



Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement
1C, Avenue de la recherche scientifique, 45071 Orléans cedex 02

Caracterización de la fase de gas contaminado en contacto con materiales fabricados por ICOPAL

Enero 2010

Breve resumen

Recientes investigaciones han demostrado que los materiales que contienen dióxido de titanio (TiO_2) podrían tener un efecto descontaminante a través de fenómeno fotocatalítico (PICADA, proyecto de la UE). Aprovechando esta información científica, el grupo ICOPAL estaba interesado en la caracterización del efecto de la presencia y la ausencia de TiO_2 en numerosas muestras, elaboradas por la empresa, en la reducción de NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) en el aire.

El objetivo del proyecto analizado en este reporte era poner a prueba el comportamiento de fase gaseosa de NO_x en presencia de la muestra con TiO_2 .

La muestra de ICOPAL es una superficie de betón de 400 cm^2 , cubierta con granos que contienen TiO_2 (**Imagen 1**). El dispositivo experimental utilizado para exponer la muestra se desarrolló en ICARE (CNRS UPR 3021) y ha sido validado por una serie de pruebas independientes.



Imagen 1: Superficie de la muestra elaborada por ICOPAL.

Dispositivo experimental

Los experimentos se llevaron a cabo en una Cámara de simulación atmosférica 275 L con la siguiente característica general:

La cámara de teflón tiene una forma cúbica y está equipada con varias entradas y salidas para la inyección de gas (aire y NO_x) y a análisis (NO_x). La muestra de ICOPAL se colocó en el suelo de la cámara para exponerla a NO_x .

La cámara se situó en una caja con las caras internas cubiertas de aluminio y equipada con un sistema de ventilación que permite la homogeneización de la temperatura interna (**Imagen 2**). Para simular la radiación solar se utilizó un 300W ULTRA-Vitalux (OSRAM®), (**Imagen 3**).

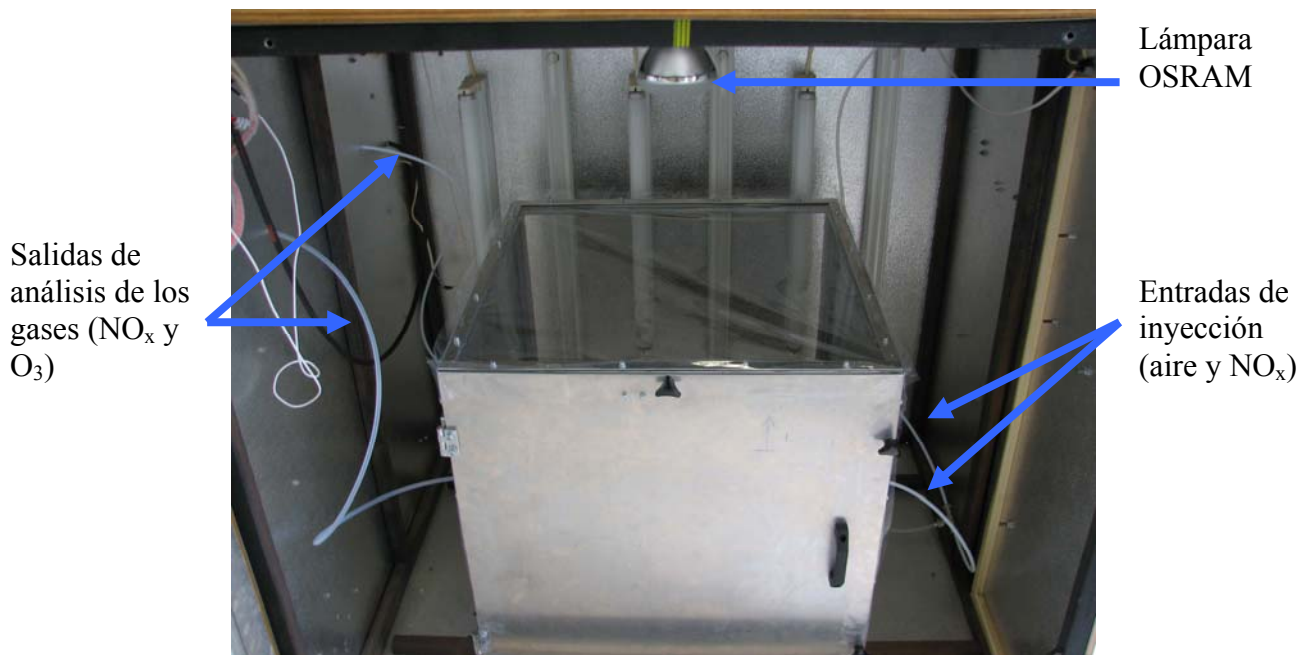


Imagen 2: Cámara de simulación atmosférica de ICARE utilizada en este ensayo.

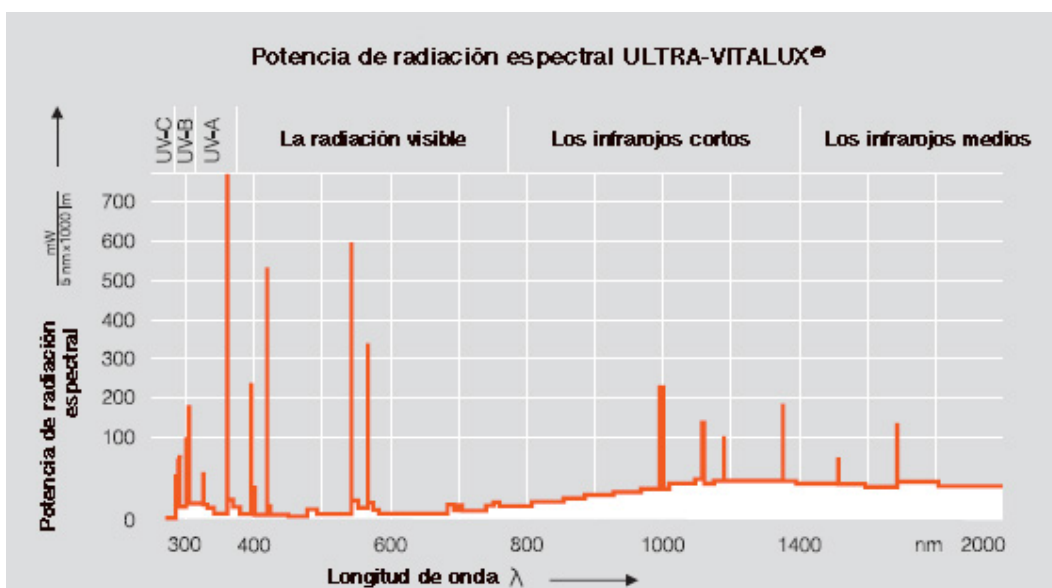


Imagen 3: Espectro de luz que sirve para simular la radiación solar.

Los NO y NO₂ utilizados en este proyecto fueron obtenidos de Air Liquide (192 ppm de Ar y el 1% en N₂, respectivamente). Antes de la introducción en la cámara, los NO_x se diluyen con aire purificado con el fin de obtener las concentraciones deseadas.

Se utiliza un foco con un volumen conocido (596 ml) y la cantidad de gases introducidos son controlados mediante un medidor de flujo y un controlador de presión (0 a 1000 torr), (**Imagen 4**). De esta manera, han sido preparadas las mezclas de concentración definida que se introducen en la cámara con una corriente de gas y aire purificado.

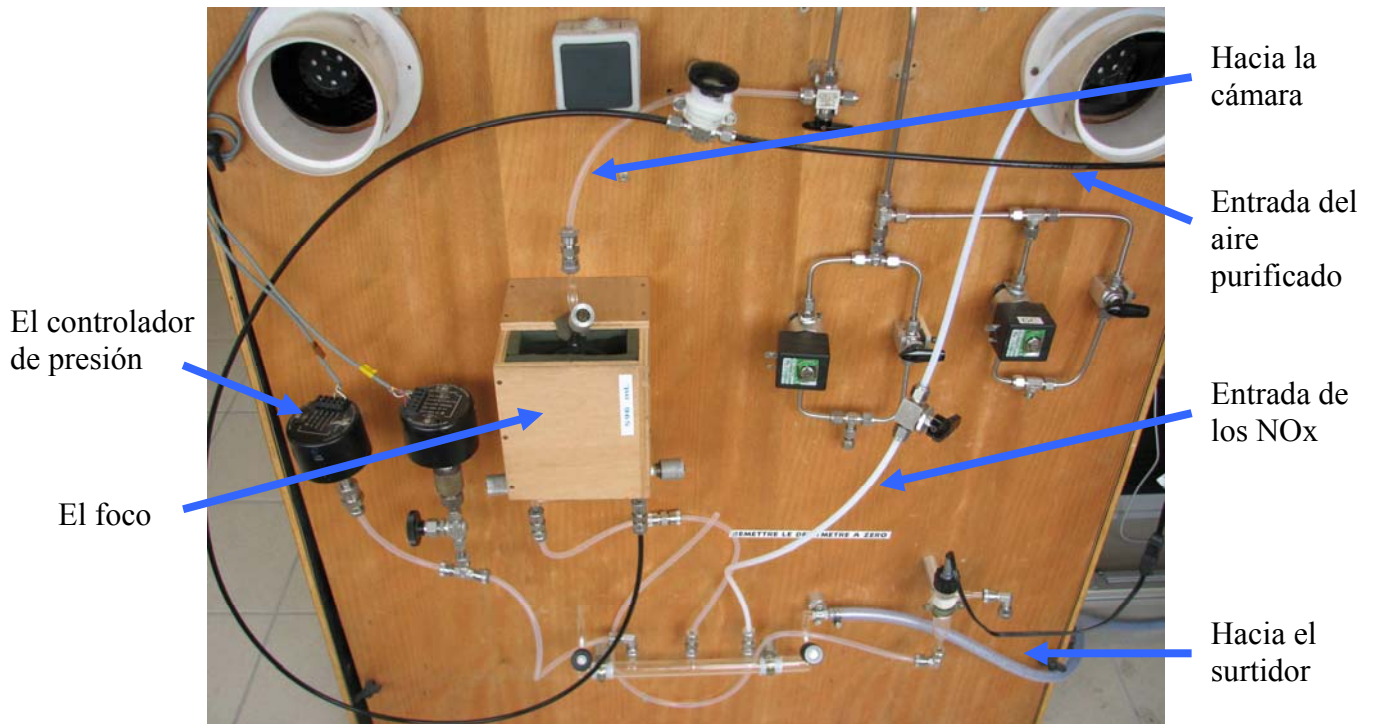


Imagen 4: Sistema de introducción de los gases (NO, NO₂ y aire) en la Cámara de simulación.

Las mediciones del nivel de NO_x en la cámara se han realizado con un monitor de NO_x (modelo APNA-360 ® HORIBA) mediante el método de luminiscencia química (**Imagen 5**). El monitor está diseñado para medir de forma continua los niveles de NO y NO₂.



Imagen 5: Analizador de NO_x utilizado en este proyecto.

Un ensayo típico se realizó de la siguiente manera:

Antes del análisis, las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente.

Las concentraciones de NO_x en la cámara se registraron antes y después de introducir cualquier muestra en la cámara.

Los NO_x se introdujeron y han sido monitoreados durante 120 minutos en la oscuridad y 7 horas bajo las radiaciones UVE. Este seguimiento permite comprobar la aparición de cualquier efecto sobre las concentraciones de NO_x y de apreciar la eficacia de la muestra analizada.

Este ensayo se llevó a cabo en presencia de diferentes concentraciones iniciales de NO y NO_2 .

Nivel de NO_x se registró durante 3 minutos cada hora.

Resultados:

Perfil de las concentraciones de NO_x , NO y NO_2 en la oscuridad y bajo irradiación sin muestra ICOPAL en la cámara de simulación atmosférica

Condiciones iniciales: $[\text{NO}]^0 = 230.0$ ppb y $[\text{NO}_2]^0 = 72.0$ ppb

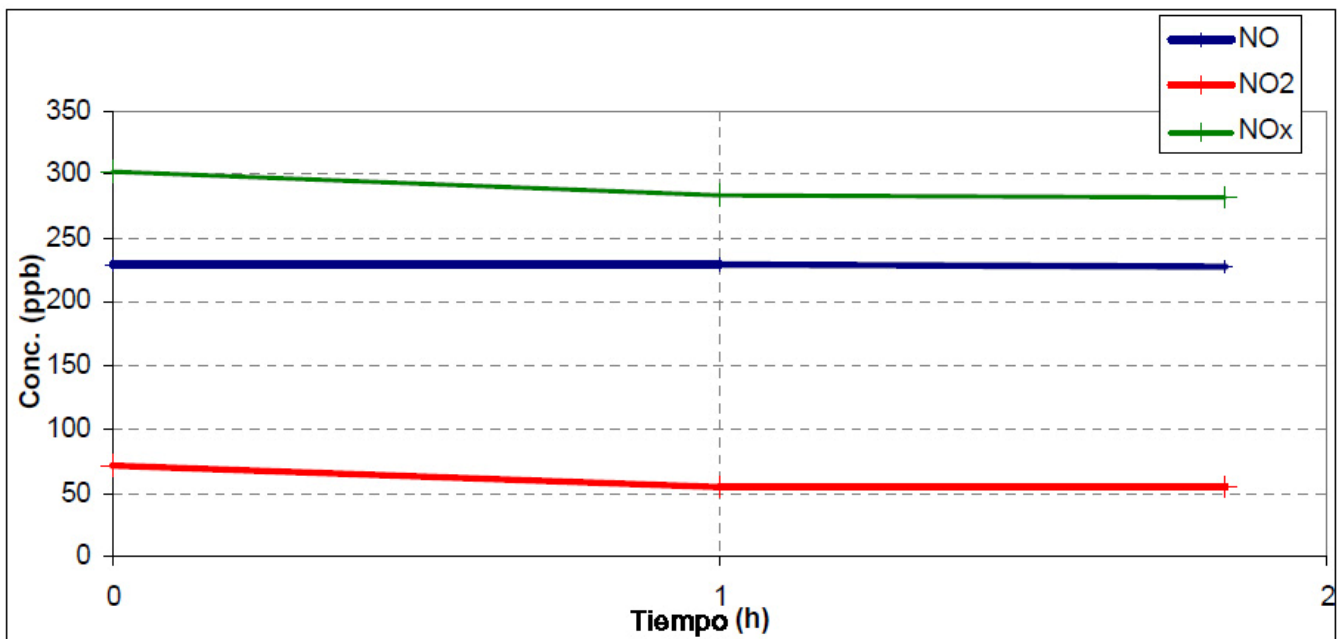


Imagen 6: Perfil experimental de las concentraciones de NO_x , NO y NO_2 en la oscuridad sin muestra ICOPAL en la cámara de simulación atmosférica

Condiciones iniciales: $[\text{NO}]_0 = 227.0 \text{ ppb}$ y $[\text{NO}_2]_0 = 55.0 \text{ ppb}$

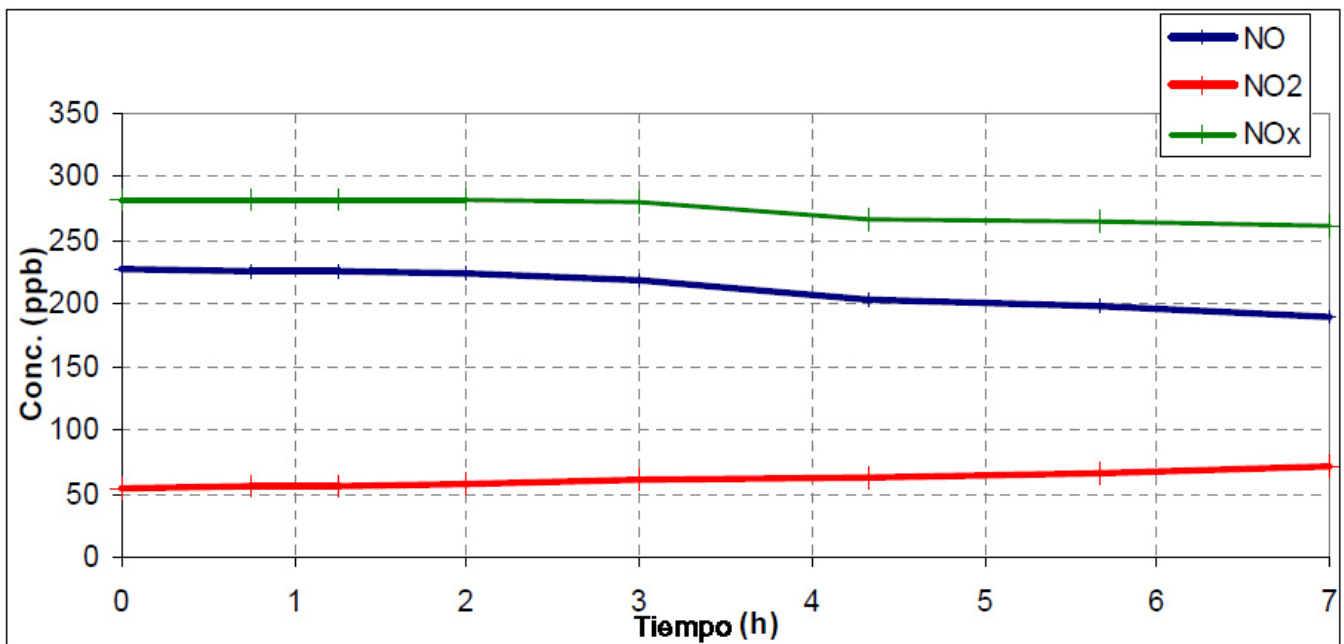


Imagen 7: Perfil experimental de las concentraciones de NO_x , NO y NO_2 bajo irradiación sin muestra ICOPAL en la cámara de simulación atmosférica

No se observó diferencia significativa entre el perfil de las concentraciones de NO_x obtenido en la oscuridad (**Imagen 6**) o bajo irradiación (**Imagen 7**) sin muestra ICOPAL en la Cámara de simulación atmosférica.

Las variaciones de NO se han medido a -1% y -16%, -24% y 31% para el NO_2 , respectivamente, en la oscuridad y en condiciones de irradiación solar.

En total, las variaciones de NO_x se habían medido en aproximadamente -7% en ambos casos.

Perfil de las concentraciones de NO_x, NO y NO₂ en la oscuridad y bajo irradiación con muestra ICOPAL en la cámara de simulación atmosférica

Condiciones iniciales: [NO]₀ = 191.6 ppb y [NO₂]₀ = 51.4 ppb

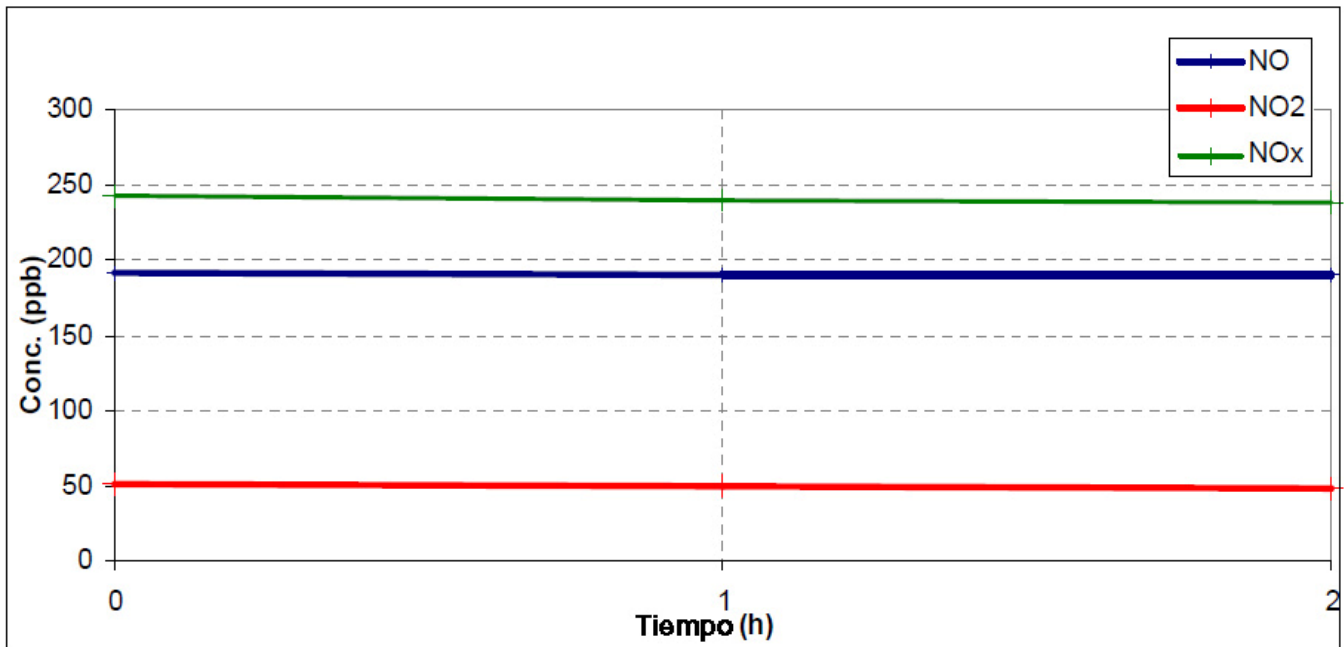


Imagen 8: Perfil experimental de las concentraciones de NO_x, NO y NO₂ en relación con el tiempo de exposición de la muestra ICOPAL en la oscuridad

Condiciones iniciales: [NO]₀ = 190.6 ppb y [NO₂]₀ = 48.6 ppb

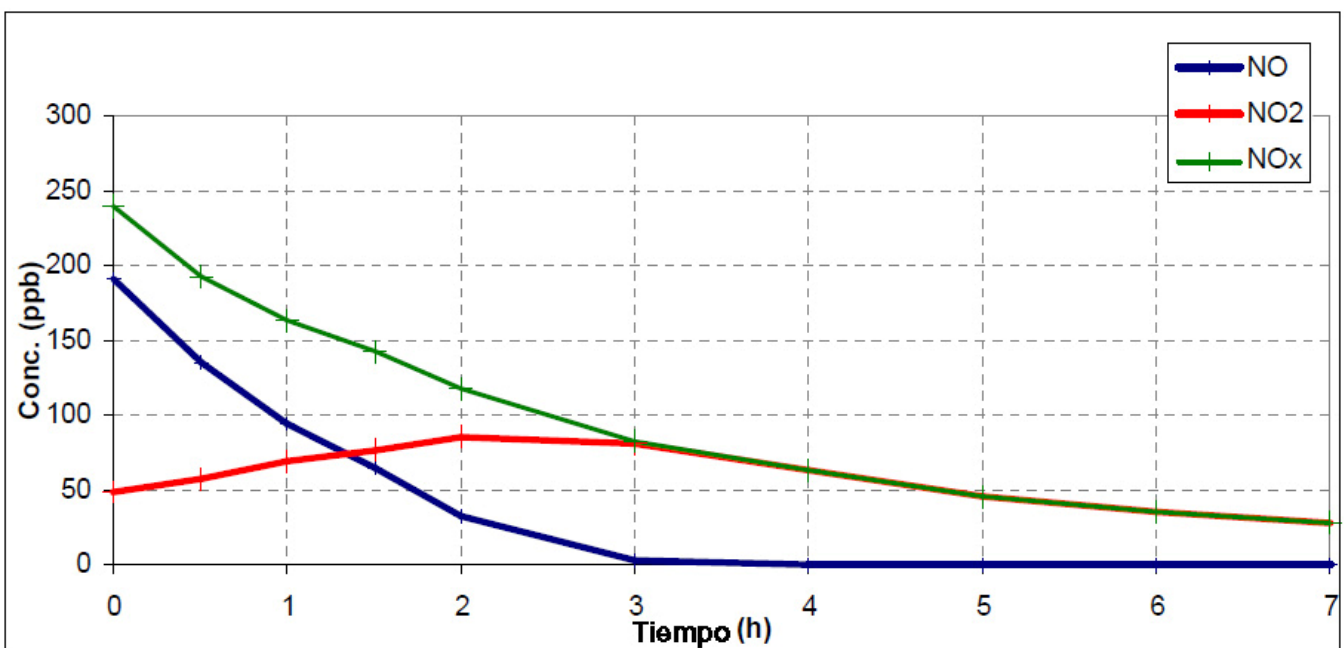


Imagen 9: Perfil experimental de las concentraciones de NO_x, NO y NO₂ en relación con el tiempo de exposición de la muestra ICOPAL bajo irradiación

En la oscuridad, las variaciones bajas de NO, NO₂ y NO_x se observan respectivamente -1 %, -5% y -2 %. Bajo irradiación, las variaciones se han observado -100 % y -88 % respectivamente para NO y NO_x. Durante el ensayo, la concentración de NO₂ aumentó (+84.4%) pero disminuyó rápidamente cuando no se detectó más NO.

Al final, la variación de la concentración de NO₂ detectada era -43% (a partir de la concentración inicial).

En la **Tabla 1** se resumen los resultados obtenidos en ambos experimentos.

		Concentraciones iniciales (ppb)			Concentraciones finales (ppb)			Tiempo de exposición (h)	Variaciones (%)		
		NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x		NO	NO ₂	NO _x
En la oscuridad	Sin muestra	230.0	72.0	302.0	227.0	55.0	282.0	2	-1	-24	-7
	Con muestra	191.6	51.4	243.0	190.6	48.6	239.2	2	-1	-5	-2
Bajo irradiación	Sin muestra	227.0	55.0	282.0	190.0	72.0	262.0	7	-16	31	-7
	Con muestra	190.6	48.6	239.2	0	27.8	27.8	7	-100	-43	-88

Tabla 1: Condiciones iniciales, variaciones de concentración, tiempo de exposición de NO, NO₂ y NO_x para todos los ensayos.

Tabla 2 presenta las concentraciones iniciales y finales de NO_x en µg.m⁻³ (eq NO₂).

		Concentraciones iniciales de NO _x (µg.m ⁻³ eq NO ₂)	Concentraciones finales de NO _x (µg.m ⁻³ eq NO ₂)
En la oscuridad	Sin muestra	577.6	539.33
	Con muestra	464.7	457.5
Bajo la irradiación	Sin muestra	539.3	501.1
	Con muestra	457.5	53.2

Tabla 2: Condiciones iniciales y finales de NO_x (µg.m⁻³ eq NO₂) para todos los ensayos.

Los resultados obtenidos han demostrado que la concentración total de NO_x en la fase gaseosa puede ser reducido drásticamente en presencia de la muestra ICOPAL (con TiO₂) en virtud de la irradiación, mientras que no se apreció ninguna disminución significativa de NO_x en la oscuridad y sin muestra.