

Comportamiento de los gases nitrosos y del sulfuro de hidrógeno en la obtención del IFA Furvina

María Isabel Díaz-Molina^{1*}, Claudia Lago-Durán¹, Zenaida Rodríguez-Negrín¹, Irenia Gallardo-Aguilar², Amalia Calvo-Alonso¹

¹ Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central de Las Villas. Carretera a Camajuaní, Km 5 ½ Santa Clara. CP 54830, Villa Clara, Cuba.

*midiaz@uclv.edu.cu

² Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química-Farmacia. Universidad Central de Las Villas. Carretera a Camajuaní, Km 5 ½ Santa Clara. CP 54830, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó el comportamiento de la contaminación atmosférica en los años 2018 y 2019, causada por las inmisiones de los gases nitrosos en la obtención del producto intermedio (G-0), durante la técnica de determinación del contenido de metales pesados del ingrediente farmacéutico activo IFA Furvina, en el Laboratorio de Control de la Calidad y, del sulfuro de hidrógeno, en el taller de obtención del IFA Furvina. En la medición de la concentración de los gases NO₂ en el taller de G-0 se obtuvo un valor de 0.04 mg/m³ y 0.08 mg/m³ como concentración promedio admisible (CPA) y concentración máxima admisible (CMA), en los años 2018 y 2019, respectivamente. Durante la técnica analítica en el laboratorio se obtuvo un valor de CPA de NO₂ de 0.02 mg/m³ y 0.46 mg/m³ en los años 2018 y 2019, respectivamente. Los valores de las inmisiones de sulfuro de hidrógeno durante la síntesis del IFA Furvina reflejan una CPA de 0.01 mg/m³, en los años 2018 y 2019. En la investigación se concluye que no existe riesgo de contaminación en el ambiente de trabajo, las inmisiones evaluadas cumplen con los valores de CPA y CMA referidos en la NC 872: 2011.

Palabras clave: contaminación atmosférica, impacto ambiental, mediciones de gases.

ABSTRACT

In the following project, a study was conducted to determine the behavior of air pollution years throughout the years 2018 and 2019 caused by the immissions of nitrous gases in obtaining the intermediate product (G-0), during the technique of determining the content of heavy metals of the active pharmaceutical ingredient IFA Furvina in the Quality Control laboratory and of hydrogen sulfide in the workshop to obtaining IFA Furvina. The measurement of the concentration of NO₂ gases in the G-0 workshop, a value of 0.04 mg/m³ and 0.08 mg/m³ was obtained as the admissible average concentration (CPA) and maximum admissible concentration (CMA) in the years 2018 and 2019, respectively. During the analytical technique in the laboratory, a CPA value of NO₂ of 0.02 mg/m³ and 0.46 mg/m³ was obtained in the years 2018 and 2019, respectively. The values of the hydrogen sulfide immissions during the synthesis of IFA Furvina reflect a CPA of 0.01 mg/m³ in the years 2018 and 2019. The research concludes that there is no risk of contamination in the work environment, the immissions evaluated comply with the CPA and CMA values referred to in NC 872: 2011.

Key words: air pollution, environmental impact, gas measurements.

INTRODUCCIÓN

La lucha contra la contaminación atmosférica presenta dos vertientes: la primera, constituida por la defensa de los criterios sanitarios de la calidad del aire y, la segunda, el establecimiento de niveles máximos de emisión de contaminantes atmosféricos en los focos emisores (1).

El nitrógeno es uno de los contaminantes ambientales que más influye en la salud del hombre, porque forma multitud de óxidos comunes: óxido de dinitrógeno (N_2O), monóxido de nitrógeno (NO), trióxido de dinitrógeno (N_2O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), tetróxido de dinitrógeno (N_2O_4) y pentóxido de dinitrógeno (N_2O_5) (2-4).

También el sulfuro de hidrógeno (H_2S) es un gas altamente contaminante, incoloro, inflamable, extremadamente tóxico y corrosivo que se produce en minas de carbón, refinerías de gas natural e industrias de lubricantes. Este gas produce severos efectos en el sistema nervioso humano, incluso por debajo del valor límite de exposición ocupacional (10 ppm por 8 h); sin embargo, ha sido poco estudiado como gas de detección en sensores (5).

En el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ), ubicado dentro de la Universidad Central Marta Abreu, de Las Villas, se produce el ingrediente farmacéutico activo Furvina, con acción antibacteriana y antifúngica, utilizado para la producción de Dermofural y Vitrofur. Durante la obtención de la Furvina se identificaron tres momentos en los que se produce la emanación de estos gases: gases nitrosos, durante la síntesis química del producto intermedio G-0 (producto precursor de la Furvina) y durante la determinación de metales pesados a la Furvina, como parte del control de la calidad a este producto; y sulfuro de hidrógeno, durante la síntesis química de la Furvina.

En el taller de producción del producto intermedio G-0, en el año 2015, se colocó en el reactor de síntesis una columna de absorción, para evitar que los gases nitrosos que se generan debido a la condensación del Furfural, materia prima contaminen el área de trabajo. Después del proceso de absorción, los gases emanados de la columna, se recolectan en agua. La concentración promedio en mol/L de ácido nítrico (HNO_3) es de 0.0013 y una concentración total de ácidos de 0.0020 mol/L, lo que demostró que hay una tendencia a la aparición de dos ácidos en la corriente residual líquida (6, 7). La concentración de gases nitrosos en el taller de G-0, antes de la colocación de la columna de absorción era de 0.37 mol/L.

La finalidad de este estudio es evaluar la calidad del aire, en cuanto a gases nitrosos y sulfuro de hidrógeno, en las áreas de trabajo, durante los tres momentos señalados, con el objetivo de prever los posibles impactos de las emisiones atmosféricas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la medición de la calidad del aire o inmisiones en puestos de trabajo, se utilizó el equipo Aeroqual, exhaustivo y preciso para monitoreo de gases, de la serie 500, de Nueva Zelanda, de tecnología GSS (Semiconductor GAS Sensible), GSE (Gas Sensible Electroquímico) y Nefelómetros. En correspondencia con una de las sustancias emitidas. A este equipo se le acoplaron los sensores de:

- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Sulfuro de hidrógeno (H_2S)

Se utilizó el método de estudio establecido por la NC 872: 2011 Seguridad y Salud del Trabajo. Sustancias Nocivas en el Aire de la Zona de Trabajo. Evaluación de la Exposición Laboral. Requisitos Generales, en el apartado 6. *Requisitos generales de los métodos e instrumentos para la medición de las concentraciones de las sustancias nocivas* (8 y 9).

Se toman muestras:

- En el taller de producción del producto intermedio G-0 (2-2-nitrovinil-furano), durante el proceso de síntesis, porque se emanan a la atmósfera los gases nitrosos.
- En el taller de producción del ingrediente farmacéutico activo (IFA) 2-bromo-5-(2-bromo-2-nitrovinil-furano). Durante el proceso de síntesis se adiciona el disulfuro de carbono como materia prima, para que ocurra la reacción.

- En el Laboratorio de Control de la Calidad, durante la técnica de determinación de metales pesados a la (Furvina), porque se desprenden gases nitrosos (NO y NO_x) que pueden afectar la calidad del aire, aun cuando se trabaja bajo campana de extracción.

Para la determinación de la concentración de los gases las muestras fueron tomadas *in situ* en la zona respiratoria de los trabajadores expuestos, a una altura de 1,5 m del suelo, en condiciones normales de trabajo y a pequeños intervalos de tiempo (1,8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el taller de producción del producto intermedio G-0, se obtuvo una concentración promedio admisible de NO_2 de 0.04 mg/m^3 y un valor de concentración máxima de 0.08 mg/m^3 , en los años 2018 (figura 1) y 2019 (figura 2) (1, 8). Ambos valores son inferiores al de la Concentración Promedio Admisible (CPA) de 5 mg/m^3 y al de la Concentración Máxima Admisible (CMA), de 10 mg/m^3 , por lo que cumple con los límites permisibles de exposición establecidos en la NC 872: 2011.

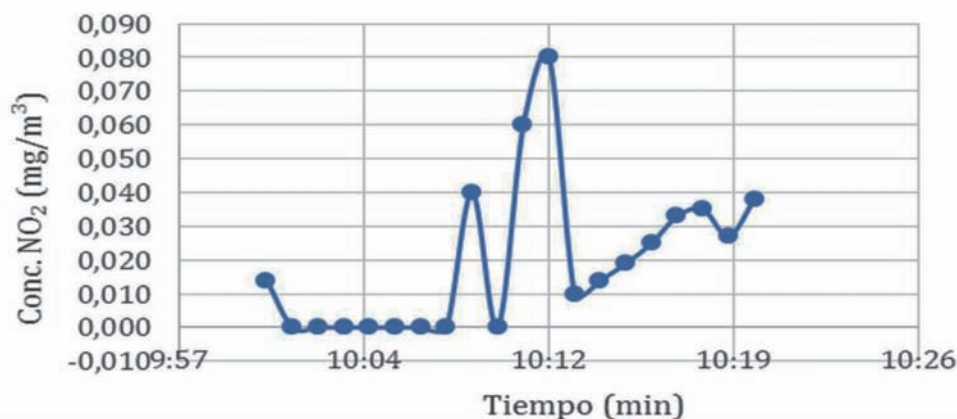


Figura 1. Comportamiento de las inmisiones de NO_2 en el taller de producción de G-0, año 2018.

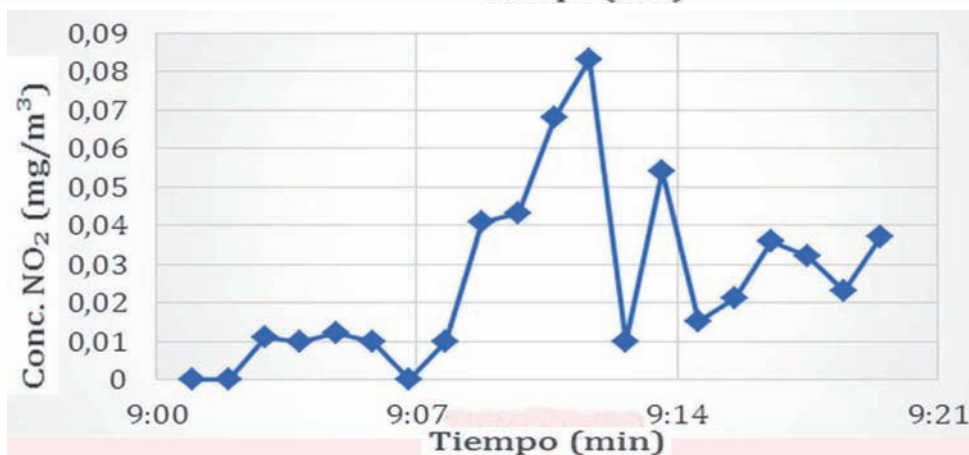


Figura 2. Comportamiento de las inmisiones de NO_2 en el taller de producción de G-0, año 2019.

En el Laboratorio de Control de la Calidad, durante la técnica de determinación de metales pesados a la Furvina se obtuvo una concentración promedio de las inmisiones de NO_2 de 0.02 mg/m^3 , en el año 2018 (figura 3) y de 0.46 mg/m^3 , en el año 2019 (figura 4). Al comparar estos valores con la Concentración Promedio Admisible (CPA) y las Concentraciones Máximas Admisibles (CMA) en el aire de la zona de trabajo, según la NC 872: 2011 (1, 8), se puede observar que no existe contaminación por dióxido de nitrógeno en la zona respiratoria del trabajador.

Figura 3. Comportamiento de las inmisiones de NO_2 , en el Laboratorio de Control de la Calidad, año 2018.

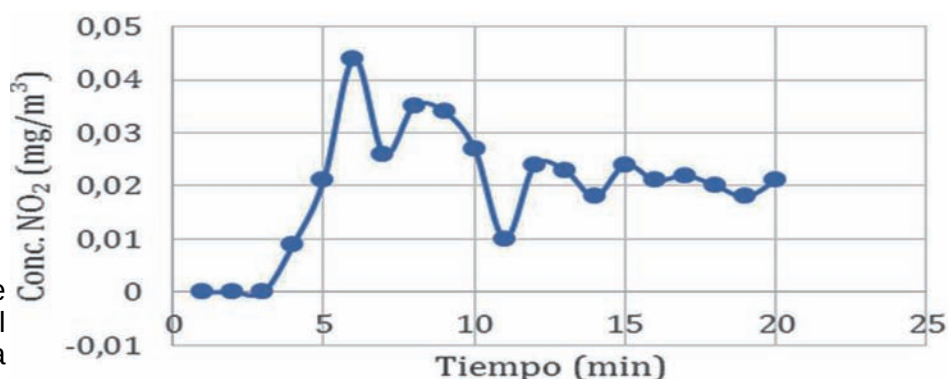
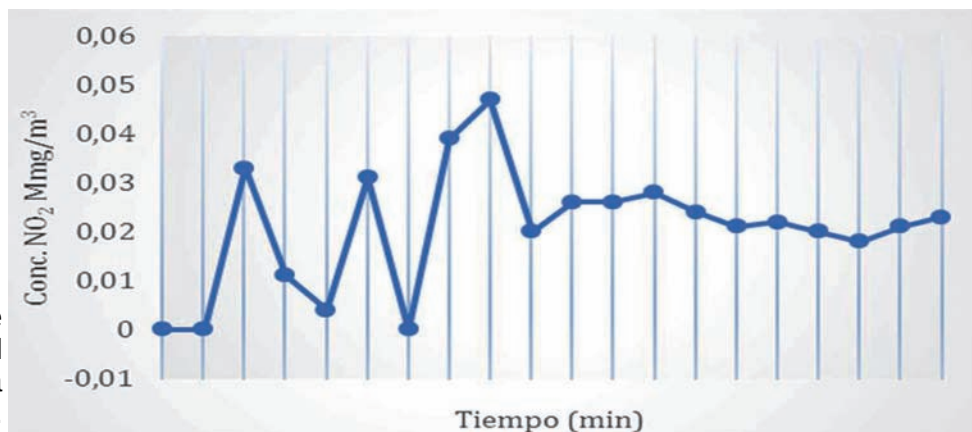


Figura 4. Comportamiento de las inmisiones de NO_2 , en el Laboratorio de Control de la Calidad, año 2019.



Los valores de las inmisiones de H_2S en el año 2018, obtenidos durante la síntesis del IFA Furvina (figura 5), reflejan una concentración promedio de 0.01 mg/m^3 . Este resultado es inferior a 10 mg/m^3 , valor de CPA establecida en la NC 872: 2011. Estas inmisiones fueron registradas al finalizar la síntesis del IFA y se observaron incrementos de 0.04 mg/m^3 a 0.08 mg/m^3 y después un descenso hasta 0.03 mg/m^3 , en un intervalo de 18 min, por lo que cumple con lo establecido en la norma NC 1020:2014 (10) que plantea 0.03 mg/m^3 , para 20 minutos (1).

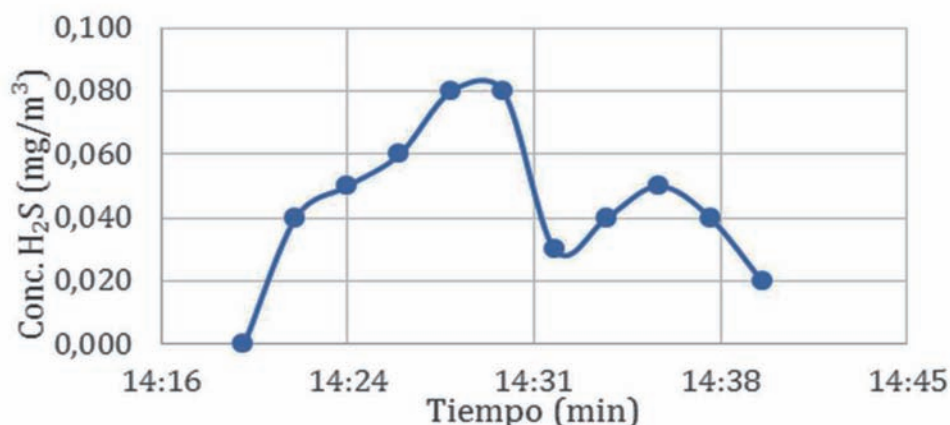


Figura 5. Comportamiento de las inmisiones de H_2S en el taller de producción de Furvina, año 2018.

En el año 2019, los valores de las inmisiones de H_2S , obtenidos durante la síntesis del IFA Furvina (figura 6), reflejan una concentración promedio de 0.01 mg/m^3 , resultado inferior a 10 mg/m^3 , valor de CPA establecida en la NC 872: 2011. Estas inmisiones fueron registradas al finalizar la síntesis del IFA, se observaron incrementos de 0.02 mg/m^3 a 0.09 mg/m^3 (8). Al comparar con los resultados obtenidos en el monitoreo del año 2018, se aprecia un comportamiento similar en las concentraciones de este compuesto en el área de trabajo.

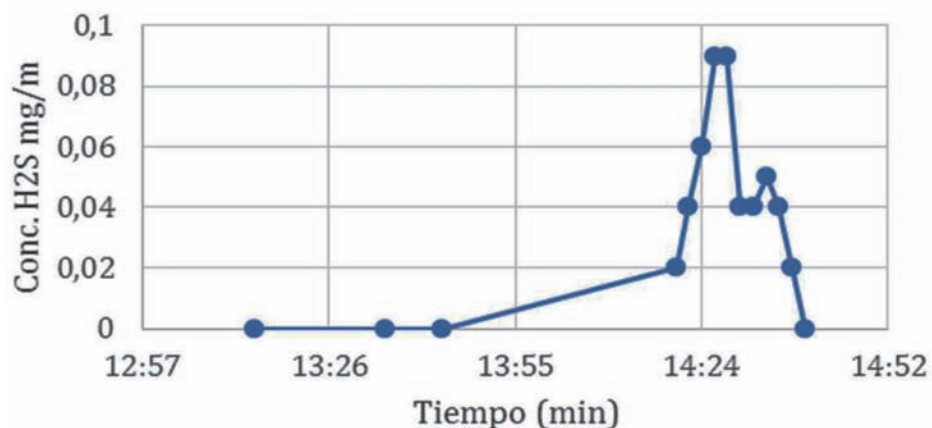


Figura 6. Comportamiento de las inmisiones de H₂S en el taller de producción de Furvina, año 2019.

CONCLUSIONES

Las inmisiones de NO₂ medidas en los años 2018 y 2019, durante la ejecución de la síntesis de G-0, no muestran contaminación en el área de trabajo, según los límites admisibles de exposición laboral establecidos en la NC 872: 2011.

En la síntesis de G-0 ha existido una disminución significativa en la emanación de los gases nitrosos a la atmósfera, con respecto al año 2015, debido al diseño e instalación de una columna de absorción de gases, que ha permitido mejorar el ambiente de trabajo.

Las inmisiones de NO₂ medidas en los años 2018 y 2019, durante el desarrollo de la técnica de determinación de metales pesados, en el Laboratorio de Control de la Calidad, no muestran contaminación en el área de trabajo según, los límites admisibles de exposición laboral establecidos en la NC 872: 2011.

Las inmisiones de H₂S medidas en el taller de obtención de la Furvina, en los años 2018 y 2019, para una hora de exposición, no muestran contaminación, según los límites admisibles de exposición laboral establecidos en la NC 872: 2011.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto Institucional Mejora continua de los procesos de obtención de la Furvina y el Vitrofurval, por el apoyo financiero parcial a esta investigación (Código del proyecto:10394). Agradece también a los trabajadores de la Planta de Producción, al Laboratorio de Control de la Calidad, a la Unidad de Aseguramiento de la Calidad y a la máxima dirección del Centro de Bioactivos Químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GEOCUBA, Monitoreo de variables ambientales (ruido y gases) en el Centro de Bioactivos Químicos. Informe Técnico. 2018.
2. Kampschreur, M.J., *et al.*, Nitrous oxide emission during wastewater treatment. *Water research*, 2009. 43(17): p. 4093-4103.
3. Ravishankara, A.; Daniel, J.S. . Portmann, R.W. Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *science*, 2009. 326(5949): p. 123-125.
4. CATC, boletín técnico óxidos de nitrógeno (NOX), ¿Por Qué y Cómo Se Controlan? .1999, Control y Protección; Environmental Protection Agency

5. Picasso, G., *et al.* Sensores basados en óxido de Fe dopados con Ag para la detección de sulfuro de hidrógeno. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2010. 76(3): p. 199-217.
6. Lago-Durán, C. Diseño de una columna de absorción de gases en la Planta de producción del Centro de Bioactivos Químicos., Departamento de Ingeniería Química. 2015, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas: Cuba. p. 95.
7. Lago-Durán, C.; *et al.* Determinación cuantitativa de la concentración del NO₂ disuelto en agua en la síntesis del 2-(2-nitrovinil-furano). ICIDCA de derivados de la caña de azúcar, 2018. 52: p. 67-69.
8. GEOCUBA, Monitoreo de variables ambientales (ruido y gases) en el Centro de Bioactivos Químicos. Informe Técnico. 2019.
9. NC 872:2011.Seguridad y Salud en el Trabajo. Sustancias Nocivas en el Aire de la Zona de Trabajo. Evaluación de la Exposición Laboral. Requisitos Generales.
10. NC 1020:2014 Calidad del aire - contaminantes -Concentraciones máximas admisibles y valores. Guías en zonas habitables.