

Análisis comparativo de la velocidad del sonido medida por métodos convencionales: aplicando de ANOVA en cuatro softwares estadísticos.

Comparative analysis of the speed of sound measured by conventional methods: applying ANOVA in four statistical software.

AUTORES

Céleri-Baquerizo Elizabeth Elizabeth

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Ecuador – Guayaquil
elizabeth.celleri@ulvr.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-3608-8027>

Martínez-Solorzano Danae Elizabeth

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Ecuador – Guayaquil
danae.martinez@ulvr.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-6622-1944>

Fausto-Iñiguez Oscar Daniel

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Ecuador – Guayaquil
oscar.fausto@ulvr.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1320-7572>

Como citar:

Céleri-Baquerizo , E. E., Martínez-Solorzano, D. E., & Fausto-Iñiguez, O. D. (2025). Análisis comparativo de la velocidad del sonido medida por métodos convencionales: aplicando de ANOVA en cuatro softwares estadísticos. *Revista Internacional De Investigación Y Desarrollo Global*, 4(1), 1–17.

Fecha de recepción: 2025-01-12

Fecha de aceptación: 2025-02-20

Fecha de publicación: 2025-03-15

Resumen

El artículo tiene como objetivo principal comparar la precisión y eficiencia de diferentes softwares estadísticos al realizar análisis de varianza (ANOVA) para medir la velocidad del sonido. La velocidad del sonido es una propiedad física fundamental que se puede determinar utilizando métodos convencionales, y su correcta medición es crucial en diversas aplicaciones científicas e industriales. Los objetivos específicos son comparar la precisión de los resultados obtenidos mediante ANOVA en cuatro softwares estadísticos. Así para poder evaluar la eficiencia y facilidad de uso de cada software en el análisis de datos. Analizando los resultados obtenidos en la recolección de datos para la medición del sonido. Para proporcionar recomendaciones sobre el uso de estos softwares en investigaciones científicas y aplicaciones industriales. La medición precisa de la velocidad del sonido es esencial en campos como la acústica, la ingeniería y la física. Los métodos convencionales de medición implican técnicas experimentales que generan datos sujetos a variabilidad. Para analizar esta variabilidad y determinar la influencia de diferentes factores experimentales, se utiliza el análisis de varianza (ANOVA), una herramienta estadística que permite evaluar la significancia de las diferencias entre múltiples grupos de datos. Con el avance de la tecnología, numerosos softwares estadísticos han emergido, cada uno con sus propias ventajas. En este estudio, se realiza una comparación detallada de los resultados obtenidos a través de ANOVA utilizando cuatro de los softwares más utilizados en el ámbito académico y profesional. Estos son: Infostat, Spss, R Studio, Phyton. Este análisis comparativo no solo busca proporcionar una visión clara sobre la fiabilidad y eficiencia de estos programas, sino también contribuir al mejoramiento de las prácticas de análisis de datos en la comunidad científica y técnica.

Palabras clave: ANOVA; Softwares; experimentales; acústica; velocidad; sonido; medición.

Abstract

The main objective of this article is to compare the accuracy and efficiency of different statistical software when performing an analysis of variance (ANOVA) to measure the speed of sound. The speed of sound is a fundamental physical property that can be determined using conventional methods, and its correct measurement is crucial in various scientific and industrial applications. The specific objective is to compare the accuracy of the results obtained by ANOVA with those obtained using four statistical software. Thus, to evaluate the efficiency and ease of use of each software in data analysis. To analyze the results obtained in data collection for sound measurement. To provide recommendations on using this software in scientific research and industrial applications. Accurate measurement of the speed of sound is essential in fields such as acoustics, engineering, and physics. Conventional measurement methods involve experimental techniques that generate data subject to variability. To analyze this variability and determine the influence of different experimental factors, analysis of variance (ANOVA) is used, a statistical tool that evaluates the significance of differences between multiple data groups. With the advancement of technology, numerous statistical software have emerged, each with its advantages. In this study, a detailed comparison is made of the results obtained through ANOVA using four of the most widely used software in the academic and professional field. These are: Infostat, Spss, R Studio, Phyton. This comparative analysis seeks to provide a clear insight into the reliability and efficiency of these programs and contribute to improving data analysis practices in the scientific and technical community

Keywords: ANOVA; Software; experimental; acoustics; speed; sound; measurement.

Introducción

La medición de la velocidad del sonido es un experimento clásico en la enseñanza de la física, utilizado tanto para ilustrar principios fundamentales como para practicar técnicas experimentales. Tradicionalmente, este experimento se realiza mediante un protocolo que utiliza cronómetros acústicos y teléfonos inteligentes.

La velocidad del sonido es un tema de gran relevancia en múltiples disciplinas científicas y tecnológicas. Desde la acústica y la ingeniería civil hasta la medicina y la meteorología, la velocidad del sonido juega un papel crucial en la comprensión de fenómenos físicos y en el desarrollo de tecnologías innovadoras. En su forma más básica, la velocidad del sonido se define como la rapidez con la que una onda sonora se propaga a través de un medio material. Esta velocidad depende de diversas propiedades del medio, como su densidad, temperatura, presión y el módulo de elasticidad. Los métodos convencionales para la medición de la velocidad del sonido incluyen una variedad de técnicas experimentales que han sido desarrolladas y perfeccionadas a lo largo de décadas.

Calcular la velocidad del sonido es uno de los experimentos más fáciles de realizar con un smartphone. Para los estudiantes, este cálculo es muy satisfactorio, porque, aunque la onda sonora es un concepto a menudo abstracto, sus numerosas propiedades físicas pueden estudiarse fácilmente con un dispositivo que todo el mundo lleva en el bolsillo.

El sonido se propaga con movimiento uniforme a través de medios elásticos y su velocidad depende de la densidad del medio. A mayor densidad mayor será la velocidad del sonido. Es evidente que las ondas sonoras no tienen forma de propagación en el vacío, sin embargo, hay otras ondas, como las electromagnéticas que sí lo hacen. Es importante tener en cuenta por definición que la longitud de onda es la distancia que recorre una onda en un período de tiempo T , por tanto, las ondas sonoras tienen longitudes de onda de entre 2 cm y 20 m aproximadamente.

La velocidad de propagación de la onda sonora depende de las características del medio en el que se realiza dicha propagación y no de las características de la onda o de la fuerza que la genera. Su propagación en un medio puede servir para estudiar algunas propiedades

de dicho medio de transmisión. En la atmósfera terrestre es de 343.2 m/s (1,235.52 km/h) a 20 °C de temperatura, con 50% de humedad

El método de resonancia, por otro lado, es ampliamente utilizado para medir la velocidad del sonido. Este método se basa en la excitación de vibraciones en un material y la observación de las frecuencias resonantes que se producen. La precisión de este método depende de la calidad de la muestra y de la sensibilidad de los equipos de medición utilizados. Es una técnica muy valorada por su capacidad para proporcionar mediciones precisas de la velocidad del sonido y las propiedades mecánicas de los materiales. El método de tiempo de vuelo es otra técnica convencional que se utiliza para medir la velocidad del sonido en una variedad de medios. Este método implica la generación de una onda sonora y la medición del tiempo que tarda en viajar una distancia conocida. Es un método directo y relativamente simple, pero puede estar sujeto a errores debido a factores como la absorción del sonido y las reflexiones no deseadas.

La comparación de estos métodos experimentales es crucial para determinar cuál es el más adecuado para una aplicación específica y para asegurar la precisión de las mediciones. En este contexto, el análisis de varianza (ANOVA) se presenta como una herramienta estadística esencial para evaluar las diferencias entre los métodos y determinar si las variaciones observadas son estadísticamente significativas. ANOVA permite analizar la variabilidad dentro de los grupos de datos y entre ellos, proporcionando una medida cuantitativa de la influencia de diferentes factores en los resultados obtenidos. Para realizar un análisis exhaustivo y riguroso de los datos obtenidos de estos métodos de medición, este estudio utiliza cuatro softwares estadísticos de amplia aceptación: R Studio, SPSS, Python e InfoStat.

R Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R, disponible para sistemas operativos como Windows, macOS y Linux. Como IDE, RStudio integra varias herramientas esenciales: un editor de texto que permite escribir código en formato de texto plano; un compilador que traduce el código de R a código de máquina, verificando la sintaxis y ejecutando el código; un depurador que identifica errores en el código, detiene el procesamiento y muestra la ubicación y posible causa de los errores; y una interfaz gráfica amigable que facilita la interacción con el software a

través de menús e íconos. Estas características hacen que RStudio sea una opción conveniente y accesible para el desarrollo y depuración de programas en R (RStudio, 2023). SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es otro software ampliamente utilizado en la comunidad científica y académica, conocido por su interfaz intuitiva y facilidad de uso. SPSS es un software popular entre los usuarios de Windows, es utilizado para realizar la captura y análisis de datos para crear tablas y gráficas con data compleja. El SPSS es conocido por su capacidad de gestionar grandes volúmenes de datos y es capaz de llevar a cabo análisis de texto entre otros formatos más. (Milhaud, 2012)

SPSS es particularmente popular en las ciencias sociales, pero también es muy eficaz para el análisis de datos en ciencias naturales e ingeniería. Su capacidad para realizar análisis multivariados y su facilidad de interpretación hacen de SPSS una herramienta valiosa para este estudio. Python es un lenguaje de programación versátil que se ha convertido en una herramienta estándar en la ciencia de datos y el análisis estadístico. Python es útil para escribir código del lado del servidor debido a que ofrece muchas bibliotecas que constan de código preescrito para crear funciones de backend complejas. Los desarrolladores también utilizan un amplio rango de marcos de Python que proporcionan todas las herramientas necesarias para crear aplicaciones web con mayor rapidez y facilidad. Por ejemplo, los desarrolladores pueden crear la aplicación web esqueleto en segundos porque no deben escribirla desde cero. Pueden probarla por medio de las herramientas de prueba del marco, sin depender de herramientas de prueba externas. En este estudio, Python se utiliza para implementar modelos estadísticos y realizar comparaciones detalladas entre los métodos de medición. InfoStat es un software estadístico desarrollado en Argentina, conocido por su accesibilidad y facilidad de uso. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. Una de sus fortalezas es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el análisis estadístico y el manejo de datos. Es ampliamente utilizado en Latinoamérica para análisis estadísticos en diversas disciplinas, incluyendo la agricultura, la biología y las ciencias sociales. La utilización de estos cuatro softwares permite una comparación exhaustiva de los resultados obtenidos y una evaluación detallada de las capacidades y limitaciones de cada uno. Además, el uso de múltiples herramientas estadísticas garantiza una mayor robustez en los resultados y

minimiza el sesgo asociado a la elección de un único software. Este enfoque multimétodo y Multisoftware proporciona una visión integral de las variaciones en las mediciones de la velocidad del sonido y facilita la identificación de factores que pueden influir en los resultados (Simon et al., 2020).

En conclusión, este artículo se propone realizar un análisis comparativo de la velocidad del sonido medida mediante métodos convencionales, utilizando ANOVA para evaluar las diferencias entre los métodos y los softwares estadísticos empleados. Este enfoque no solo contribuirá al mejor entendimiento de las técnicas de medición de la velocidad del sonido, sino que también proporcionará una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en campos relacionados. La comparación de resultados obtenidos con diferentes métodos y herramientas estadísticas permitirá validar y mejorar las técnicas de medición, garantizando la precisión y confiabilidad de las aplicaciones científicas y tecnológicas (Physics, 2022).

Material y métodos

Material

Para este experimento se requirió la asistencia de dos personas y el uso de dos Smartphone que posean la aplicación de cronómetro acústico, la aplicación usada para realizar este proceso se llama Phyphox, aplicación de descarga que se encuentra disponible de forma gratuita en la tienda virtual de Play Store.

Tabla 1.

Recolección de Datos usando el método #01

Caso	Tiempo	Velocidad del sonido obtenida. (m/s)
1	0,001	2400
2	0,001	2400
3	0,001	2400
4	0,002	1200
5	0,002	1200
6	0,003	800
7	0,003	800
8	0,004	600
9	0,003	800
10	0,003	480
11	0,005	480
12	0,005	400
13	0,006	342
14	0,007	342
15	0,007	480
16	0,007	480
17	0,005	400
18	0,005	400
19	0,006	400
20	0,006	342
21	0,007	342
22	0,003	800
23	0,004	600
24	0,007	342
25	0,007	342
26	0,007	342
27	0,007	342
28	0,007	342
29	0,007	342
30	0,006	400

Nota: Presenta los valores obtenidos en la medición de la velocidad del sonido mediante el primer protocolo experimental, donde se registra el tiempo medido y la velocidad calculada en cada caso.

Fuente: Célleri-Baquerizo E. R., Martínez-Solorzano D. E., Fausto-Iñiguez O. D.

Tabla 2.
Recolección de datos usando el método #02

Caso	Tiempo	Velocidad del sonido obtenida (m/s)
1	0,003	610
2	0,004	457
3	0,006	305
4	0,194	9,432
5	0,005	366
6	0,004	457
7	0,004	457
8	0,004	457

9	0,007	261
10	0,007	261
11	0,007	261
12	0,006	305
13	0,003	610
14	0,088	20.7
15	0,006	305
16	0,096	19,06
17	0,016	114
18	0,005	366
19	0,24	7,6
20	0,006	305
21	0,007	261
22	0,006	305
23	0,005	366
24	0,005	366
25	0,005	366
26	0,007	261
27	0,007	261
28	0,007	261
29	0,006	305
30	0,006	305

Nota: Muestra los valores obtenidos con el segundo método experimental, permitiendo comparar las diferencias en las mediciones respecto al método anterior.

Fuente: Célleri-Baquerizo E. R., Martínez-Solorzano D. E., Fausto-Iñiguez O. D.

Métodos

Para la fase de experimentación se seguirán las instrucciones proporcionadas por (Chazot, 2023), que mediante la aplicación Phyphox podemos calcular de manera aproximada la velocidad del sonido. Para el análisis de las aplicaciones se realizó un proceso comparativo, usando los datos del experimento para comparar la precisión de los datos analizados por las diferentes aplicaciones a analizar

Método de experimentación 1.-

Como cualquier cálculo de velocidad, el objetivo aquí es determinar el tiempo que tarda una onda sonora en recorrer una distancia determinada. Como la velocidad del sonido es elevada, la medición del tiempo requiere un equipo específico: un cronómetro acústico. Un cronómetro acústico mide la diferencia de tiempo entre dos sonidos cuyo nivel sonoro supera un determinado umbral. Este dispositivo no se encuentra en una mesa de laboratorio, pero existen muchas aplicaciones para smartphone que ofrecen esta funcionalidad. El protocolo tradicional para medir la velocidad del sonido con un cronómetro acústico es el siguiente: Se separan dos teléfonos inteligentes a cierta

distancia (al menos 5 metros) y se coloca un operador cerca de cada teléfono. Los operadores dan una palmada tras otra. La primera palmada pone en marcha ambos cronómetros y la segunda los detiene. A continuación, los alumnos comprueban que la diferencia de tiempo dt entre los dos cronómetros es $dt = 2*d/c$, siendo d la distancia entre los teléfonos inteligentes y c la velocidad del sonido. Este experimento permite una precisión de entre el 5 y el 10%, y puede mejorarse realizando varias mediciones.

Método de experimentación 2.-

En este segundo protocolo, empezamos sincronizando los cronómetros poniéndolos uno al lado del otro y activamos los cronómetros sonoros dando una palmada. A continuación, desplazamos uno de los dos smartphones una cierta distancia d sin hacer ruido. Un operador situado cerca de este segundo portátil detiene entonces los dos cronómetros dando palmadas. El cálculo del desfase es entonces muy intuitivo para los alumnos porque han puesto inmediatamente en relación la diferencia de distancia que crea el desfase con el desplazamiento de uno de los dos smartphones. La diferencia de tiempo dt es igual a: $dt = d/c$. Este segundo protocolo también permite introducir la noción de sincronización de relojes. Se trata del mismo concepto de sincronización que se utilizó en el famoso experimento de Hafele-Keating en 1971 para demostrar la relatividad. Tenga cuidado de calibrar el nivel de disparo del cronómetro sonoro para que no se dispare al mover uno de los dos smartphones.

Resultados

Análisis de los Resultados

A continuación, se realizará el procesamiento de los datos adquiridos en la experimentación previamente realizada, empleando 4 software estadísticos distintos, con la finalidad de analizar la efectividad de cada aplicación con respecto a un análisis estadístico.

Infosat: Es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. Una de sus fortalezas es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el análisis estadístico y el manejo de datos. Debido al origen universitario, el programa tiene muchas facilidades para la enseñanza de la estadística que no son fáciles de encontrar en otros programas similares (Infostat, 2020).



Tabla 3.
Procesamiento de datos en InfoStat

Datos procesados de la velocidad del sonido (m/s) usando el método #01

	n	suma	Media	D.E.	Min	Max	P05	P95
Velocidad del sonido	30	21340	711,3	620	342	2400	342	1780

Datos procesados del tiempo usando el método #01

	n	suma	Media	D.E.	Min	Max	P05	P95
Tiempo	30	0,144	0,0048	0,002	0,001	0,007	0,001	0,007

Datos procesados de la velocidad del sonido (m/s) usando el método #02

	n	suma	Media	D.E.	Min	Max	P05	P95
Velocidad del sonido	30	9010.79	300.36	153.67	7.6	610	8.61	491.43

Datos procesados del tiempo usando el método #02

	n	suma	Media	D.E.	Min	Max	P05	P95
Tiempo	30	0.772	0.025	0.057	0.003	0.24	0.003	0.1

Nota: Resume los cálculos estadísticos realizados en InfoStat, incluyendo valores de media, desviación estándar y percentiles para las mediciones de la velocidad del sonido y el tiempo registrado en cada experimento.

Fuente: Célleri-Baquerizo E. R., Martínez-Solorzano D. E., Fausto-Iñiguez O. D.

IBM SPSS

SPSS (acrónimo en inglés de Statistical Package for the Social Sciences [Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales]) es un programa estadístico informático que originalmente se usaba únicamente en las investigaciones de las ciencias sociales y en las ciencias aplicadas, y también se aplica ahora (con el nombre IBM SPSS) en el ámbito la de investigación de mercado (mercadotecnia).

Es uno de los programas estadísticos más conocidos teniendo en cuenta su capacidad para trabajar con grandes bases de datos y una sencilla interfaz para la mayoría de los análisis. En la versión 12 de SPSS se podían realizar análisis con dos millones de registros y 250 000 variables (Software IBM SPSS, 2023).



Tabla 4.

Procesamiento de datos en SPSS

Datos procesados del tiempo usando el método #01

	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo	30	0,001	0,007	0,0048	0,002124

Datos procesados de la velocidad del sonido (m/s) usando el método #01

	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Velocidad del sonido	30	342	2400	711,33	620,11

Datos procesados del tiempo usando el método #02

	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo	30	0,003	0,24	0,025	0,056

Datos procesados de la velocidad del sonido (m/s) usando el método #02

	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Velocidad del sonido	30	7,6	610,0	306,56	145,53

Nota: Contiene los resultados obtenidos en SPSS, destacando la estadística descriptiva aplicada a las mediciones y su comparación con los demás softwares.

Fuente: Célleri-Baquerizo E. R., Martínez-Solorzano D. E., Fausto-Iñiguez O. D.

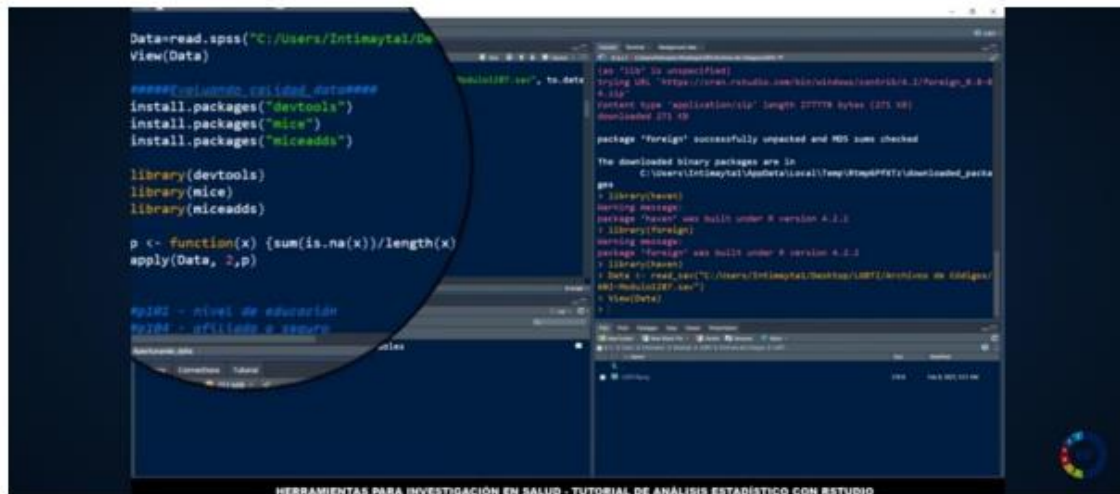
Rstudio

RStudio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos. Incluye una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución de código, así como herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo (Posit support, 2022).

RStudio está disponible para Windows, Mac y Linux o para navegadores conectados a RStudio Server o RStudio Server Pro (Debian / Ubuntu, RedHat / CentOS, y SUSE Linux). RStudio tiene la misión de proporcionar el entorno informático estadístico R. Permite un análisis y desarrollo para que cualquiera pueda analizar los datos con R (Posit support, 2022).

Figura 1.

Procesamiento de datos en R Studio



```
Data=read.spss("C:/Users/Intimaytal/Dw
View(Data)

#####código de código#####
install.packages("devtools")
install.packages("nice")
install.packages("niceadds")

library(devtools)
library(nice)
library(niceadds)

p <- function(x) {sum(is.na(x))/length(x)}
apply(Data, 2,p)

#p102 - nivel de educación
#p104 - afiliado a seguro
```

HERRAMIENTAS PARA INVESTIGACIÓN EN SALUD - TUTORIAL DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON R STUDIO

Nota: Presenta el análisis de los datos de velocidad del sonido y tiempo utilizando R Studio, resaltando sus capacidades para el análisis de ANOVA.

Fuente: Célleri-Baquerizo E. R., Martínez-Solorzano D. E., Fausto-Iñiguez O. D.



Discusión

La comparación de los resultados obtenidos mediante ANOVA en los cuatro softwares estadísticos seleccionados permitió evaluar la precisión, eficiencia y facilidad de uso de cada herramienta en el análisis de la velocidad del sonido medida por métodos convencionales. Se evidenció que R Studio destacó por su flexibilidad y capacidad de manejar grandes volúmenes de datos, aunque requiere conocimientos avanzados en programación (XLSTAT, 2024), mientras que SPSS ofreció una interfaz intuitiva y simplificó la interpretación de los análisis estadísticos, siendo especialmente útil en ciencias sociales y naturales (Software IBM SPSS, 2023). Python, con sus bibliotecas especializadas en análisis de datos, permitió una mayor personalización de los cálculos, aunque su curva de aprendizaje es más pronunciada debido a la necesidad de programación avanzada (Posit support, 2022). Por su parte, InfoStat mostró un equilibrio entre accesibilidad y precisión, siendo una opción destacada para el análisis estadístico en disciplinas como la agronomía y las ciencias biológicas (Simon et al., 2020). A partir de estos hallazgos, se concluye que la selección del software adecuado dependerá de la experiencia del usuario, el contexto de aplicación y la complejidad del análisis requerido, siendo cada herramienta una alternativa válida según las necesidades específicas del investigador.



Conclusiones

La presente investigación permitió realizar un análisis comparativo de la precisión y eficiencia de cuatro softwares estadísticos (R Studio, SPSS, Python e InfoStat) en la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) para la medición de la velocidad del sonido mediante métodos convencionales. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas en la manera en que cada software procesa los datos y en la accesibilidad de sus herramientas para el usuario. R Studio demostró ser altamente flexible y potente en el manejo de grandes volúmenes de información, aunque requiere conocimientos avanzados de programación. SPSS, en cambio, se destacó por su interfaz intuitiva y facilidad de uso, lo que lo hace una opción accesible para investigadores con menos experiencia en codificación. Python ofreció gran versatilidad en la personalización de los análisis, pero su curva de aprendizaje es más pronunciada. Finalmente, InfoStat se presentó como una alternativa equilibrada entre simplicidad y precisión, especialmente útil en contextos académicos y científicos. Con base en estos hallazgos, se concluye que la selección del software más adecuado dependerá de la experiencia del usuario, la naturaleza del análisis y las necesidades específicas de cada estudio. Además, la utilización de herramientas estadísticas adecuadas es fundamental para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados, lo que refuerza la importancia de una correcta elección del software en investigaciones científicas y aplicaciones industriales.

Referencias bibliográficas

- Infostat. (2020). *Infostat - Software estadístico*. <https://www.infostat.com.ar>
- Physics. (2022). *Speed of Sound _ University Physics Volume 1*.
<https://courses.lumenlearning.com/suny-osuniversityphysics/chapter/17-2-speed-of-sound/>
- Posit support. (2022). *Frequently Asked Questions*. <https://support.posit.co/hc/en-us/articles/200486548-Frequently-Asked-Questions>
- RStudio. (2023). *3 Interfaces de R y RStudio _ Empezando a usar R_ Una guía paso a paso*.
<https://www.icesi.edu.co/editorial/empezando-usar-web/PartesR.html>
- Simon, J., Wong, P. H., & Rieder, G. (2020). Algorithmic bias and the value sensitive design approach. *Internet Policy Review*, 9(4), 1–16. <https://doi.org/10.14763/2020.4.1534>
- Software IBM SPSS. (2023). *¿Por qué elegir el software IBM SPSS? Software IBM SPSS Cierre la brecha entre la ciencia de datos y la comprensión de los datos*.
<https://www.ibm.com/es-es/spss>
- XLSTAT. (2024). *ANOVA (ANALISIS DE LA VARIANZA)*.
<https://www.xlstat.com/es/soluciones/funciones/anova-ancova>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés