

# ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD EN EL PROCESO DE MEDICION DEL INDICE DE REFRACCION DE ACEITES ESENCIALES

Astrid Kühle, Mariel Cáceres, Silvia Zambón, Gustavo Velasco y Ester Chamorro

Grupo de Investigación en Química Orgánica Biológica, Facultad Regional Resistencia, Universidad Tecnológica Nacional. French 414, H3500CHJ Resistencia, Chaco. Argentina. E-mail: astridckuhle@gmail.com

## 1. Introducción

El proceso de medición es un componente crítico de cualquier proyecto y consiste en la recolección de datos para la toma de decisiones [1]. Cabe señalar que cuando se miden o registran los resultados de un proceso, se encuentran ciertas limitaciones que pueden clasificarse en dos categorías: errores de exactitud y errores de precisión.

La exactitud mide la calidad de la calibración del instrumento respecto de patrones, y permite describir la diferencia entre el valor registrado y el real. Análogamente, al evaluar la precisión, se tienen en cuenta la Repetibilidad y Reproducibilidad (R y R). Estas permiten calcular la variabilidad dentro de cualquier tipo de proceso y además, determinar si esta variación es aceptable o no [2], incluso qué parte de la variación observada en el proceso se debe al sistema de medición usado.

En este trabajo se evalúa a través de dos métodos estadísticos, la variabilidad del sistema de medición del índice de refracción de distintas muestras de aceites esenciales. Estos compuestos se hallan presentes como metabolitos secundarios en plantas aromáticas y generalmente están constituidos por terpenos, asociados o no con otros componentes; la mayoría volátiles y responsables del olor característico de dichas plantas. Cabe señalar que la medición del índice de refracción se utiliza como prueba fisicoquímica [3-4] para el control de pureza y calidad de estos compuestos y, al ser esta característica determinada con gran precisión bajo condiciones controladas de medición, se transforma en una propiedad constante permitiendo cuantificar un determinado compuesto, en mezclas de constituyentes conocidos. El instrumento empleado corrientemente para la determinación de la misma es el refractómetro de Abbe.

## 2. Método y Materiales

### 2.1 Proceso de Medición

La técnica de medición del índice de refracción se realiza en base a la Norma IRAM-SAIPA 18505, 3<sup>ra</sup> Edición del año 2002, "Determinación del Índice de Refracción" para productos aromatizantes, utilizando el refractómetro de Abbe.

Se planifica el análisis de R y R del sistema de medición, seleccionando tres operadores y dos muestras de aceite esencial de citronelal de diferente concentración. Las muestras se identifican como muestra 1 con una concentración del 80% y muestra 2 con concentración mayor al 90%, ambas fueron obtenidas a partir de Rectificaciones de aceites de Citronella (*Cymbopogon winterianus*). Cada operador realiza 10 determinaciones del índice de refracción por muestra, siguiendo las condiciones establecidas.

### 2.2 Estudio R&R

Una vez obtenidas todas las medidas de la característica se procede a analizar los datos, cargando los mismos en el software estadístico Minitab15. Este programa permite realizar

el estudio cruzado de R y R cuando cada operador mide varias veces cada parte, y además comparar el cálculo de la variabilidad de los datos por dos métodos: por carta X-Rango (X-R) y por ANOVA. El Método X-R divide la variación total dentro de tres categorías: parte a parte, repetibilidad y reproducibilidad. El ANOVA presenta un componente adicional, la interacción operador-parte [5]. Ambos procedimientos están basados en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados y permiten analizar simultáneamente los efectos de los factores operador y partes (muestras), con sus interacciones, además de estimar cuánto de la variación total del proceso es causada por la variación parte a parte y por el sistema de medición (R y R).

### **3. Resultados**

#### **3.1 Comparación de método ANOVA y X-R**

Los resultados de ambos métodos muestran que el porcentaje de contribución en la varianza debido al sistema de medición total es mayor al 9%, valor que indica, según lo establecido por el AIAG (Automobile Industry Action Group) [6], que el sistema de medición no es aceptable. Aunque también se observa que las diferencias entre partes explican la mayoría de la variabilidad del proceso (79,59% según ANOVA y 79,18% según X-R), la resultante correspondiente a la repetibilidad (1,59% según ANOVA y 1,4% según X-R) y la reproducibilidad (18,83% por ANOVA y 19,42% por X-R) no son lo suficientemente pequeñas para considerar al sistema de medición aceptable. En los resultados también se observa que el método X-R arroja valores ligeramente menores que el ANOVA, pero este último discrimina dentro de la reproducibilidad, la contribución por operador (17,8%) y la debida a la interacción operador-parte (1,03%). Análogamente ambos métodos determinan que el número de categorías que el sistema de medición puede diferenciar entre partes es de 2, cuando el mínimo aceptable es de 4 categorías distintas. Por otra parte el análisis de la varianza arroja los valores p para los dos factores (muestra y operador) y para la interacción entre ambos, siendo todos menores a 0,05, por lo tanto se los considera relevantes en el proceso de medición.

### **4. Conclusiones**

Los dos métodos aplicados sirven para calcular la variabilidad de un proceso, pero el ANOVA es más completo y exacto puesto que tiene en cuenta la variabilidad que se presenta entre operadores y muestras. En ambos casos se observa que la contribución por reproducibilidad es mucho mayor a la repetibilidad, por lo cual es importante analizar los resultados obtenidos y resaltar el efecto del operador en este sistema de medición. Esto puede atribuirse a distintas causas, como ser: al método mismo de medición, a la lectura de la medición por confusión en las divisiones de la regla del instrumento, o puede deberse al evaluador por la falta de entrenamiento en la lectura y en la técnica de medición.

### **5. Referencias**

- [1] Salkind, Neil J.; Métodos de investigación 3ra Ed.
- [2] Botero Arbeláez, Arbeláez Salazar y Mendoza Vargas; Método ANOVA utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición. Scienntia Et Technica. (2007)
- [3] Bandoni A.; Aromatic Plants Resources in Latin America. Industrial uses for the production of aroma and flavours. Ed. CYTED (2003)
- [4] Guenther, E.; The essential oils. Ed. D. Van Nostrand Company. (1960)

[5] Reyes Aguilar, P.; Estudios de Repetibilidad y Reproducibilidad. Core tools de la AIAG. Módulo II. (2010)

[6] Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation; Statistical Process Control (1992).