



# Análisis frecuencial del patrón ventilatorio pulmonar adquirido mediante bioimpedancia eléctrica en un grupo de voluntarios con hábito tabáquico. Estudio preliminar.

Balleza-Ordaz José Marco<sup>1</sup>, Domínguez-Hernández Saraí<sup>1</sup>, Solis-Rojas Mariana Michelle<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, León, Gto.  
<sup>2</sup> Universidad Politécnica del Bicentenario, Carr. Nacional Romita Km 2, San Juan de los Durán, Silao, Gto.

## I. Introducción

Actualmente, en el campo de la neumología no existe aún equipo o técnica que permita monitorizar el patrón ventilatorio (PV) de manera no invasiva y sobre todo durante largos períodos de tiempo. Los equipos usados para monitorizar el PV son invasivos o proveen información cualitativa de la respiración. Por tal motivo, nuestro grupo de investigación propone el uso de la bioimpedancia eléctrica (BE) para monitorizar el PV a través de un análisis frecuencial de la señal ventilatorio pulmonar. La BE es una técnica no invasiva y libre de radiaciones cuyos parámetros (módulo y fase) varían dependiendo de la frecuencia de la corriente de inyección, el tipo de tejido y sus características histológicas. La ventaja de la técnica es que los equipos BE a 4 hilos son económicos respecto a los sistemas de monitoreo de la ventilación pulmonar ya validados.

## II. Objetivo

Analizar las componentes frecuenciales de los parámetros del vector BE (módulo y fase) correspondientes al PV mediante un análisis FFT en un grupo de fumadores sin patologías respiratorias

## III. Materiales y métodos

a) **Materiales.** 1) Impedancia: Sistema de BE BIOPAC® EBI100C; 2) Neumotacómetro BIOPAC® TSD117.

b) **Procedimiento.**

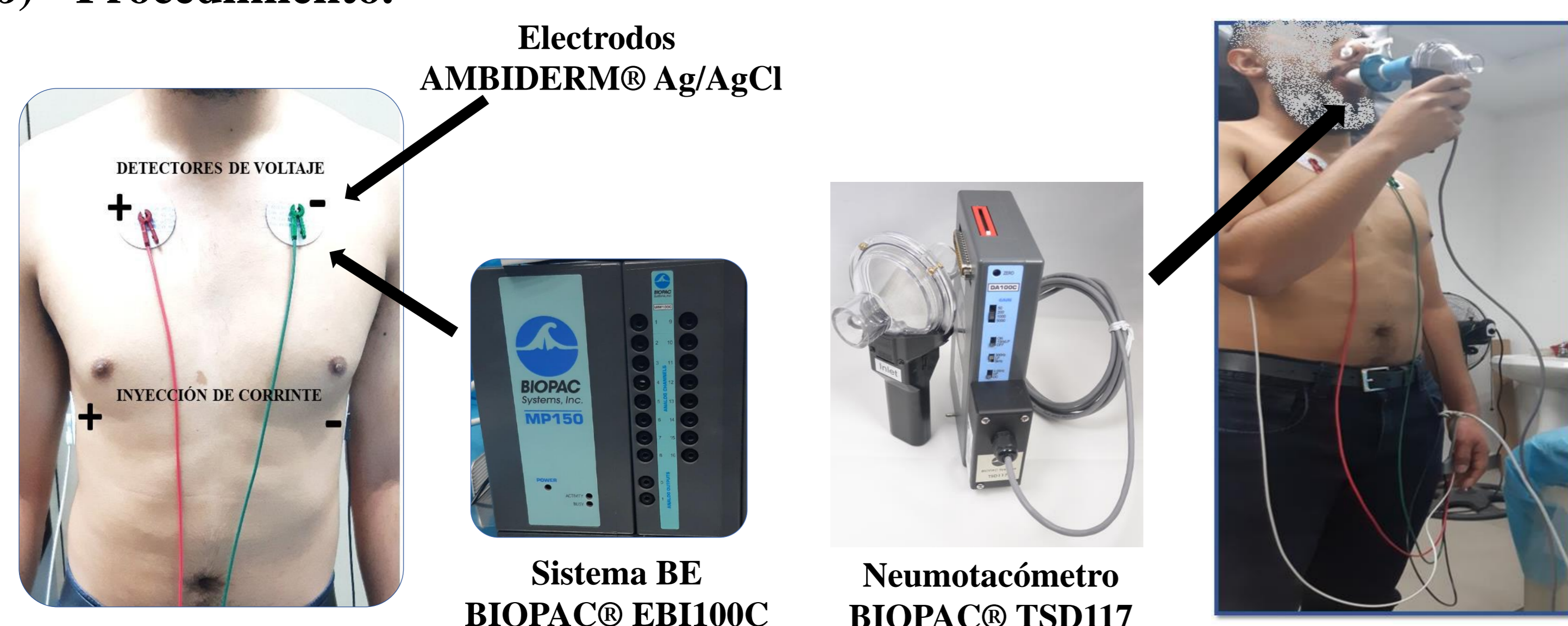


Fig 1. Colocación de electrodos (a), equipo de BE (b) y neumotacómetro (c) (estándar de oro).

A cada voluntario se le colocaron 4 electrodos (Fig.1a) en la caja torácica (2 de inyección y 2 de detección) para obtener los cambios de BE a través EBI100C (Fig. 1b), conectándose, además, de manera simultánea el neumotacómetro (Fig.1c). Las adquisiciones del PV se realizaron durante 1 minuto. Al finalizar las pruebas se le pidió al sujeto que en el momento que le apeteciera fumar, lo hiciera y que regresará lo más pronto posible al laboratorio para repetir el proceso de medida.

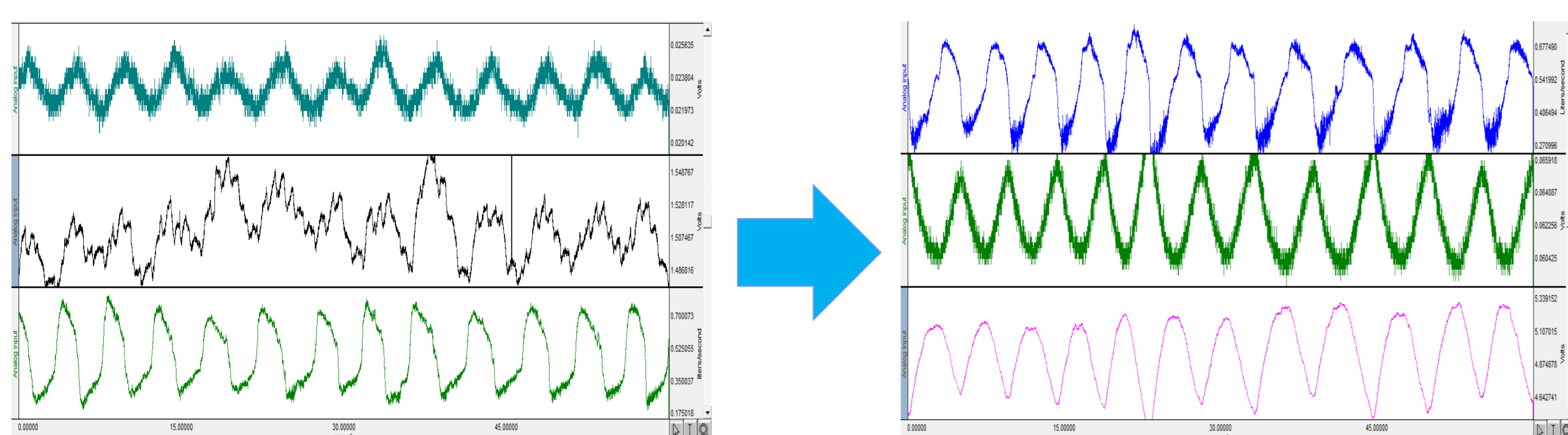


Fig 2. Captura de pantalla del software con el que se realiza la adquisición de las determinaciones de volumen, modulo y fase.

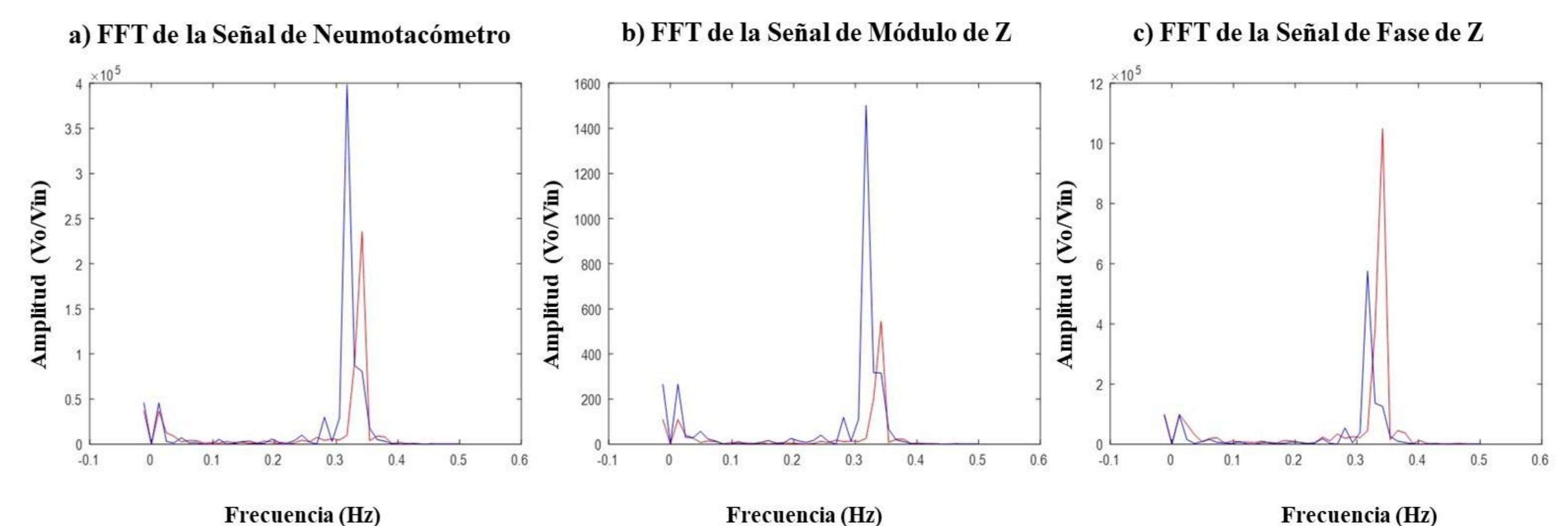


Fig 3. Espectros FFT antes y después del consumo de tabaco de a) la señal del neumotacómetro, b) la señal del módulo de impedancia y c) señal de la fase de impedancia.

Posteriormente, se obtuvieron los espectros FFT de las señales del neumotacómetro (estándar de oro), del módulo de impedancia y de la fase de impedancia antes y después del consumo de tabaco. Así mismo, se analizaron diferencias de los picos de los espectros FFT de las tres señales correspondientes a ambos estados.

Las determinaciones del neumotacómetro y de los parámetros del vector de impedancia se normalizaron con el promedio de las adquisiciones obtenidas antes y después del consumo de tabaco.

## 3. Resultados

Tabla 1. Determinaciones normalizadas de los picos obtenidos en los espectros FFT correspondientes a la señal de a) neumotacómetro, b) módulo de impedancia y c) fase de impedancia

| NeumoSFNorm | NeumoFumNorm | ZSFNorm     | ZFumNorm    | PhSFNorm    | PhFumNorm   |
|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.939698864 | 1.060301136  | 0.386926915 | 1.613073085 | 1.933141138 | 0.066858862 |
| 0.908119747 | 1.091880253  | 1.071042322 | 0.928957678 | 0.297777163 | 1.702222837 |
| 0.851074496 | 1.148925504  | 1.159020744 | 0.840979256 | 0.552905099 | 1.447094901 |
| 0.880084988 | 1.119915012  | 0.765906195 | 1.234093805 | 0.800467846 | 1.199532154 |
| 1.96552864  | 0.034447136  | 0.532837365 | 1.467162635 | 1.719556982 | 0.280443018 |
| 1.395220164 | 0.604779836  | 1.601531002 | 0.398468998 | 0.433841043 | 1.566158957 |
| 0.974518741 | 1.025481259  | 1.456825717 | 0.543174283 | 0.022161077 | 1.977838923 |
| 1.452956572 | 0.547043428  | 1.686547003 | 0.313452997 | 0.968247175 | 1.031752825 |
| 0.248394358 | 1.751605642  | 0.235634168 | 1.764365832 | 1.170790254 | 0.829209746 |
| 0.743305229 | 1.256694771  | 0.532793162 | 1.467206838 | 1.291451893 | 0.708548107 |
| 1.035892602 | 0.964107398  | 0.942906459 | 1.057093541 | 0.919033967 | 1.080966033 |
| 0.46676991  | 0.46676991   | 0.526102098 | 0.526102098 | 0.61892471  | 0.61892471  |

Los valores medios de las diferencias de los picos correspondientes a las frecuencias de las señales del neumotacómetro, el módulo de impedancia y la fase correspondientes a ambos estados, fueron de  $-0.07325 \pm 0.1082$  ( $p=0.061$ ),  $-0.0427 \pm 0.0327$  ( $p<0.003$ ) y  $-0.0549 \pm 0.0916$  ( $p=0.09$ ), respectivamente. El desplazamiento de frecuencias más significativo entre ambos estados lo muestra el módulo de impedancia ( $t$  de Student,  $p=0.003$ ).

## 4. Conclusión

Los cambios del PV anterior y posterior al consumo de tabaco pueden detectarse mediante los parámetros del vector de BE. El desplazamiento entre frecuencias obtenidas mediante FFT del módulo de impedancia fueron significativas y podrían indicar afectación del parénquima pulmonar por consumo del tabaco.

## REFERENCIAS

- [1] E., M. M. (2010). Medición de Impedancia Eléctrica en Tejido Biológico. *Revista Tecno Lógicas*, 51-76.
- [2] Fernández Ana, P. E. (2000). Unidad 8. Aparato Respiratorio. Procedimientos relacionados. En P. Evangelina, *Cuidados Intensivos de Enfermería Grado-Medio* (págs. 133-140). McGrawHill
- [3] Balleza M. Monitorización del patrón ventilatorio (PV) mediante tomografía por impedancia eléctrica (TIE) en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). [Tesis doctoral]. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya; 2012.