



## **ONDELETTES: UNA APLICACIÓN A LA DETERMINACIÓN DE FIRMEZA EN FRUTA**

**JUAN LUIS HIDALGO JARA  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

### **RESUMEN**

El presente trabajo explora en un ambiente poco común de investigación en nuestro país. Se estudia un método para determinar firmeza en frutas, que tiene la particularidad de ser no destructivo. Este método caracteriza la fruta de acuerdo a sus propiedades acústicas. Además el estudio de los datos obtenidos a partir del experimento implementado se realizará por medio del análisis de ondelettes, un área de la matemática que en los últimos años ha encontrado aplicación en problemas de los más diversos ámbitos y que ha entregado buenos resultados en distintas aplicaciones.

En la parte experimental, un grupo de 330 frutas se divide en dos grupos. Un grupo de 30 frutas que se estudia por 10 días consecutivos, y otro grupo de 300 frutas, las cuales se muestrean de a 30 por día, y luego son enviadas a la Agroindustrial Jaime Soler S. A., para realizar análisis de otras propiedades de la manzana. La fruta es tratada como una caja negra, que es caracterizada por su respuesta a lo que se considera una aproximación al impulso ideal. La fruta es colocada en un receptáculo, mediante un péndulo recibe una excitación (el impulso), y en respuesta a ella vibra. Esta vibración es captada por el sensor, que la convierte en una señal eléctrica, que posteriormente pasa por un proceso de adecuación, para reducir los efectos del ruido presente. Finalmente los datos son almacenados en un computador para su posterior procesamiento.

Los datos son analizados para verificar algunos resultados acerca de las propiedades acústicas de la fruta que han sido encontrados en otros trabajos de la literatura. Luego son procesados utilizando la transformada de paquetes de ondelettes, donde se verifica que también hay un desplazamiento de las zonas donde se concentra la energía de la respuesta de la fruta conforme va pasando el tiempo. Se analiza la dispersión y variabilidad de los datos y finalmente se formula un análisis de regresión a partir de un conjunto de variables determinadas de este análisis.

Se corrobora mediante la aplicación de la transformada rápida de Fourier la evolución temporal de la distribución de energías en el espectro de la respuesta de la fruta. El análisis de ondelettes muestra que también es capaz de conseguirlo, y entrega una útil herramienta de análisis en los espectros multirresolución. Se modelan los datos para obtener un índice que se compara con los índices de firmeza de análisis espectral y la firmeza del presionómetro. Los resultados obtenidos mejoran lo realizado mediante el análisis que utiliza transformada de Fourier, a pesar de que los datos muestran bastante variabilidad.