

## **Estimación de la incertidumbre en la medición del contenido de furvina en el Vitrofurul<sup>®</sup>**

Uncertainty estimation in the measurement of furvina content in Vitrofurul<sup>®</sup>

Yaidel Quiñones-García<sup>1\*</sup><https://orcid.org/0000-0003-2709-6447>

Isabel Caraballoso-Noa<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0496-2891>

Amalia Calvo-Alonso<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2339-5239>

Jorge de la Torre-López<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5883-8357>

<sup>1</sup>Centro de Bioactivos Químicos, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba

<sup>2</sup>Facultad de Química-Farmacia, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba

\*Autor para la correspondencia: [yaidelq@uclv.edu.cu](mailto:yaidelq@uclv.edu.cu)

### **RESUMEN**

Los resultados de las mediciones analíticas llevan implícito un grado de incertidumbre, el cual está relacionado con los pasos llevados a cabo y los materiales y/o equipos que se utilizaron en el método. El objetivo de este trabajo fue estimar la incertidumbre en la medición del contenido de furvina en el Vitrofurul por espectrofotometría ultravioleta-visible, a través del enfoque GUM. Se obtuvo el modelo matemático y se identificaron las fuentes de incertidumbre con un diagrama causa-efecto. Se evaluaron los componentes de la incertidumbre, y se obtuvo el valor de la incertidumbre combinada (0,06 %). Las mayores contribuciones a la incertidumbre corresponden a la cristalería utilizada. Se calculó la incertidumbre expandida (0,12 %) y se determinó el contenido de furvina en un lote de Vitrofurul: el resultado final fue  $30,21 \pm 0,12 \%$ ,  $k = 2$ .

**Palabras clave:** incertidumbre; Vitrofurul; furvina; espectrofotometría ultravioleta-visible.

## **ABSTRACT**

All results of analytical measurements have a degree of uncertainty, which is related to the steps carried out and the materials and/or equipment used in the method. The objective of this work was to estimate the uncertainty in the measurement of the Furvina content in Vitrofurul by ultraviolet - visible spectrophotometry, through the GUM approach. The mathematical model was obtained and the sources of uncertainty were identified with a cause-effect diagram. Uncertainty components were evaluated and the combined uncertainty value (0,06 %) was obtained. The greatest contributions to uncertainty correspond to glassware used. The expanded uncertainty (0,12 %) was calculated and the Furvina content was determined in a batch of Vitrofurul: the final result was  $30,21 \% \pm 0,12 \%$ ,  $k = 2$ .

**Keywords:** uncertainty; Vitrofurul; furvina; ultraviolet-visible spectrophotometry.

Recibido: 18/10/2022

Aprobado: 16/11/2022

## **Introducción**

Para que el resultado de un análisis químico esté completo, debe incluirse la incertidumbre de la medición del ensayo. En muchos casos, la interpretación de un resultado puede resultar sumamente difícil, a menos que vaya acompañado de su incertidumbre asociada.<sup>(1)</sup>

La guía para la expresión de la incertidumbre en la medición, define la incertidumbre como parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos al mensurando.<sup>(2)</sup>

Todo proceso de medida tiene como fin obtener información sobre el mensurando, con objeto de evaluar su conformidad con las especificaciones, realizar comparaciones o tomar otras decisiones. En cualquier caso, el resultado de la medida es tan importante como la calidad de dicha medida. La calidad de una medida se cuantifica mediante la evaluación de la incertidumbre de dicha medida.

La evaluación de la incertidumbre de la medición en análisis químico es una actividad fundamental, que realiza cualquier laboratorio que desee emitir resultados confiables.<sup>(3)</sup>

La estimación de la incertidumbre de la medición, es un proceso complejo (más no complicado) que requiere del conocimiento detallado del método analítico. Así mismo, se debe disponer de información estadística de los datos que se obtienen en forma rutinaria, por lo cual se recomienda realizar previamente estudios de validación de métodos, materiales y equipos.

Calcular la incertidumbre de un ensayo, además de ser un proceso imprescindible para mostrar calidad metrológica (en algunos sectores es obligatorio), sirve para identificar los puntos más críticos, aquellos que contribuyen en mayor cuantía a la incertidumbre del ensayo, lo que permite tomar acciones correctivas y preventivas para obtener resultados analíticos más confiables.<sup>(4)</sup>

En el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, se produce y comercializa nacional e internacionalmente el Vitrofur<sup>®</sup>. Se encuentra asentado en el Registro Central de Plaguicidas (No. 013/99, Tomo 3, Folio 249, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba) desde el año 1999, como inhibidor de la contaminación microbiana de los medios de cultivos utilizados para la micropropagación de plantas sin el empleo de la autoclave. Este producto cuenta con una marca registrada en Cuba para su comercialización en las clases 1 y 5, según la Resolución 1224/2012 de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial, desde el año 2012, y cuenta, además, con la Norma Cubana NC 1090: 2015 “Inhibidor de la contaminación microbiana en medios de cultivo para la producción de vitroplantas —Vitrofur— Requisitos y métodos de ensayo”.<sup>(5)</sup>

Todos los métodos de ensayo utilizados para el control de la calidad de los lotes de Vitrofur fueron desarrollados en el Laboratorio de Control de la Calidad del CBQ. Dentro de ellos, la determinación del contenido de furvina (1-(5-bromofur-2-il)-2-bromo-2-nitroeteno, también conocido como G-1), ingrediente activo con acción antibacteriana y antifúngica <sup>(6-8)</sup> en el Vitrofur, por espectrofotometría ultravioleta–visible, fue validado en el año 2008.<sup>(9)</sup>

Es necesario demostrar, que este método analítico brinda resultados fiables y, por lo tanto, adecuados para el propósito previsto, lo que constituye la base para la gestión del Laboratorio de Control de la Calidad del CBQ, si quiere demostrar su competencia técnica y su capacidad para generar resultados técnicamente válidos.<sup>(3)</sup>

El objetivo de este trabajo es estimar la incertidumbre asociada a la medición del contenido de furvina en el Vitrofur, por espectrofotometría ultravioleta-visible.

## **Materiales y métodos**

La cristalería y el equipamiento utilizado fueron verificados y calibrados por la Oficina Territorial de Normalización (OTN). Se contó con los certificados acreditativos. Los reactivos empleados poseían la calidad requerida, según avalaron los certificados de calidad de los proveedores.

### **Equipos**

Espectrofotómetro ultravioleta–visible (UV-Vis), CamSpec M501; balanza analítica, Sartorius CP2250, clase (I), intervalo 0,01 g–220 g, resolución 0,1 mg.

### **Reactivos**

Alcohol etílico fino AZCUBA 96,5 %; furvina 99,87 % material de referencia (MR); Vitrofur, lote 20-4-2.

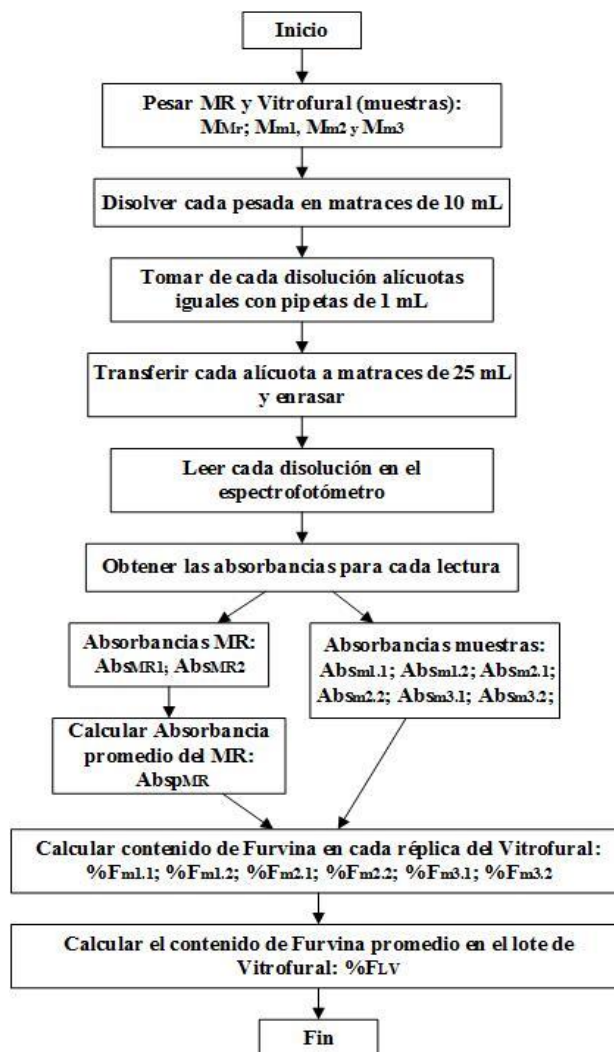
### **Material de laboratorio**

Matraces clase A de 10 mL y 25 mL; pipeta graduada clase A de 1 mL; cristalería de uso común en el laboratorio.

### **Procedimiento de la técnica espectrofotométrica**

Para el estudio se analizó un lote de Vitrofur, proveniente de la Planta de Producción del CBQ. El lote de Vitrofur, para la inspección por variables, se muestreó siguiendo lo establecido en la NC 92-05 <sup>(10)</sup>, y se obtuvo una muestra aleatoria de tres unidades. Se pesó una masa determinada de cada una y del MR. Cada masa tomada se llevó a un matraz de 10 mL, y luego se enrasó con alcohol etílico fino. Con ayuda de la pipeta, se tomaron dos alícuotas de igual volumen de cada una de las disoluciones anteriores, y se depositaron en matraces de 25 mL, enrasándose de la misma manera. Se obtuvo la absorbancia correspondiente a cada réplica preparada, ocho en total.<sup>(5)</sup>

La figura 1 muestra el procedimiento de la técnica empleada para determinar el contenido de furvina en el Vitrofur, por espectrofotometría UV-Vis.



**Fig. 1-** Procedimiento para determinar el contenido de furfural en el Vitrofur, por espectrofotometría UV-Vis

El contenido de furfural en el Vitrofur se calcula según la ecuación (1).

$$\% F_{LV} = \frac{1}{6} \cdot \left[ \left( \frac{M_{MR} \cdot \%P_{MR}}{Abs_{pMR}} \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^6 \frac{Abs_{mi}}{M_{mi}} \right) \right] \quad (1)$$

donde:

- i: número de réplicas
- % FLV: contenido de furfural
- Abs<sub>mi</sub>: absorbancia de cada réplica
- Abs<sub>pMR</sub>: absorbancia promedio del MR
- M<sub>mi</sub>: masa de cada réplica de Vitrofur

- $M_{MR}$ : masa del MR
- %  $P_{MR}$ : porcentaje de pureza del MR

### Incertidumbre del resultado de la técnica

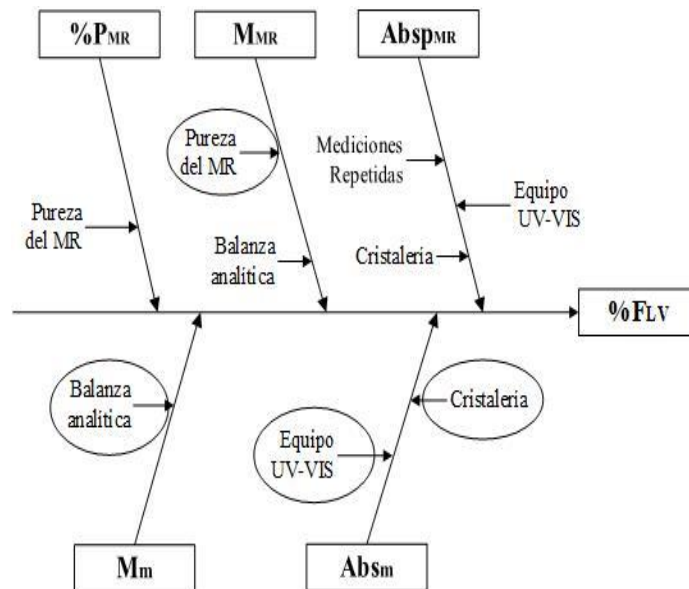
Para estimar la incertidumbre de la medición, se siguieron las pautas establecidas por las guías GUM [2] y EURACHEM <sup>(11)</sup>, y por la normativa cubana.<sup>(12)</sup> Se analizaron los siguientes aspectos:

#### 1. Especificación del mensurando:

El mensurando se corresponde con el modelo matemático de la ecuación 1.

#### 2. Identificación de las fuentes de incertidumbre:

Se realizó una tormenta de ideas con expertos y se confeccionó el diagrama causa-efecto <sup>(13)</sup> (figura 2). Los parámetros de la ecuación 1 forman las ramas principales del diagrama. Las fuentes de incertidumbre encerradas en los círculos aparecen duplicadas, por lo que se cuantificarán solo una vez.<sup>(11)</sup>



**Fig. 2-** Diagrama causa-efecto para identificar las fuentes de incertidumbre

En la tabla 1 se muestran las fuentes de incertidumbre y sus componentes asociados.

**Tabla 1-** Relación fuentes de incertidumbre-componentes de incertidumbre

| Fuentes de incertidumbres                               | Componentes asociados   |
|---|---|
| Pureza del material de referencia (% $P_{MR}$ )         | ✓ Pureza del MR, $u(\% P_{MR})$ . Especificación del proveedor  |
| Masa del material de referencia ( $M_{MR}$ )            | ✓ Certificado de calibración de la balanza analítica, $u(BCc)$<br>✓ Pureza del MR, $u(\% P_{MR})$ .   |
| Masa de las muestras de Vitrofurul ( $M_{mi}$ )         | ✓ Certificado de calibración de la balanza analítica, $u(BCc)$  |
| Absorbancia promedio del MR, ( $Ab_{SPMR}$ )            | ✓ Certificado de calibración del matraz de 10 mL, $u(10 Cc)$<br>✓ Certificado de calibración del matraz de 25 mL, $u(25 Cc)$<br>✓ Certificado de calibración de la pipeta graduada de 1 mL, $u(PpCc)$<br>✓ Repetibilidad instrumental del espectrofotómetro UV-Vis, $u(UVis)$<br>✓ Repetibilidad de las dos lecturas de absorbancias del MR, $u(RA_{BSMR})$ |
| Absorbancias de las réplicas Vitrofurul, ( $Ab_{Smi}$ ) | ✓ Certificado de calibración del matraz de 10 mL, $u(10 Cc)$<br>✓ Certificado de calibración del matraz de 25 mL, $u(25 Cc)$<br>✓ Certificado de calibración de la pipeta graduada de 1 mL, $u(PpCc)$<br>✓ Repetibilidad instrumental del espectrofotómetro UV-Vis, $u(UVis)$ .   |

Se repiten y, por tanto, se tiene una cuenta solo una vez para los cálculos:

- ✓ Pureza del MR,  $u(\% P_{MR})$
- ✓ Certificado de calibración de la balanza analítica,  $u(BCc)$
- ✓ Certificado de calibración del matraz de 10 mL,  $u(10Cc)$
- ✓ Certificado de calibración del matraz de 25 mL,  $u(25Cc)$
- ✓ Certificado de calibración de la pipeta graduada de 1 mL,  $u(PpCc)$
- ✓ Repetibilidad instrumental del espectrofotómetro UV-Vis,  $u(UVis)$

3. Cuantificación de los componentes de incertidumbre:

El cálculo se realizó según los criterios de evaluación establecidos tipo A o tipo B.

Las incertidumbres combinadas se calcularon de dos formas:

- A través de la información expuesta en los certificados de calibración: incertidumbre expandida entre el factor de cobertura ( $k$ ). Para todos los certificados de calibración utilizados  $k = 2$ .

- Mediante la combinación de los componentes de incertidumbre correspondientes. Las incertidumbres combinadas de las variables de entrada aplicando la regla 1 (modelo matemático que solo contiene suma y/o resta) y la incertidumbre combinada de la medición de furvina en el Vitrofural,  $u_c(\% F_{LV})$ , aplicando la regla 2 (modelo matemático que contiene solo multiplicación y/o división).

4. Cálculo de la incertidumbre expandida,  $U(\% F_{LV})$ :

Se determinó multiplicando  $u_c(\% F_{LV})$  por el factor de cobertura,  $k$  (se asumió  $k = 2$ ), ecuación (2).

$$U(\% F_{LV}) = k \cdot u_c(\% F_{LV}) \quad (2)$$

5. Expresión del resultado final,  $\%F_{LV}$ :

Se utilizó el intervalo completo de  $U(\% F_{LV})$ .

$$\% F_{LV} \pm U(\% F_{LV}) \quad (3)$$

## Resultados y discusión

Evaluando en la ecuación (1), se obtuvo el contenido de furvina en el lote de Vitrofural estudiado.

$$\% F_{LV} = \frac{1}{6} \cdot \left[ \left( \frac{0,010 \cdot 99,87}{0,629} \right) \cdot (113,127) \right] = \frac{(1,602 \cdot 113,127)}{6} = 30,21 \%$$

Las incertidumbres correspondientes a las variables de entrada se determinaron como sigue:

- *Incertidumbre de % de pureza del MR,  $u_c(\% P_{MR})$ .* Según las especificaciones del proveedor.

Distribución rectangular:

- 

$$u(EP_{MR}) = \frac{0,0013}{\sqrt{3}} = 7,51 \cdot 10^{-04}$$

$$u_c(\% P_{MR}) = \sqrt{u(EP_{MR})^2} = 7,51 \cdot 10^{-04}$$



- *Incertidumbre de la masa del MR,  $u_C(M_{MR})$ .* Según certificado de calibración de la balanza analítica,  $k=2$ . Distribución normal:

$$U(BCc) = 0,12 \text{ mg}; u_C(BCc) = 6,00 \cdot 10^{-02} \text{ mg}$$

$$u_C(M_{MR}) = \sqrt{u_C(BCc)^2} = 6,00 \cdot 10^{-05} \text{ g}$$

- *Incertidumbre de la absorbancia promedio del MR,  $u_C(Absp_{MR})$ .* Según suma de las contribuciones:

$$u_C(Absp_{MR}) = \sqrt{[u_C(\text{Cristalería})^2] + [u_C(\text{Equipos})^2] + [u_C(\text{Mediciones})^2]} \quad (4)$$

$$u_C(Absp_{MR}) = \sqrt{[u_C(10Cc)^2 + u_C(25Cc)^2 + u_C(PpCc)^2] + \dots + [u(UVis)^2] + [u(RAb_{MR})^2]}$$

$$U(10Cc) = 0,006 \text{ mL}; u_C(10Cc) = 3,00 \cdot 10^{-03} \text{ mL}$$

- Matraz de 10 mL. Información del certificado de calibración,  $k=2$ . Distribución normal:

$$U(25Cc) = 0,012 \text{ mL}; u_C(25Cc) = 6,00 \cdot 10^{-03} \text{ mL}$$

- Matraz de 25 mL. Información del certificado de calibración,  $k=2$ . Distribución normal:
- Pipeta graduada de 1 mL. Información del certificado de calibración,  $k=2$ . Distribución

$$U(PpCc) = 0,0014 \text{ mL}; u_C(PpCc) = 7,00 \cdot 10^{-04} \text{ mL}$$

normal:

$$u(UVis) = S = 4,83 \cdot 10^{-04}$$

- Espectrofotómetro UV-Vis. Repetibilidad instrumental,  $\geq 10$  mediciones de abs. Tipo A.

- Repetibilidad de las dos lecturas de absorbancia del MR. Tipo A.

$$u(\text{RAbs}_{\text{MR}}) = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,001414}{\sqrt{2}} = 1,00 \cdot 10^{-03}$$

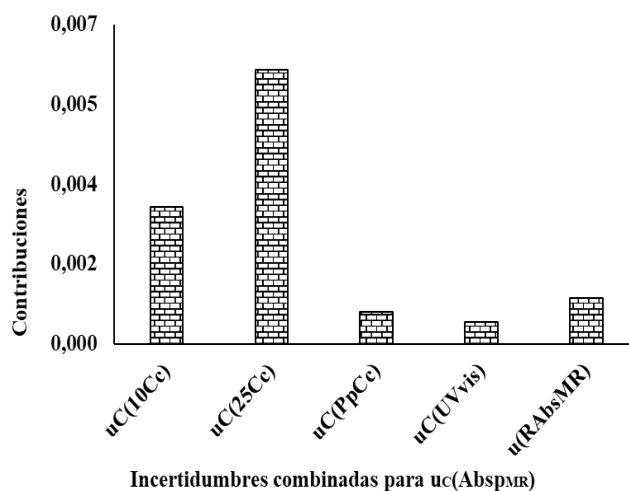
Calculando  $u_C(\text{Absp}_{\text{MR}})$  según (4):

$$u_C(\text{Absp}_{\text{MR}}) = \sqrt{(3,00 \cdot 10^{-03})^2 + (6,00 \cdot 10^{-03})^2 + (7,00 \cdot 10^{-04})^2 + \dots \\ \dots (4,83 \cdot 10^{-04})^2 + (1,00 \cdot 10^{-03})^2}$$

$$u_C(\text{Absp}_{\text{MR}}) = \sqrt{(9,00 \cdot 10^{-06}) + (3,60 \cdot 10^{-05}) + (4,90 \cdot 10^{-07}) + \dots \\ \dots (2,33 \cdot 10^{-07}) + (1,00 \cdot 10^{-06})}$$

$$u_C(\text{Absp}_{\text{MR}}) = \sqrt{5,58 \cdot 10^{-05}} = 6,84 \cdot 10^{-03}$$

En la figura 3 se muestra el comportamiento (contribuciones) de cada una de las incertidumbres combinadas que aportan a la  $u_C(\text{Absp}_{\text{MR}})$ .



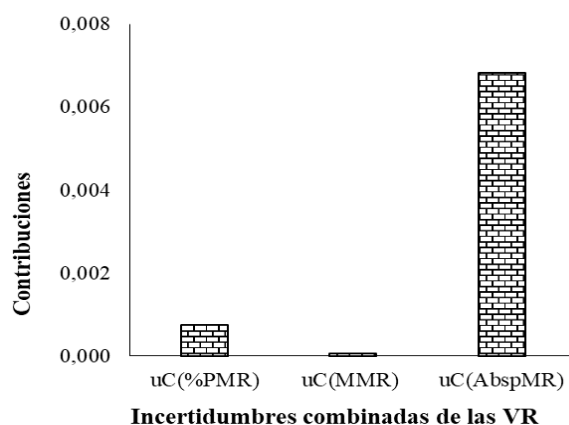
**Fig. 3-** Contribución de las incertidumbres combinadas que aportan a  $u_C(\text{Absp}_{\text{MR}})$

Al calcular la incertidumbre aportada por la cristalería no se tuvo en cuenta la variación de la temperatura, ya que se trabajó bajo condiciones de temperatura controlada (20 °C). Con respecto a la contribución de las fuentes de incertidumbre que aportan a la incertidumbre

combinada de la absorbancia promedio del MR ( $A_{bspMR}$ ), en la figura 3, se puede apreciar que las mayores contribuciones corresponden a la cristalería, matraz de 25 mL con un 53,6 % y matraz de 10 mL con un 26,8 %, de ahí la importancia de trabajar siempre con cristalería clase A, previamente calibrada por una entidad reconocida, con el fin de contribuir a la calidad de los resultados de este ensayo. El material volumétrico de la clase B se encuentra dentro del doble de los límites de error de la clase A/AS, según la NC 1063: 2015.<sup>(14)</sup>

La repetibilidad de las dos mediciones de la absorbancia del MR, la pipeta graduada de 1 mL y la repetibilidad instrumental del espectrofotómetro UV-VIS también contribuyen, pero de manera menos significativa, en un 8,9 %, 6,2 % y 4,3 %, respectivamente. Las repetibilidades, en ambos casos deben siempre mantenerse por debajo del coeficiente de variación obtenido durante la validación de la técnica.<sup>(9)</sup> La pipeta utilizada, al igual que los matraces, también debe ser clase A y previamente calibrada por una entidad reconocida.

En la figura 4 se muestran las contribuciones de cada una de las variables de entrada a la incertidumbre combinada final,  $u_C$  (%  $F_{LV}$ ).



**Fig. 4-** Contribución de las incertidumbres combinadas que aportan a la incertidumbre combinada final

En la figura 4 se observa que el 89,4 % de la contribución a la incertidumbre combinada final del contenido de furvina en el Vitrofuroral, está dado por la absorbancia promedio del MR. La pureza del MR contribuye en un 9,8 %, y la masa del MR prácticamente no contribuye con incertidumbre (0,8 %).

Después de analizar las figuras 3 y 4, se resume que las mayores contribuciones están dadas por la cristalería utilizada, una vez más se corrobora la necesidad de la correcta práctica de laboratorio, que incluye la adecuada selección de la cristalería y, particularmente, la calibración

y/o verificación de la misma. También es fundamental el buen uso de la cristalería, para lo que se requiere de analistas con elevado nivel de confiabilidad.<sup>(15, 16)</sup>

Teniendo en cuenta la figura 3, aplicando las reglas de propagación, y sustituyendo en el modelo matemático, se obtiene  $u_C(\%F_{LV})$ .

$$u_C(\%F_{LV}) = \frac{1}{6} \left[ \%F_{LV} \cdot \sqrt{\left(\frac{u_C M_{MR}}{M_{MR}}\right)^2 + \left(\frac{u_C \%P_{MR}}{\%P_{MR}}\right)^2 + \left(\frac{u_C Absp_{MR}}{Absp_{MR}}\right)^2} \right]$$

$$u_C(\%F_{LV}) = \frac{1}{6} \left[ 30,21 \cdot \sqrt{(5,65 \cdot 10^{-11}) + (3,54 \cdot 10^{-05}) + (1,18 \cdot 10^{-04})} \right]$$

$$u_C(\%F_{LV}) = \frac{1}{6} \left[ 30,21 \cdot \sqrt{1,53 \cdot 10^{-04}} \right] = \frac{1}{6} [(30,2057) \cdot (1,24 \cdot 10^{-02})]$$

$$u_C(\%F_{LV}) = \frac{3,74 \cdot 10^{-01}}{6} = 6,24 \cdot 10^{-02} \% = \mathbf{0,06 \%}$$

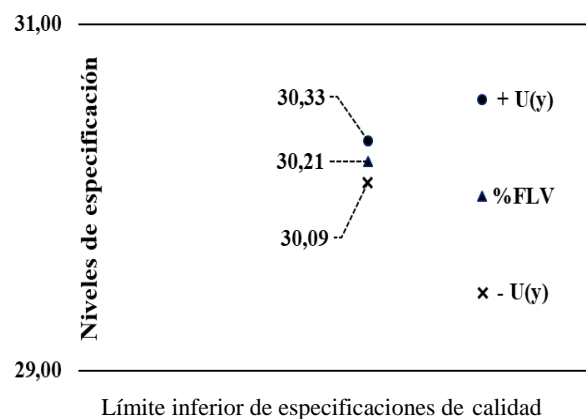
La incertidumbre expandida, calculada según la ecuación 2, es de 0,12 %, lo que representa un valor experimental aceptable en la determinación de furvina en el Vitrofural.

Finalmente, los resultados obtenidos para el lote 20-4-2 de Vitrofural, para  $k = 2$  con un 95 % de confianza, fueron:

| % F <sub>LV</sub> | u <sub>C</sub> (% F <sub>LV</sub> ) | U(% F <sub>LV</sub> ) | Intervalos                                |   |
|-------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|---|
|                   |                                     |                       | % F <sub>LV</sub> + U(% F <sub>LV</sub> ) | % F <sub>LV</sub> - U(% F <sub>LV</sub> ) |
| 30,21             | 0,06                                | 0,12                  | 30,33                                     | 30,09                                     |

En la figura 5 se representan los resultados obtenidos, teniendo en cuenta los límites de especificación de calidad establecidos para la técnica.

Límite superior de especificaciones de calidad



**Fig. 5-** Representación de la incertidumbre y límites de especificación de calidad

Según establece la EURACEM, el cumplimiento de un requisito a menudo requiere demostrar que un mensurando está entre unos límites concretos. La incertidumbre de medida tiene claras implicaciones para la interpretación de los resultados analíticos en este contexto. La incertidumbre en el resultado analítico debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar el cumplimiento.<sup>(11)</sup>

En el caso estudiado, el contenido de furvina en el Vitrofural cumple con los requisitos establecidos, se encuentra entre 29,00 % y 31,00 %, y dentro de esos límites se encuentra incluida la incertidumbre.

El contenido de furvina en el lote 20-4-2 de Vitrofural es: 30,21 % ± 0,12 %, k = 2.

## Conclusiones

Como resultado de este estudio se obtuvo el modelo matemático, y se identificaron las fuentes de incertidumbre en la medición del contenido de furvina en el Vitrofural. Con ellas se estimó la incertidumbre estándar combinada ( $u_c(\% \text{ FLV}) = 0,06 \%$ ) y la incertidumbre expandida ( $U(\% \text{ FLV}) = 0,12 \%$ ). Se demostró que las fuentes de incertidumbre que más contribuyen en este análisis son la cristalería empleada, lo cual corrobora la importancia de una adecuada selección y utilización de la cristalería, y particularmente, la calibración y/o verificación de la misma. Se determinó el contenido de furvina en un lote de Vitrofural, el resultado final fue  $30,21 \pm 0,12 \%$ , k = 2.

## Referencias bibliográficas

1. NORDIC COMMITTEE ON FOOD ANALYSIS (NMKL). “Estimation and Expression of Measurement Uncertainty in Chemical Analysis”. *Procedure No. 5*. Edition 3, 2019.
2. JOINT COMMITTEE FOR GUIDES IN METROLOGY. “Evaluation of measurement data”. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*. *JCGM 100:2008*, First edition, 2008.  
  
[https://ncc.nesdis.noaa.gov/documents/documentation/JCGM\\_100\\_2008\\_E.pdf](https://ncc.nesdis.noaa.gov/documents/documentation/JCGM_100_2008_E.pdf)
3. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. “Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración”. *NC ISO/IEC 17025:2017*. 3 Edición. La Habana, 2017.
4. ALZATE RODRÍGUEZ, E. J. “Estimación de la incertidumbre de medición en el ensayo de alcalinidad de acuerdo a la guía GTC 51”. *Scientia et Technica*, 2008, **14**(38), 380-385.  
<https://doi.org/10.22517/23447214.380>
5. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. “Inhibidor de la contaminación micorrbiana en medios de cultivo para la producción de vitroplantas — Vitrofurul — Requisitos y métodos de ensayo”. *NC 1090:2015*. 1 Edición. La Habana, 2015.
6. ALLAS, Ü. *et al.* “Antibacterial activity of the nitrovinylfuran G1 (Furvina) and its conversion products”, *Scientific Reports*, 2016 nov. 10;6:36844. doi: 10.1038/srep36844
7. DÍAZ, M. *et al.* “Furvina (G-1). Efectividad *in vitro* sobre microorganismos aislados de infecciones dérmicas en caninos”. *Rev. Inv. Vet Perú*, 2016; **27**(3): 595-606.  
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.11993>
8. MORALES, Y. *et al.* “Actividad *in vitro* de furvina frente a bacterias Gram negativas multirresistentes”. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 2014; **45** (1): 45-50. e-ISSN: 2221-2450.
9. RAMOS GÓMEZ, T. *Determinación del contenido de G-1 en el Vitrofurul: validación de la técnica y mejoramiento de los resultados*. Tesis de maestría, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba, 2008. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu>
10. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Control de la calidad. Inspección por variables. Planes de muestreo de aceptación*, NC 92-05:1982. 1 Edición. La Habana, 1987.
11. EURACHEM. *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*. EURACHEM/CITAC Guide CG 4. Edition 3, 2012,  
[https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012\\_P1.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1.pdf)

12. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Guía para la estimación y expresión de la incertidumbre de la medición en análisis químico*. NC TS 367:2008. 2da. Edición. La Habana, 2008.
13. CANTÚ DELGADO, J. H. *Desarrollo de una cultura de calidad*. Cuarta edición, México: McGRAW-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V. 2011, 177-195 p. ISBN: 978-607-15-0572-9  
[https://www.academia.edu/36185750/Desarrollo\\_de\\_una\\_Cultura\\_Humana\\_4ta\\_Edici%C3%B3n\\_Humberto\\_Cant%C3%BA\\_Delgado\\_FREELIBROS\\_ORG](https://www.academia.edu/36185750/Desarrollo_de_una_Cultura_Humana_4ta_Edici%C3%B3n_Humberto_Cant%C3%BA_Delgado_FREELIBROS_ORG)
14. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Cristalería de laboratorio—Clasificación —Clases de exactitud*. NC 1063:2015. 1ra. Edición. La Habana, 2015.
15. CÁÑES CARRASCO, M.; GARCÍA ALEGRÍA, A. “Estimación de la incertidumbre en la cuantificación de fósforo por espectrofotometría ultravioleta-visible”. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 2015, **27**(3), 34-41. <https://doi.org/10.18633/bt.v17i3.232>
16. HECHEVARRÍA HERNÁNDEZ, A.; ARADA PÉREZ, M. A. “Estimación de la incertidumbre de la medición en análisis químico, un caso de estudio”. *Revista Cubana de Química*, 2017, **29**(1), 54-72. ISSN: 2224-5421.

### **Conflicto de interés**

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses en el manuscrito presentado.

### **Contribución de los autores**

Yaidel Quiñones García: realizó los experimentos de laboratorio, el procesamiento de los resultados y la escritura del artículo.

Isabel Carabaloso Noa: realizó los experimentos de laboratorio y el procesamiento de los resultados.

Amalia Calvo Alonso: realizó el análisis de los resultados y la escritura del artículo.

Jorge de la Torre López: realizó el análisis de los resultados y la revisión final del artículo.