



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

AURICULARES EMISORES DE RUIDO BLANCO PARA CANINOS

WHITE NOISE EMITTING HEADPHONES FOR CANINES

Antonio Alejandro López Molina
Universidad Politecnica de Chiapas

Francisco Ronaldo Tovar Pérez
Universidad Politecnica de Chiapas

Christian Roberto Ibáñez Nangüelú
Universidad Politecnica de Chiapas

Francisco Javier Nandayapa Vargas
Clinica Veterinaria Nandayapa

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11590

Auriculares emisores de ruido blanco para caninos

Antonio Alejandro López Molina¹
203309@ib.upchiapas.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0009-2308-9857>
Universidad Politécnica de Chiapas
México

Christian Roberto Ibáñez Nangüelú
cribn@ib.upchiapas.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-8304-2892>
Universidad Politécnica de Chiapas
México

Francisco Ronaldo Tovar Pérez
203316@ib.upchiapas.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0009-2893-4722>
Universidad Politécnica de Chiapas
México

Francisco Javier Nandayapa Vargas
cribn@ib.upchiapas.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0004-7049-279X>
Clínica Veterinaria Nandayapa
México

RESUMEN

Los perros cuentan con una audición superior a la humana, esto respecto al espectro de frecuencias que su sistema auditivo les permite percibir, por lo tanto, detectan sonidos que son imperceptibles para el oído humano y reaccionan de diferente manera a ruidos con altas frecuencias. Las personas que poseen perros son conscientes del daño que la exposición a ruidos fuertes provoca en sus mascotas, principalmente el estrés que ruidos como la detonación de fuegos artificiales les provoca. En la búsqueda de un método para contrarrestar los efectos del estrés provocados por ambientes ruidosos, surge la propuesta de emitir ruido blanco. El ruido blanco ha demostrado tener efectos relajantes tanto en humanos como en animales por lo que se presenta la idea de desarrollar un dispositivo capaz de emitir ruido blanco para mantener tranquilos a perros domésticos durante eventos estresantes, el dispositivo consta de un diseño auricular y un control por medio de un servidor web, que permite a los dueños manipular las características del ruido a generar por los auriculares.

Palabras clave: perros, audición, ruido blanco, estrés, auriculares

¹ Autor Principal
Correspondencia: 203309@ib.upchiapas.edu.mx

White noise emitting headphones for canines

ABSTRACT

Dogs have superior hearing compared to humans, extending to a broader range of frequencies that their auditory system can perceive. Consequently, they can detect sounds that are imperceptible to the human ear and react differently to high-frequency noises. People who own dogs are aware of the harm that exposure to loud noises can cause to their pets, particularly the stress induced by sounds like fireworks. In the quest to counteract the effects of stress caused by noisy environments, the proposal to emit white noise emerges. White noise has proven to have relaxing effects on both humans and animals. Therefore, the idea is put forward to develop a device capable to emit white noise to keep domestic dogs calm during stressful events. The device comprises earbud-style design and is controlled through a web server, allowing owners to manipulate the characteristics of the noise generated by the earbuds.

Keywords: dogs, hearing, white noise, stress, earphones

INTRODUCCION

Los perros cuentan con una audición superior, lo que les permite percibir sonidos imperceptibles para el oído humano. Sin embargo, ser expuestos a los ruidos a muy altas frecuencias de manera constante generan un estado de estrés en los perros, el estrés constante, así como en los humanos genera afecciones derivadas en los perros, tales como: pérdida de pelo, comportamiento huidizo, hiperactividad y jadeo constante. Los dueños de perros constantemente buscan métodos para mantener tranquilos a sus perros en situaciones estresantes como las que provocan la cercanía a un ambiente ruidoso.

El miedo al ruido es uno de los problemas de comportamiento más comunes de los perros en el entorno doméstico. Abordar y manejar este miedo plantea muchos desafíos, aunque se sabe poco sobre sus causas fundamentales. Si bien, esta aversión al ruido es una constante en los perros domésticos, es desconocida la causa exacta de este miedo, uno de los posibles orígenes de este temor es el trauma con alguna experiencia previa con el ruido; sin embargo, Más del 50% de los dueños de perros con miedo al ruido (60%) no mencionaron que experimentaron un evento traumático relacionado con ruidos fuertes antes de que se desarrollará el miedo. (Iimura, 2006), la ambigüedad en el origen de este problema destaca aún más la necesidad por una solución para contrarrestar los efectos resultantes del miedo al ruido en los perros domésticos.

El ruido blanco ha demostrado tener efectos relajantes tanto en humanos como en perros, “La excitación cerebral moderada (MBA) postula que los niveles moderados de ruido blanco auditivo externo introducen ruido interno en los sistemas neuronales que permiten que las señales neuronales no detectadas pasen el umbral de detección, lo que conduce a un mejor rendimiento cognitivo” (Awada et al, 2022), es por eso por lo que existen algunos dispositivos que generan ruidos como estos.

En este proyecto se plantea el diseño y desarrollo de “Auriculares Emisores de Ruido Blanco Para Caninos” con el objetivo de ayudar a los perros que conviven en un entorno ruidoso e incómodos para ellos de tal manera que los efectos resultantes de la exposición al entorno sean contrarrestados por este dispositivo.

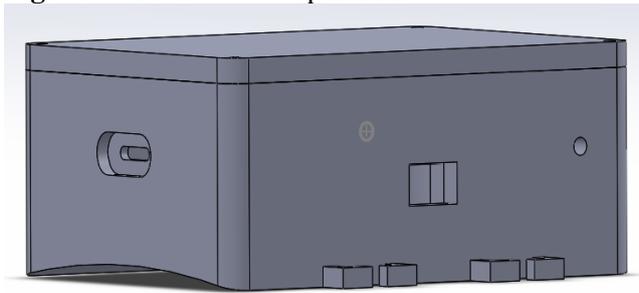
METODOLOGIA

El diseño del dispositivo fue realizado con el software SolidWorks, un programa muy utilizado en ingeniería para modelar y diseñar productos. Mediante este software, se logró desarrollar una carcasa de



dimensiones reducidas que ofrece una protección efectiva a los componentes internos del dispositivo. El diseño de la carcasa es de elaboración propia en el software de diseño asistido SolidWorks, la carcasa consta de dos partes la tapa y la base, tiene una dimensión de 11cm X 8cm X 4.5 cm. En la base de la carcasa se encuentran los orificios necesarios para la colocación del interruptor, la entrada tipo C y la salida de los cables para las bocinas. (véase la Figura 1).

Figura 1: Carcasa del dispositivo



Fuente: Elaboración propia

Además de la carcasa, se incluye un chaleco diseñado para asegurar la comodidad del perro durante su uso, junto con un gorro equipado con auriculares. Estos auriculares no solo proporcionan comodidad al animal, sino que también funcionan como protectores auditivos, reduciendo la exposición a ruidos fuertes mediante la emisión de ruido blanco. El chaleco de sujeción para perros es de tamaño versátil y fue adquirido en la clínica veterinaria del MVZ Javier Nandayapa Vargas, adaptado para sostener la carcasa del dispositivo y permitir que sea utilizado cómodamente por los perros. La adaptación consistió en añadir una cinta de velcro en la parte superior y en la carcasa para sujetarse al chaleco (ver figura 2).

Figura 2: Chaleco ajustable del dispositivo



Fuente: Elaboración propia

Se dispone de un gorro relajante para perros de tamaño mediano, confeccionado en tela y con un diseño llamativo y ergonómico, adquirido externamente a través de la plataforma Amazon. Este gorro ha sido modificado para integrar las bocinas del prototipo en su interior, garantizando que permanezcan sujetas en una posición adecuada y brindando comodidad durante su uso en perros (ver figura 3). Tanto el

chaleco como el gorro auricular están diseñados con características ajustables para adaptarse a diferentes tamaños de perros, especialmente aquellos que pertenecen a razas medianas.

Figura 3: Gorro auricular de tela ajustable



Fuente: Elaboración propia

La generación de ruido blanco a través de las bocinas integradas en el gorro auricular se realiza mediante un sistema basado en un servidor web (ver figura 4). Este servidor web está conectado a una placa Raspberry Pi Pico W que dispone de capacidades de conectividad Wi-Fi. Raspberry Pi Pico es una placa de microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento con interfaces digitales flexibles (Raspberry Pi, s. f.). La página web es generada utilizando las características del dispositivo programable, programada mediante el software Tonny. Se ha desarrollado una página sencilla con botones para enviar instrucciones al dispositivo. La placa Raspberry Pi Pico W está configurada con una dirección IP estática generada por el punto de acceso hotspot al que se conecta el dispositivo, según se especifica en el código del prototipo (ver figura 5). En este sistema, la placa microcontroladora cumple la función de controlador central.

Figura 4: Servidor web controlador del dispositivo



Fuente: Elaboración propia

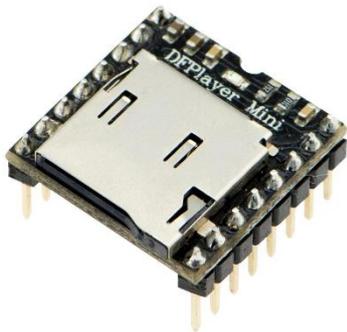
Figura 5: Microcontrolador Raspberry Pi Pico W



Fuente: Elaboración propia

El microcontrolador RP2040 incorporado en esta placa establece una conexión con un módulo reproductor de archivos mp3, concretamente el DF Player Mini. Se trata de un módulo reproductor de audio compacto que permite ser controlado a través de microcontroladores, permite la reproducción de archivos de audio desde una tarjeta SD, soporta archivos MP3 y WAV. Tiene un tamaño reducido y de fácil implementación ideal para proyectos que requieren la reproducción de audios (ver figura 6). Esta conexión se realiza a través de los canales de comunicación UART que garantiza una transmisión confiable de datos entre los dispositivos. (ElectroAllWeb, 2020)

Figura 6: Modulo DF Player Mini reproductor de archivos mp3



Fuente: Elaboración propia

Una vez establecida la comunicación, el DF Player Mini reproduce el ruido blanco. Estos sonidos se amplifican con un amplificador de sonido de dos canales. Es un amplificador de audio de dos canales ideal para el prototipo debido a su eficiencia y tamaño compacto. Con una alta eficiencia energética y audio de buena calidad. Su reducido tamaño permite mantener las pequeñas dimensiones del prototipo sin sacrificar calidad e intensidad de audio (ver figura 7). Según el sitio web "HetPro Store" (s. f.), el amplificador PAM8403 de audio proporciona una señal lo suficientemente potente para ser entregada a las bocinas del gorro auricular, garantizando así una experiencia efectiva de protección auditiva para el perro.

Figura 7: Amplificador de sonido de dos canales



Fuente: Elaboración propia

El prototipo de emisión de ruido blanco se alimenta con una batería de litio de 5V, encargada de suministrar energía al circuito. Esta batería es recargable y se gestiona a través de un módulo especializado en la carga y descarga de baterías de litio, conocido como TP4056. Se trata de un módulo cargador de baterías de litio de una sola celda con protección contra sobrecargas y sobre descargas. (ver figura 8). (Descubre Arduino, s. f.).

Figura 8: Modulo TP4056



Fuente: Elaboración propia

Para la programación de la Raspberry Pi Pico W se empleó el lenguaje de programación Micro Python, realizando un código para establecer el funcionamiento de las características del dispositivo, tales como la reproducción y pausa de audio, y el aumento y disminución de volumen. Los componentes se soldaron a una placa de PCB diseñada con las conexiones necesarias del circuito fue colocada dentro de la carcasa, en ella se fijaron el módulo de carga e interruptor a sus respectivos orificios. Dentro de la carcasa se soldaron las conexiones faltantes de la batería y las bocinas. (ver figura 9).

Figura 9: Circuito completo dentro de la carcasa



Fuentes: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el objetivo de corroborar el funcionamiento del prototipo se llevaron a cabo una serie de pruebas que se clasificaran en dos fases:

- Fase preliminar: Pruebas realizadas con apoyo de códigos en lenguaje Python para verificar las características del audio emitido.
- Fase practica: Pruebas de funcionamiento en perros asistidas por codirector MVT Javier Nandayapa Vargas, y posterior procesamiento de datos obtenidos.

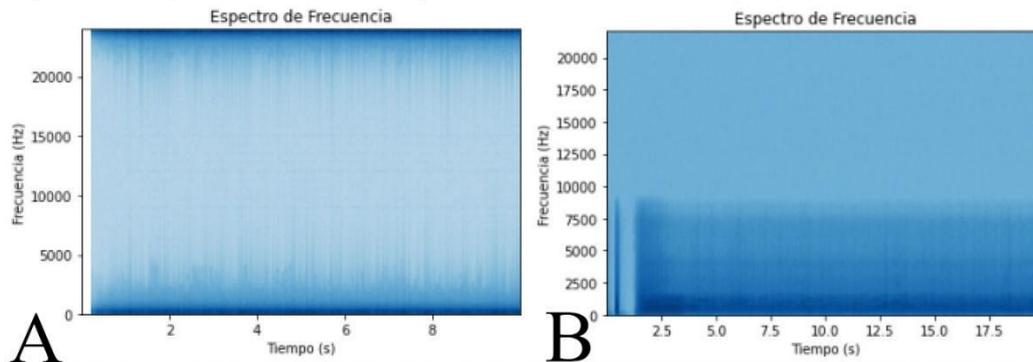
Fase preliminar

Esta fase de pruebas consistió en el uso de códigos realizados en Python, que permitieron observar características específicas del audio emitido por el dispositivo. Los resultados obtenidos a través de estos códigos se compararon con las características comprobadas del ruido blanco y, también del nivel de dB que pueden soportar los perros.

La primera prueba consistió en un código que permite obtener el espectro de frecuencia del archivo mp3 (figura 10(A)), que muestra componentes en todas las frecuencias (Braga, S.F.), confirmando que es ruido blanco. Posteriormente, se obtuvo el espectro del audio emitido por las bocinas del prototipo (figura 10(B)), observando que se conservan las características descritas, aunque con un rango de frecuencia ligeramente menor. Estos espectros de frecuencia del dispositivo fueron generados mediante

un código en Python que emplea librerías específicas para analizar audios. La imagen A representa el espectro del archivo mp3 almacenado en la memoria SD del módulo dfplayer, mientras que la imagen B muestra el espectro del audio emitido a través de las bocinas del dispositivo. Este rango de frecuencias es óptimo ya que no sobrepasa los 35 KHz, lo cual evita causar molestias en la audición de los perros (Wingfield, 2001).

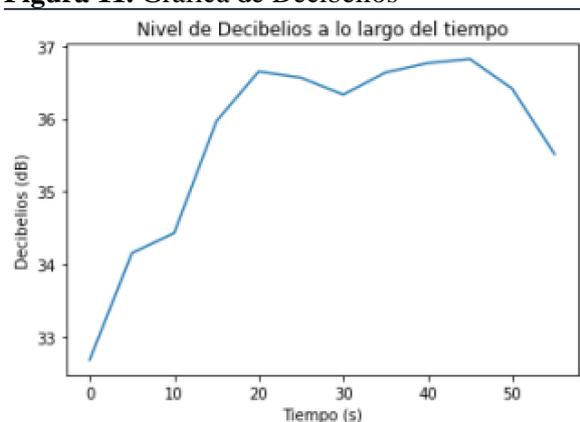
Figura 10. Espectro de frecuencia



Fuentes: Elaboración propia

En la siguiente prueba se grafica el nivel de decibelios emitidos por el prototipo a través de un minuto. Esta grafica es la representación de la medición, mediante procesos matemáticos, de los dB del audio emitido por el dispositivo, mide los dB del audio en un periodo de un minuto. Esta grafica permite visualizar la intensidad con la que el dispositivo emite el ruido blanco y comparar los resultados con los niveles adecuados. (Figura 11). Los perros pueden soportar ruidos de hasta 65 dB (Biologica,2023), por lo que el prototipo no presenta peligro para la audición de los perros.

Figura 11. Grafica de Decibelios



Fuentes: Elaboración propia

Fase Practica

Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento con 10 caninos, los cuales, bajo condiciones controladas, fueron sometidos a tres etapas de adaptación:

- **Etapla previa (antes):** Estimulación de frecuencia cardiaca elevada mediante actividades con los perros
- **Etapla de relajamiento (durante):** Disminución de la frecuencia cardiaca de los perros mediante el dispositivo auricular de ruido blanco
- **Etapla posterior (después):** Evaluación de la frecuencia cardiaca después de un tiempo determinado.

Cada etapa consto de 5 minutos para mejorar la precisión de las mediciones y la retroalimentación de los caninos, los resultados pueden ser visualizador en la tabla 1.

Tabla 1: Resultados de la prueba.

Comportamiento de la frecuencia cardiaca (PPM) de los caninos antes, durante y despues de las pruebas con el dispositivo auricular reproductor de ruido blanco para caninos.

Caninos	Pulsaciones por minuto		
	Antes	Durante	Despues
1	120	108	108
2	108	60	92
3	92	84	144
4	144	54	92
5	102	72	102
6	90	60	108
7	96	84	72
8	84	60	60
9	90	78	60
10	72	48	54

La duracion de cada uno de los periodos de prueba es de 5 minutos.

Durante las diferentes pruebas en la clínica veterinaria, se observaron cambios visuales en las actitudes de algunos perros. A lo largo de la prueba se pudo apreciar una relajación visual en el perro, lo que indicó un correcto funcionamiento del dispositivo previa a la medición del ritmo cardiaco por parte del veterinario. (ver figura 12).

Figura 12: Pruebas físicas con caninos.



Fuentes: Elaboración propia. Veterinaria Nandayapa

En la etapa previa se exponía a los perros al ambiente estresante de la clínica y su ubicación, esta se encuentra en una avenida transitada midiendo el ritmo cardiaco de los perros después de pasar 5 minutos a esta exposición.

Para medir el ritmo cardiaco de los perros se usó un estetoscopio, se contabilizo los latidos del perro durante 10 segundos y multiplicando este resultado por 6, obteniendo los latidos por minuto del perro en ese momento.

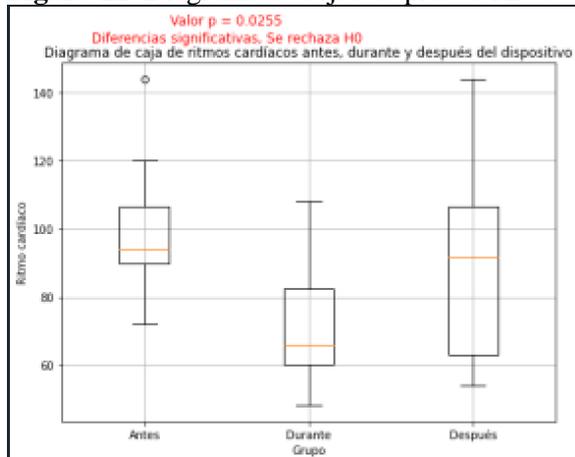
Posteriormente en la etapa de relajamiento, se expuso a los perros al funcionamiento del prototipo durante 5 minutos, observando en algunos casos (Figura 12) relajamiento visible en los perros. Midiendo nuevamente los latidos por minuto y registrándolos en la Tabla 1. Finalizando las pruebas tras hacer una última medida tras ser expuestos al ambiente nuevamente.

Para procesar los resultados obtenidos se realizó una prueba ANOVA, esta prueba es una técnica estadística que se usa para comparar la media de tres grupos y determinar si existen medidas significativas entre si (Ortega, 2023). La prueba ANOVA plantea dos hipótesis, H_0 o nula donde se demuestra que no hay diferencias entre los grupos de datos y H_1 o hipótesis alternativa la cual demuestra la existencia de diferencias entre los grupos de datos.

Para determinar cuál hipótesis se rechaza, la prueba ANOVA compara el valor p con el nivel de significancia usando regularmente 0.05 el cual indica que hay un 5% de riesgo de existir una diferencia. Si el valor p es igual o menor que el nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula, de lo contrario se determina que no existe diferencia entre los grupos de datos (minitab, s. f).

Debido al objetivo del prototipo, era necesario comprobar que existe diferencias significativas entre los grupos de medidas para corroborar el funcionamiento del dispositivo. Con ayuda de un código en lenguaje Python se aplicó la prueba ANOVA y graficando los resultados en la figura 16, Obteniendo un valor de p de 0.0255 rechazando la hipótesis nula.

Figura 12. Diagrama de cajas de prueba ANOVA



Fuente: Elaboración propia

Es necesario comparar las medias entre los grupos de datos (minitab,s.f.) como se observa en la figura 1 se determina que el promedio durante el tiempo que los perros tenían el prototipo en funcionamiento es notablemente menor al resto de tomas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio respaldan firmemente la importancia de la reducción auditiva artificial como medio eficaz para reducir el estrés en perros que viven en entornos ruidosos. En todos los estudios, los cambios significativos en el comportamiento y la actitud indicaron una reducción significativa de la ansiedad del perro. Las pruebas de los auriculares reproductores de ruido blanco han demostrado que los perros se mostraron más dóciles y no exhiben comportamientos relacionados con el estrés.

Además de observar el comportamiento de los perros, las mediciones de la frecuencia cardíaca antes y después de usar el prototipo proporcionaron evidencia cuantitativa de los efectos calmantes del dispositivo emisor de ruido blanco. Las gráficas mostraron que hubo una reducción significativa en la frecuencia cardíaca en los perros que usaban los auriculares, lo que indica una reducción significativa en sus niveles de estrés. Estos hallazgos refuerzan la validez de este método para la protección del bienestar de los perros, sugiriendo que puede ser una solución eficaz y no invasiva para reducir el estrés acústico en los perros.

El uso de ruido blanco no sólo ha demostrado ser eficaz, sino que también es una forma humana y compasiva de mejorar la supervivencia de los perros en entornos ruidosos. Esta técnica puede resultar útil en situaciones como la detonación de fuegos artificiales, tormentas o ruido constante en las ciudades. Para favorecer un cuidado del perro sencillo y saludable, este método puede ser una buena alternativa para contrarrestar el estrés en perros. Los resultados abren nuevas oportunidades para futuras investigaciones y aplicaciones en salud y cuidado animal, permitiendo una mejor comprensión y manejo del bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Awada, M., Becerik-Gerber, B., Lucas, G., & Roll, S. (2022). Cognitive performance, creativity and stress levels of neurotypical young adults under different white noise levels. *Sci Rep*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18862-w>
- Blackwell, E. J., Bradshaw, J. W. S., & Casey, R. A. (2013). Fear responses to noises in domestic dogs: Prevalence, risk factors and co-occurrence with other fear related behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 145(1–2), 15–25. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2012.12.004>
- Iimura, K. (2006). The nature of noise fear in domestic dogs.
- Riemer, S. (2020). Effectiveness of treatments for firework fears in dogs. *Journal of Veterinary Behavior*, 37, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.04.005>
- Schneider, D. C., Foss, K. D., De Risio, L., Hague, D. W., Mitek, A. E., & McMichael, M. (2019). Noise-Induced Hearing Loss in 3 Working Dogs. *Top Companion Anim Med*, 37, 100362. <https://doi.org/10.1016/J.TCAM.2019.100362>
- Frequency Hearing Ranges in Dogs and Other Species*. (s. f.). <https://www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html>
- Braga, N. C. (s. f.). *Generador de ruido blanco (INS057S)*. INCB. <https://www.incb.com.mx/index.php/banco-de-circuitos/1957-generador-de-ruido-blanco-ins057s>
- Wingfield, W. (2001). *Veterinary Emergency Medicine Secrets*.
- Besteiros, M. (2019, 21 febrero). Constantes vitales de un perro. *expertoanimal.com*. <https://www.expertoanimal.com/constantes-vitales-de-un->



Interpretar los resultados clave para la ANOVA de un solo factor - Minitab. (s. f.). (C) Minitab, LLC.

All Rights Reserved. 2023. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/how-to/one-way-anova/interpret-the-results/key-results/>

Biologica, R. B., & Biologica, R. B. (2023, 29 octubre). *Cuantos decibelios: El ladrido de un perro.*

RevistaBoletinBiologica.com.ar. <https://revistaboletinbiologica.com.ar/cuantos-decibelios-tiene-el-ladrido-de-un-perro/>

Ortega, C. (2023, 26 octubre). *Anova: Qué es y cómo hacer un análisis de la varianza.* QuestionPro.

<https://www.questionpro.com/blog/es/anova/#:~:text=La%20prueba%20ANOVA%20o%20an%C3%A1lisis,o%20aceptar%20la%20hip%C3%B3tesis%20alternativa>

Raspberry Pi. (s. f.). *Raspberry Pi Pico.* Recuperado de

<https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/raspberry-pi-pico.html#raspberry-pi-pico-w>

ElectroAllWeb. (2020, 22 de julio). *Módulo DFPlayer Mini: Reproductor MP3 - Tutorial Completo.*

Recuperado de

<https://www.electroallweb.com/index.php/2020/07/22/modulo-dfplayer-mini-reproductor-mp3-tutorial-completo/>

Descubre Arduino. (s. f.). *TP4056: Todo lo que necesitas saber.* Recuperado de

<https://descubrearduino.com/tp4056/>

HetPro Store. (s. f.). *Amplificador PAM8403 de audio.* Recuperado de

<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/amplificador-pam8403/>

