES DEL I3A

## Combustión de mezclas NH<sub>3</sub>/CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> a alta presión

Eva Casanova, Pedro García-Ruiz, María U. Alzueta

Grupo de procesos termoquímicos (GPT), Departamento de Ing. Química y Medio Ambiente

Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza, España. p.garcia@unizar.es

### Introducción

**Amoniaco:**



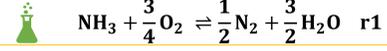
Combustible alternativo libre de carbono



Recursos renovables

**Ventajas:**

Reacción ideal de oxidación de amoniaco



Productos de combustión H<sub>2</sub>O y N<sub>2</sub>    Infraestructura disponible

**Aplicaciones:**



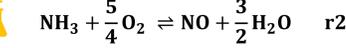
Almacenamiento y transporte seguro



Producción de energía

**Desventajas:**

Reacción global de formación de NO



↑ Temperatura de ignición

Posibles emisiones de NO

↓ Velocidad de combustión

**Objetivo:**

- Estudio de la combustión de mezclas NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> a alta presión y evaluación de sus productos de reacción en condiciones estequiométricas.
- Desarrollo de un modelo cinético detallado.

### Metodología

**Condiciones experimentales:**

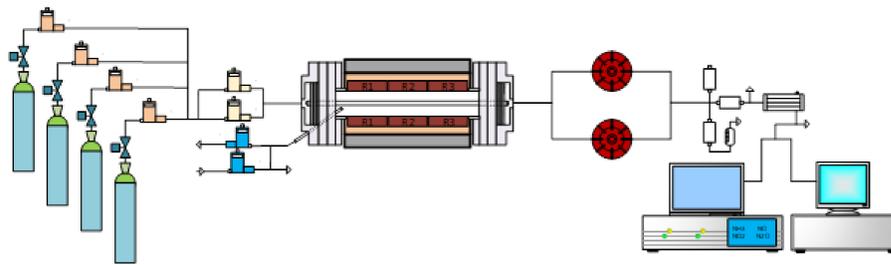
Presión: 1, 10, 20 y 40 bar

Temperatura: 475 – 1185 K

[NH<sub>3</sub>] ≈ 1000 ppm

[CH<sub>4</sub>] ≈ [H<sub>2</sub>] ≈ 300, 1000 y 3000 ppm

λ ≈ 0,7, 1 y 2



**Tiempo de residencia:**

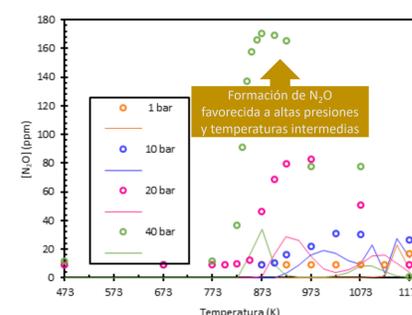
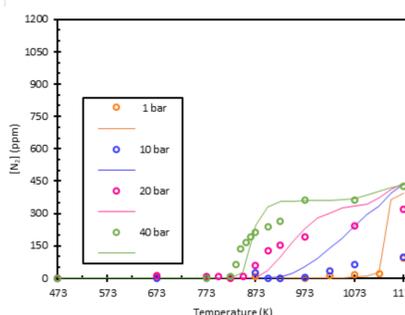
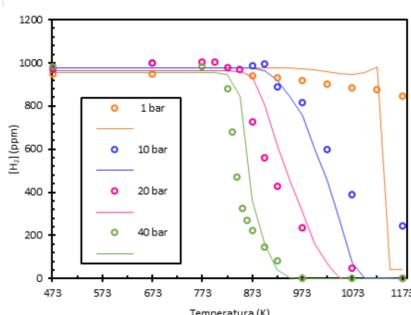
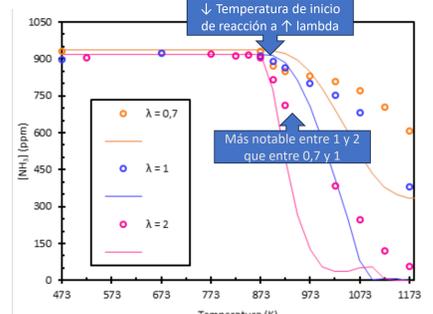
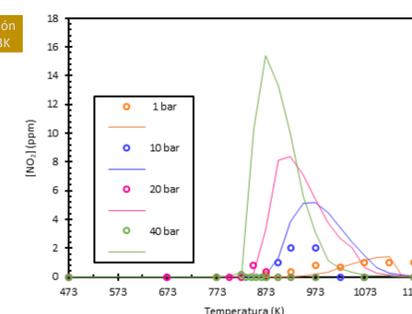
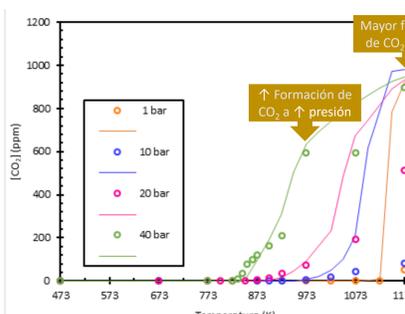
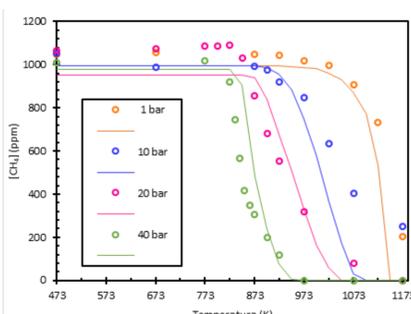
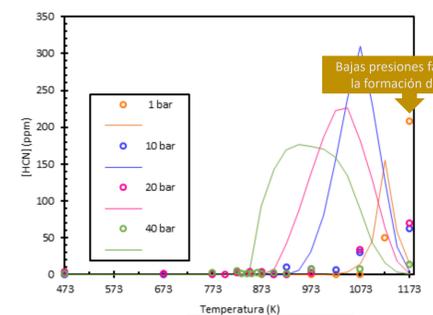
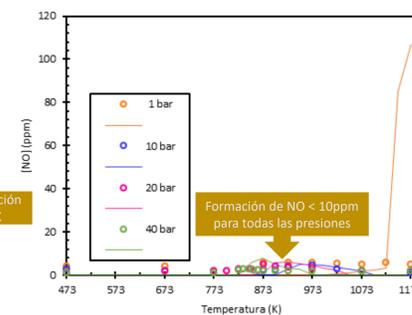
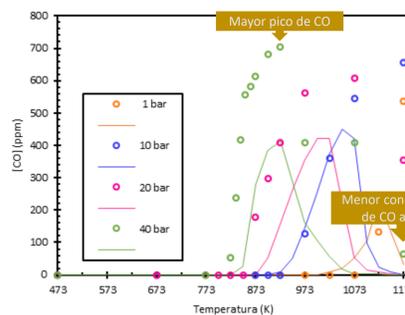
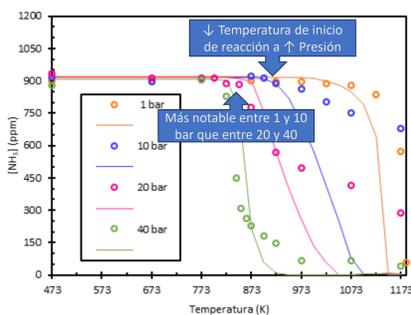
$$t_r(s) = 231,6 \cdot \frac{P(\text{bar})}{T(K)}$$

**Ratio de exceso de oxígeno, Lambda:**

$$\lambda = \frac{(O_2)_{\text{entrada}}}{(O_2)_{\text{estequiométrico}}}$$

Reactor tubular de cuarzo

### Resultados



**Figuras 11:** Concentración de amoniaco en función de la temperatura para distintos ratios de exceso de oxígeno (λ=0,7, 1 y 2), [CH<sub>4</sub>] ≈ [H<sub>2</sub>] ≈ 1000 y P=10 bar.

• **Simulación:** Los resultados simulados se ajustan muy bien a los resultados experimentales.

**Figuras 1-3:** Concentración de NH<sub>3</sub>-CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> en función de la temperatura para distintas presiones (P=1, 10, 20, 40 bar), λ=1 y [CH<sub>4</sub>] ≈ [H<sub>2</sub>] ≈ 1000.

**Figuras 4-10:** Concentración de los productos en función de la temperatura para distintas presiones (P=1, 10, 20, 40 bar), λ=1 y [CH<sub>4</sub>] ≈ [H<sub>2</sub>] ≈ 1000.

### Conclusiones

Importante influencia de la presión en la temperatura de inicio de reacción.

Mayor conversión de reactantes en condiciones oxidantes (λ=2) que en condiciones estequiométricas (λ=1) o reductoras (λ=0,7).

Nula formación de NO<sub>x</sub> (<10 ppm) y baja formación de N<sub>2</sub>O a elevadas temperaturas.

La presión favorece la combustión completa de CH<sub>4</sub> favoreciendo la formación de CO<sub>2</sub>.

N<sub>2</sub> principal especie formada en la oxidación de amoniaco en sus mezclas con CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>.

### Bibliografía:

- [1]. Valera-Medina A., Marsh R., Runyon J., Pugh D., Beasley P., Hughes T., Bowen P. Ammonia-methane combustion in tangential swirl burners for gas turbine power generation. Applied Energy. 2017, 185, 1362-1371.
- [2]. Okafor E. C., Naito Y., Colson S., Ichikawa A., Kudo T., Hayakawa A., Kobayashi H. Experimental and numerical study of the laminar burning velocity of CH<sub>4</sub>-NH<sub>3</sub>-air premixed flames. Combustion and Flame. 2018, 187, 185-198.
- [3]. Alzueta M.U., Abián M., Elvira I., Mercader V.D., Sieso L. Unraveling the NO reduction mechanisms occurring during the combustion of NH<sub>3</sub>/CH<sub>4</sub> mixtures. Combustion and Flame. In press 2023.
- [4]. García-Ruiz P., Uruén M., Abián M., Alzueta M.U. High pressure ammonia oxidation in a flow reactor. Fuel. 2023, 348, 128302.

**Agradecimientos:** Esta publicación forma parte del proyecto PID2021-124320B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER "Una manera de hacer Europa". Los autores expresan su agradecimiento al Gobierno de Aragón (Ref. T22\_17R), cofinanciado por FEDER "Construyendo Europa desde Aragón" y MINECO PRE2019-090162 por el apoyo financiero.