



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



CORRESPONDENCIA ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS  
ESPECTRALES DEL SONIDO DEL DISPOSITIVO DE  
ADIESTRAMIENTO *CLICKER* Y LA SENSIBILIDAD  
AUDITIVA DEL PERRO

**ISABEL ANDREA ROJAS HARNISCH**

Memoria para optar al Título Profesional de  
Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Biológicas y  
Animales

PROFESOR GUÍA: RIGOBERTO SOLIS MUÑOZ

SANTIAGO, CHILE  
2012



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**CORRESPONDENCIA ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS  
ESPECTRALES DEL SONIDO DEL DISPOSITIVO DE  
ADIESTRAMIENTO *CLICKER* Y LA SENSIBILIDAD  
AUDITIVA DEL PERRO**

**ISABEL ANDREA ROJAS HARNISCH**

Memoria para optar al Título Profesional de  
Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Biológicas  
Animales

NOTA FINAL: .....

|   | NOTA  | FIRMA |
|---|-------|-------|
| PROFESOR GUÍA: RIGOBERTO SOLIS MUÑOZ        | ..... | ..... |
| PROFESOR CONSEJERO: VICTOR PARRAGUEZ GAMBOA | ..... | ..... |
| PROFESOR CONSEJERO: ALICIA VALDÉS OLGUÍN    | ..... | ..... |

**SANTIAGO, CHILE**  
2012

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los profesores Mario Penna y Nelson Velásquez que contribuyeron a que esta memoria de título se llevara a cabo. Y en especial al Doctor Rigoberto Solís, por su paciencia y pasión que demuestra en todo lo que hace. Gracias a él, no perderé el entusiasmo de aprender.

Muchas gracias a mi querida amiga Ana María Rosas que fue mi gran compañera y se convirtió en mi apoyo a lo largo de la carrera. No hubiese sido lo mismo sin ella. Y a mis dos *Amigales* que lograron renacer en mí la motivación que alguna vez perdí.

Gracias a mis dos hermanos Fernando e Iván que me inspiraron, motivaron y enseñaron que los sueños si se cumplen.

Y finalmente gracias a mis padres por estar presentes en cada etapa de mi vida e inculcar el amor y respeto a la naturaleza, en especial a los animales. Y gracias, en especial, por apoyar incondicionalmente la decisión que tuve de convertirme en Médico Veterinaria a mis siete años de edad.

## ÍNDICE

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Resumen.....                       | 1  |
| Abstract.....                      | 2  |
| Introducción.....                  | 3  |
| Revisión Bibliográfica.....        | 4  |
| Objetivos, Material y Métodos..... | 12 |
| Resultados.....                    | 17 |
| Discusión.....                     | 30 |
| Conclusión.....                    | 33 |
| Bibliografía.....                  | 34 |
| Anexo.....                         | 37 |

## RESUMEN

El origen del perro se remonta a 15.000 años atrás, a partir del lobo y se le reconoce como el primer animal domesticado. En este proceso adquirió un conjunto de habilidades socio-cognitivas, que le permite comunicarse con los seres humanos en una forma única, respondiendo con éxito a varias señales generadas por el hombre. Esto, ha permitido desarrollar varias técnicas de adiestramiento para corregir conductas indeseadas en las mascotas, como también lograr otras que sí son deseadas.

Existen diversos tipos de adiestramiento, siendo uno de los más comunes el que utiliza el dispositivo denominado *clicker*. Este dispositivo constituye una herramienta ampliamente usada como refuerzo positivo, que orienta e indica al perro cuando está haciendo lo deseado por el entrenador. Sin embargo, a pesar de su frecuente y difundido uso, no se ha realizado ningún estudio referente a las características acústicas de su sonido y su correspondencia con la sensibilidad auditiva del perro.

El objetivo de este estudio fue caracterizar acústicamente, en términos temporales y espectrales, el sonido del *clicker* y determinar su correspondencia con la sensibilidad auditiva del perro. Para esto se analizaron seis *clickers* comerciales, determinándose que el sonido emitido por estos dispositivos está compuesto por dos pulsos, que alcanzan una frecuencia máxima de 21941 Hz y que presentan una variación espectral no mayor a un 0,5% entre ellos. Desde el punto de vista temporal, se encontraron diferencias significativas en la duración del primer y segundo pulso, tanto entre *clickers* como entre los pulsos de cada *clicker*. Con respecto a la intensidad del sonido producido por los *clickers*, registrado a 50 cm frente a cada dispositivo, el valor más alto medido fue 75,8 dB y las intensidades entre los *clickers*, alcanzaron una variación solo del 5,3%.

En términos generales, los seis *clickers* estudiados producen un sonido similar, a pesar de los diferentes fabricantes y modelos analizados. Además, no se revelaron diferencias significativas entre las opciones de pulsación que ofrecen estos dispositivos. En función de los resultados obtenidos, se discuten algunos aspectos tendientes a aumentar la efectividad del uso del *clicker*.

## ABSTRACT

The origins of the dog are found in the wolf 15,000 years ago, and today it is considered the first animal to be domesticated. During this process, the dogs acquired a set of social and cognitive abilities, which allows them to communicate with humans in a unique way, successfully responding to various man-generated signs and signals. This has favored the development of several training techniques destined to prevent undesired pet behavior, as well as to encourage the one desired.

Several training techniques exist, and one of the most common involves the use of a *clicker*. This device is a widely used tool in positive reinforcement, technique destined to guide and indicate the dog when its behavior matches the one desired by the trainer. However its frequent and widespread use, no studies have been made regarding the acoustic properties of its sound and how it relates with the dog's hearing sensitivity.

The goal of this study was to elaborate an acoustic profile of the sound made by the clickers, in terms of time and spectrum, and to determine how it relates to the dog's hearing sensitivity. In order to achieve this, six commercial *clickers* were analyzed, identifying their sound as two different pulsations reaching a maximum frequency of 21,914 Hz and presenting a spectral oscillation no higher than 0.5% between devices. In terms of time, significant differences were found in the duration of the first and second pulse, both between devices and between the pulsation of each device. In terms of the sound intensity reached by the clickers, at a distance of 50 cm from each device, the highest value measured was 75.8 dB and there was slight intensity variation between devices at 5.3%.

In general terms, the six *clickers* studied produced similar sound, regardless of being different models from different manufacturers. In addition, no significant distinctions were noticed between the clicking options offered by each device.

According to the results obtained, we'll discuss some aspects that could increase the effectiveness of the *clicker*.

## INTRODUCCIÓN

Se considera que el perro fue el primer animal domesticado. Desde entonces, hace ya 15.000 años atrás, se ha desarrollado una especial cercanía y comunicación con el ser humano, en la cual este animal puede discriminar una gran variedad de señales visuales, olfativas y acústicas.

El proceso de domesticación no solo ha logrado posicionar al perro como mascota, sino que también como un importante protagonista en diversas tareas y como una herramienta de servicio social y policial, como por ejemplo: perros de asistencia y terapia, de rescate y detección de drogas, explosivos y enfermedades.

El gran impacto que ha tenido la incorporación del perro en la sociedad, a nivel mundial, ha generado el desarrollo de diversas técnicas de adiestramiento, con la finalidad de lograr una adecuada educación y óptimo desempeño en cada una de las tareas asignadas.

Una de las técnicas de adiestramiento más difundidas y aplicadas es el adiestramiento con refuerzo positivo, que utiliza el dispositivo denominado *clicker*. Este dispositivo, de nombre onomatopéyico, que imita el sonido que produce al activarlo, tiene como objetivo relacionar las conductas que el perro realiza correctamente, en relación a un objetivo o tarea de aprendizaje.

El adiestramiento y el uso del *clicker*, basado en el condicionamiento operante, tiene sustento científico. Sin embargo, a pesar de ser ampliamente usado para diversos objetivos de adiestramiento, no se ha realizado ningún estudio referente a las características acústicas del sonido que emite este dispositivo, ni tampoco sobre su correspondencia con la sensibilidad auditiva del perro.

Esta Memoria de Título tiene como objetivo caracterizar espectralmente el sonido del *clicker* y correlacionarlo con la sensibilidad que tiene el perro a las distintas frecuencias que conforman su espectro auditivo.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### **Antecedentes generales: origen del perro, domesticación y su relación con el hombre**

Al comenzar cualquier investigación científica sobre la especie animal *Canis familiaris*, más conocida como el perro doméstico, es necesario conocer algunos datos básicos de gran importancia referente a su origen, evolución y domesticación.

El origen del perro doméstico, a partir del lobo (*Canis lupus*), está bien establecido mediante evidencia morfológica, conductual y genética. Así por ejemplo, un análisis de secuencias de ADN mitocondrial que se realizó a 654 perros provenientes de Europa, Asia, África, la Antártica y a 38 lobos de Eurasia, sustenta la existencia de al menos cinco líneas de origen y se sugiere una sexta, todas aproximadamente equidistantes de un ancestro común de lobos y perros (Savolainen *et al.*, 2002). El perro presenta una variación genética más grande en el Este de Asia que en otras regiones y el patrón de variación filogeográfico sugiere a esta área geográfica como el lugar de origen del perro doméstico, hace 15.000 años atrás. Sin embargo, el inicio de la domesticación no fue un evento aislado, sino una práctica común en la población humana de ese entonces. Adicionalmente, a través del mundo se han encontrado restos arqueológicos provenientes del mesolítico, que indican que el perro sería el primer animal domesticado (Savolainen *et al.*, 2002).

Por otra parte, investigaciones recientes indican que durante el proceso de domesticación los perros han adquirido un conjunto de habilidades socio-cognitivas, que les permiten comunicarse con los seres humanos en una forma única, que los diferencia del resto de las especies como por ejemplo primates y lobos, incluso cuando esta última especie es criada por humanos. Estas habilidades permitirían que los perros fueran capaces de utilizar estas señales sociales y así predecir de mejor forma el comportamiento humano que su pariente más cercano, el lobo (Hare *et al.*, 2002). Sin embargo, su introducción en nuestra sociedad también ha generado problemas conductuales en el perro, que han determinado frecuentemente su abandono, envío a refugios, perreras ó sometimiento a eutanasia. La prevención de conductas “no deseadas” o “problemáticas” no solo es importante desde la perspectiva del dueño de una mascota, sino que también porque muchos problemas del comportamiento están asociados con un aumento en los niveles de ansiedad que afectan la salud y bienestar del animal. En este contexto, es ampliamente aceptado que el desarrollo del

comportamiento en cualquier especie animal está influenciado por factores genéticos y ambientales. A pesar de que claramente el factor genético es el que predispone a cada perro a desarrollar un particular fenotipo conductual, los factores ambientales también tienen un gran efecto (Blackwell *et al.*, 2008).

Los perros domésticos muestran una serie de habilidades conductuales que les permiten comunicarse con el ser humano, en al menos un nivel básico y de esta forma resuelven distintos tipos de problemas. Incluso son capaces de ignorar ciertas señales y así no comunicarse, cuando éstas ya no tienen un significado positivo para el animal. Por ejemplo, si el perro dirige la mirada hacia un ser humano, en un contexto específico y éste no permite que el perro tenga acceso a un estímulo importante, como comida, entonces probablemente el perro deje de emitir esa señal comunicativa (Bentosela *et al.*, 2008). Por el contrario, para comunicarse son capaces de asociar sutiles gestos faciales dados por sus dueños y relacionarlos con resultados positivos o negativos (Blackwell *et al.*, 2008). A esto se puede agregar que existen estudios que demuestran que los perros responden con éxito a varias señales o distintos comportamientos expresados por el ser humano. Entre estos se encuentra la señalización humana mediante: postura corporal, dirección de la mirada y tocar o señalar lugares (Hare y Tomasello, 2005). Además, pueden resolver situaciones que involucran este tipo de señales desde su primer intento, en forma innata (Bentosela *et al.*, 2008). Más aún, los perros son capaces de generar representaciones visuales de sus amos, a partir de la exposición previa al sonido de sus voces (Adachi *et al.*, 2007) e incluso imitar las acciones motoras que estos realizan. Este último fenómeno es conocido como “imitación automática” y consiste en que el perro observa la acción que realiza una persona en un cierto contexto y la imita, ejecutando el mismo movimiento corporal (Range *et al.*, 2011).

Por último, se menciona que la capacidad de los perros para comprender las señales comunicativas de los seres humanos es independiente de su historia individual. Evidencia de ello es el hecho de que cachorros muy jóvenes, que tienen poca experiencia con los seres humanos, son capaces de utilizar estas señales comunicativas. Sin embargo, esta evidencia no necesariamente implica que la capacidad de comunicación es independiente del aprendizaje (Bentosela *et al.*, 2008). En referencia a esto último, se ha reportado que los perros son capaces de realizar un gran número de discriminaciones basadas en las señales verbales u olfativas dadas por el ser humano y la velocidad con la que aprenden estas discriminaciones, mejora con entrenamiento previo (Blackwell *et al.*, 2010).

## **Aprendizaje y Adiestramiento**

La capacidad comunicacional que existe entre el perro y el humano, ha permitido desarrollar diversas técnicas de adiestramiento para corregir conductas indeseadas en las mascotas. Entre los comportamientos indeseados que han sido reportados, los 10 más comunes son: 1) saltar sobre los dueños, 2) colocar las patas sobre los dueños para llamar su atención (aparte de saltar), 3) excitarse con las visitas, 4) tirar de la correa, 5) seguir al dueño por toda la casa, 6) respuesta de miedo al ruido, 7) ladrar o aullar mientras el dueño está en la casa, 8) presentar una conducta de ansiedad mientras el dueño no se encuentra en casa, 9) agresividad a otros perros mientras se saca a pasear y 10) no responder a su llamado al salir a pasear. Sin embargo, no todos estos comportamientos son considerados “problemáticos” por los dueños, incluso el más común, que es buscar la atención del propietario, con frecuencia es tolerado por los mismos e incluso alentado. Estas conductas podrían ser corregidas, ya que diversos estudios han reportado una reducción en la prevalencia de problemas de comportamiento en perros que recibieron un entrenamiento formal de obediencia o cualquier otro tipo de adiestramiento (Blackwell *et al.*, 2008).

En relación a la eficiencia del adiestramiento, se han detectado significativamente menos problemas de comportamiento en perros que solo han sido entrenados con recompensa o premios (refuerzos), en comparación a perros que han sido adiestrados usando alguna forma de castigo, o una combinación de ambos. El entrenamiento con el uso de técnicas basadas en el castigo, se asocian con un alto número de conductas indeseadas (Blackwell *et al.*, 2008).

Existen diversos tipos de adiestramiento con objetivos y funciones de gran utilidad. Entre éstos se encuentra la obediencia básica y avanzada, habilidades o trucos, perros de asistencia y terapia, rescate, detección de explosivos, drogas y últimamente, de enfermedades como el cáncer de vejiga, pulmón, mama, próstata, ovario y melanoma, utilizando su sentido olfatorio (Moser y McCulloch, 2010). Además, de entrenamiento para ciertos deportes y competencias de gran difusión en el mundo, como el “agility”, “dog frisbee” y el “dog dancing”. Sin embargo, a pesar de la rica y variada historia del adiestramiento canino, la mayoría de los estudios recientes sobre el aprendizaje de los perros, se han centrado en sus habilidades cognitivas y en su particular y especial capacidad para aprender de la observación del comportamiento humano, así como imitando a otros perros. No obstante, las técnicas o tareas de

entrenamiento sencillas como el moldeado y el entrenamiento con *clicker* han sido menos investigadas (Blackwell *et al.*, 2010).

El *clicker* es el nombre onomatopéyico que recibe una cajita que contiene una lámina de metal, que al apretarse produce el sonido “click” (Pryor, 1996) y constituye una herramienta ampliamente usada como refuerzo positivo, que orienta e indica al perro cuando está haciendo lo correcto. La base de este tipo de aprendizaje es el condicionamiento operante o instrumental. Este tipo de aprendizaje asociativo fue perfeccionado y desarrollado por B.F. Skinner, quien se convirtió en el promotor de la psicología experimental, hoy en día con influencias conductistas muy marcadas (Mariscal, 2009).

El condicionamiento operante o instrumental se basa en que la conducta es el instrumento para obtener lo deseado y, según Mariscal (2009), “para evitar lo indeseado” por el entrenador. Su principal objetivo es establecer una relación entre las consecuencias de las respuestas o conductas del perro y un determinado objetivo de aprendizaje, mediante el uso de un refuerzo, que puede ser positivo o negativo (Bentosela *et al.*, 2008).

El refuerzo, es aquel estímulo o evento que aumenta la probabilidad de que una conducta recurra y se mantenga. El refuerzo positivo, es aquel que aumenta la probabilidad de ocurrencia de una respuesta (conducta) que tiene consecuencias positivas. En cambio, el refuerzo negativo aumenta la probabilidad de ocurrencia de una respuesta que evita una consecuencia desagradable para el animal (Mariscal, 2009). En este contexto es necesario señalar que los refuerzos primarios, es decir, aquellos que satisfacen las necesidades fisiológicas básicas de un animal (por ejemplo, comida o agua) son inherentemente reforzantes por sí mismos (Langbein *et al.*, 2007). En cambio, los refuerzos secundarios (por ejemplo, un sonido o un pulso de luz) inicialmente no tienen sentido alguno para el animal, considerándose como estímulos neutros. Estos adquieren su poder reforzante solo después de ir asociado con un reforzador primario (Mariscal, 2009) tras varias repeticiones sucesivas, de acuerdo a las bases del condicionamiento Pavloviano. Es por esto que los refuerzos secundarios son comúnmente llamados refuerzos condicionados y estos son ampliamente aceptados para apoyar el aprendizaje operante en animales. Es importante mencionar que el tiempo que transcurre entre la presentación del refuerzo secundario y primario debe ser el menor posible (Langbein *et al.*, 2007).

El funcionamiento del *clicker* se puede describir de la siguiente manera: el perro realiza la conducta deseada y el entrenador presiona inmediatamente el *clicker*, el cual emite un sonido distintivo que corresponde a un doble “click”. Este sonido actúa como una señal de marcaje, es decir, le sirve al animal para que distinga un comportamiento particular que haya realizado y también como un estímulo puente, que media la brecha temporal entre el comportamiento y el refuerzo primario, indicando que ya viene este refuerzo. Por lo tanto, generalmente emitido el sonido, se entrega inmediatamente el refuerzo primario (Smith y Davis, 2008).

Posteriormente, luego de haber logrado la estabilización de una conducta, ya sea por aplicación de refuerzo positivo o negativo, si cesa la aplicación de éstos en el tiempo, disminuye la probabilidad de ocurrencia de esa conducta, hasta desaparecer. Este proceso es conocido como “extinción” (Bentosela *et al.*, 2008). Durante la fase de extinción existen dos aspectos importantes. En primer lugar, cuando la respuesta no sigue siendo reforzada decrece. Sin embargo, en este periodo de tiempo, sin entrenamiento, se observa una recuperación parcial de la conducta. Este fenómeno es llamado “recuperación espontánea”. Y en segundo lugar, tras retirar la recompensa se produce una reacción agresiva. Esto se conoce como “falta de recompensa frustrante”. Por otra parte, si el comportamiento no produce consecuencias positivas, es probable que esta conducta decrezca en el tiempo. Este fenómeno es conocido como “omisión” (Bentosela *et al.*, 2008).

Las últimas tendencias del adiestramiento señalan los beneficios del uso de refuerzos condicionados como el *clicker* para conseguir los mejores resultados. El beneficio principal de estos refuerzos, es que mejoran notablemente el tiempo que transcurre entre una conducta deseada y la aparición del refuerzo. La frecuencia o “timing” óptimo corresponde al menor tiempo posible, ya que así se indica al perro en forma oportuna cual es el comportamiento que deseamos de él (Mariscal, 2009). Un gran número de estudios, realizados con una serie de animales de laboratorio, han demostrado que el uso de refuerzos secundarios acelera la adquisición de tareas o habilidades de condicionamiento operante y prolonga el tiempo de extinción de una tarea aprendida (Langbein *et al.*, 2007).

### **Sensibilidad auditiva del perro**

En los animales domésticos, las señales acústicas desempeñan una importante función en la comunicación entre sujetos de la misma especie. Estas

funciones incluyen el mantenimiento del contacto entre padres y crías, la comunicación sexual, alerta de peligro y la amenaza de adversarios, así como la definición y defensa del territorio. Los perros, como otras especies gregarias de la familia *Canidae*, emplean una amplia variedad de sonidos con propósitos sociales, incluidos el saludo, la actividad de juego, el establecimiento de jerarquías o simplemente el mantenimiento del contacto social a grandes distancias, como se observa con el ladrido grupal de los perros domésticos y el aullido de los lobos (Swenson y Reece, 1999).

A pesar de que el aparato auditivo no es idéntico en todas las especies domésticas, las estructuras básicas y las modalidades de funcionamiento comparten un patrón común. El oído en todos los animales domésticos convierte con eficiencia las señales acústicas del ambiente en impulsos nerviosos que se transmiten al sistema nervioso central (Swenson y Reece, 1999).

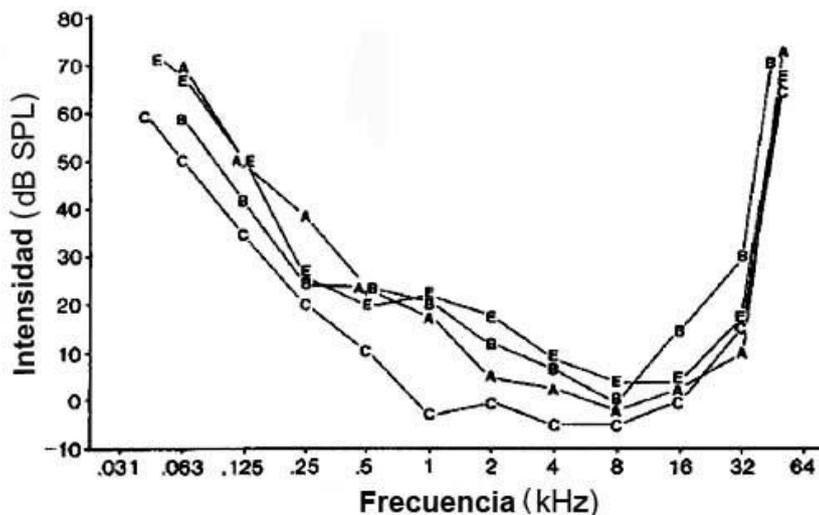
Los intervalos de frecuencias de sonido capaces de detectarse varían entre las especies. Los humanos detectan sonidos en el intervalo de 64 a 23.000 Hz (Strain, 2003), aunque la sensibilidad es reducida en los dos extremos de este intervalo. Algunos animales perciben frecuencias mucho mayores que 20.000 Hz, denominándose en tal caso ultrasonido. En particular, para los perros se ha establecido que detectan valores máximos de frecuencia cercanos al doble de la que son capaces de percibir los humanos. Por ejemplo, el silbato silencioso para perros emite frecuencias demasiado altas para ser escuchadas por los humanos, pero por debajo de la frecuencia límite superior de los perros. En términos de sensibilidad, es decir, la menor intensidad perceptible de una frecuencia específica, los perros y los humanos prácticamente coinciden en frecuencias bajas, pero los perros presentan una notable mayor sensibilidad en el rango de altas frecuencias (Swenson y Reece, 1999).

| <b>Especie</b> | <b>Intervalo Audible (Hz)</b> |
|----------------|-------------------------------|
| Humano         | 64 – 23,000                   |
| Perro          | 67 – 45,000                   |
| Gato           | 45 – 64,000                   |
| Caballo        | 55 – 33,500                   |
| Vaca           | 23 – 35,000                   |

**Tabla 1.** Intervalo de audición efectiva de varias especies animales.

*Fuente: Extractado y Modificado de Strain, 2003*

En la audición, el límite de detección de la alta frecuencia está relacionado con la distancia entre las dos orejas (distancia interaural), dividido por la velocidad del sonido en el medio ecológico que ocupan las especies. Por lo tanto, se considera que individuos con cabezas pequeñas y orejas pequeñas, pueden estar mejor capacitados para escuchar frecuencias altas que individuos de mayor tamaño (Heffner, 1983).



**Figura 1.** En el gráfico se presentan cuatro audiogramas, que representan la diversidad de tamaños corporales que comprende la especie *Canis familiaris* (A, Chihuahua; B, Dachshund; C, Poodle; E, San Bernardo). Cada punto de las curvas representa la intensidad umbral para cada frecuencia. *Fuente: Extractado y modificado de Heffner, 1983.*

Sin embargo, como muestra la figura 1, los perros, independientemente de su tamaño, presentan una mayor sensibilidad auditiva en el intervalo de 4 – 16 KHz, con una máxima instantánea (o *peak*) de sensibilidad en 8 KHz. Además, parece ser que la habilidad individual de cada perro de escuchar las frecuencias altas es relativamente uniforme y no varía con la distancia interaural, ni con el tamaño de la membrana timpánica (Heffner, 1983).

Según el estudio de Heffner (1983), existe una pequeña variación en los audiogramas de cada perro y esta variación no estaría relacionada con el tamaño del animal, la distancia interaural o el área de su tímpano, que sí son válidas para otras especies.

De lo anteriormente discutido se deduce que el sonido del *clicker* debiera tener una efectividad similar, independientemente del tamaño corporal del perro. No obstante, el conocimiento de las características espectrales del sonido del *clicker*

podría eventualmente sintonizarse a aquellas frecuencias en que los perros presentan una mayor sensibilidad auditiva. Sin embargo, a pesar del frecuente y difundido uso del *clicker* como herramienta de adiestramiento, no se ha realizado ningún estudio referente a las características acústicas del sonido que emite este dispositivo y su correspondencia con la sensibilidad auditiva del perro. Tal vez, esto es consecuencia de la escasa información que existe sobre la fisiología auditiva del perro, constituyendo el trabajo de Heffner (1983) el único que ha considerado este tema a la fecha.

## OBJETIVO GENERAL

Caracterizar acústicamente, el sonido del dispositivo de adiestramiento *clicker* y relacionarlo con la sensibilidad auditiva del perro.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables temporales y composición espectral del sonido producido por el *clicker*.
- Relacionar las frecuencias contenidas en el sonido del *clicker*, con la correspondiente sensibilidad para esas frecuencias descritas en el perro.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Instrumentos

En una cámara anecoica (Laboratorio de Neuroetología, Facultad de Medicina de la Universidad de Chile), se registró el sonido de seis modelos de *clickers* comerciales, de uso común. Las diferencias entre los distintos *clickers* utilizados radica principalmente en: i) la forma del dispositivo (diseño), ii) las distintas formas de presionar la lámina de metal que se encuentra en el interior, utilizando solo la punta del dedo pulgar (posición punta) o presionando completamente la yema del mismo dedo (posición yema) ó a través de un botón (figura 2) y iii) las diferentes alternativas de sonido que ofrece cada dispositivo (opciones de tono e intensidad: de una opción ó alta y baja).

De cada *clicker* fueron analizados once pulsaciones, considerando las distintas modalidades de posición que cada uno presenta (posición del dedo: yema, punta y botón), opciones de sonido (uno o dos tonos) e intensidad (alta y baja). Ver tabla 2. En la figura 3 se muestran las fotografías de los *clickers* utilizados en el estudio.

### Posición Yema



### Posición Punta



**Figura 2.** Posiciones del dedo pulgar al presionar la lámina de metal del *clicker*.

| Nº de Clicker | Posición   | Alternativas de sonido  | Características físicas   | Total de pulsaciones |
|---------------|------------|---|---|----------------------|
| 1             | yema/punta | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tono: simple</li> <li>- Intensidad: alta/baja</li> </ul> | Lámina de metal<br>Con modalidad de Intensidad<br>Estado: Nuevo | 44                   |
| 2             | botón      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tono: doble</li> <li>- Intensidad: alta/baja</li> </ul>  | Con doble Botón (uno por cada lado)<br>Estado: Nuevo            | 22                   |
| 3             | yema/punta | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tono: simple</li> <li>- Intensidad: única</li> </ul>     | Lámina de metal<br>Estado: Nuevo (Igual al <i>clicker</i> 6)    | 22                   |
| 4             | yema/punta | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tono: simple</li> <li>- Intensidad: única</li> </ul>     | Lámina de metal<br>Estado: Uso de 1 año                         | 22                   |
| 5             | yema/punta | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tono: simple</li> <li>- Intensidad: única</li> </ul>     | Lámina de metal negra<br>Estado: Usado                          | 22                   |
| 6             | botón      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tono: simple</li> <li>- Intensidad: única</li> </ul>     | botón amarillo<br>Posee 4 orificios al frente<br>Estado: Usado  | 11                   |

**Tabla 2.** Identificación de los *clickers* utilizados en el estudio y características de cada uno de ellos con respecto a su modalidad de activación (posición del pulgar: yema/punta), opciones de intensidad de sonido (alta; baja), características físicas (presión en: lámina de metal/botón; estado: usado/nuevo) y el total de pulsaciones efectuadas para cada *clicker*, en la cámara anecoica, para su posterior análisis.

Clicker 1 y 3 de izquierda a derecha respectivamente



Clicker 2



Clicker 4,6 y 5 de izquierda a derecha respectivamente



**Figura 3.** Fotos correspondientes a los *clickers* comerciales utilizados en el estudio.

Luego de ser presionado el botón o la lámina de metal del *clicker*, el sonido emitido fue captado con un micrófono unidireccional AKG modelo C480B (Viena, Austria) y registrado en una grabadora digital TASCAM modelo DR-100 (Tokio, Japón). A la misma distancia entre el micrófono y el *clicker* (50 cm.) también se

posicionó el micrófono de un sonómetro EXTECH modelo 407780 (Taiwán, República de China) para medir la intensidad o nivel de presión sonido (SPL: *sound pressure level*) emitido por el *clicker*.

### **Protocolo de registro acústico**

Al inicio de la sesión de grabación se registró la temperatura en el interior de la cámara y se calibró el sonómetro con un calibrador de sonido (EXTECH 407766). Realizado este procedimiento, se ubicó el operador del *clicker*, con su mano extendida, frente al micrófono y se inició una serie consecutiva de al menos 15 activaciones (de las cuales solo se analizaron once), por cada uno de los modelos de este dispositivo. El operador intentó ejercer similar presión cada vez que accionó el dispositivo, para evitar al máximo la variación en la intensidad producida.

El registro de cada *clicker* fue almacenado en un archivo en formato WAV, para posteriormente ser analizado con los programas de análisis acústicos Adobe Audition 3.0 y Raven 1.3.

### **Análisis de los registros acústicos**

Con los programas acústicos se confeccionaron oscilogramas (variaciones de amplitud en el tiempo) y sonogramas (frecuencia v/s tiempo), para los sonidos característicos de cada *clicker*. También se identificaron en el sonograma la frecuencia dominante, frecuencia fundamental y las frecuencias armónicas (ver figura 5) y se analizó y determinó las siguientes variables temporales y espectrales de los sonidos registrados:

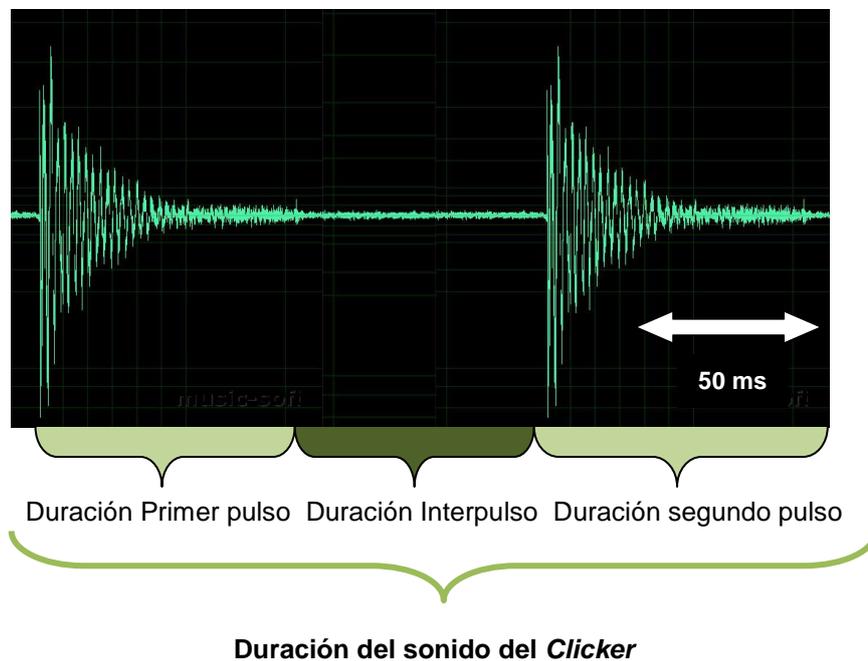
- Temporales: Duración del sonido del *clicker*, número de pulsos que componen este sonido, duración de cada pulso y duración interpulso (ver figura 4).
- Espectrales: rango de frecuencia, potencia máxima, frecuencia máxima instantánea, potencia máxima instantánea, potencia promedio, frecuencia central y energía. La definición de cada una de estas variables se encuentra en el Anexo 1.

Debido a que los datos no se distribuyeron normalmente (Prueba de Kolmogórov - Smirnov;  $p < 0,05$ ) las comparaciones entre *clickers* se realizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y entre pulsos de cada *clicker* se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas (Siegel, 1979).

Finalmente, se compararon los valores de frecuencia característicos, determinados para cada uno de los *clickers* con las correspondientes sensibilidades para esas frecuencias, reportadas en la literatura para los perros (Ej.: Heffner, 1983).

## RESULTADOS

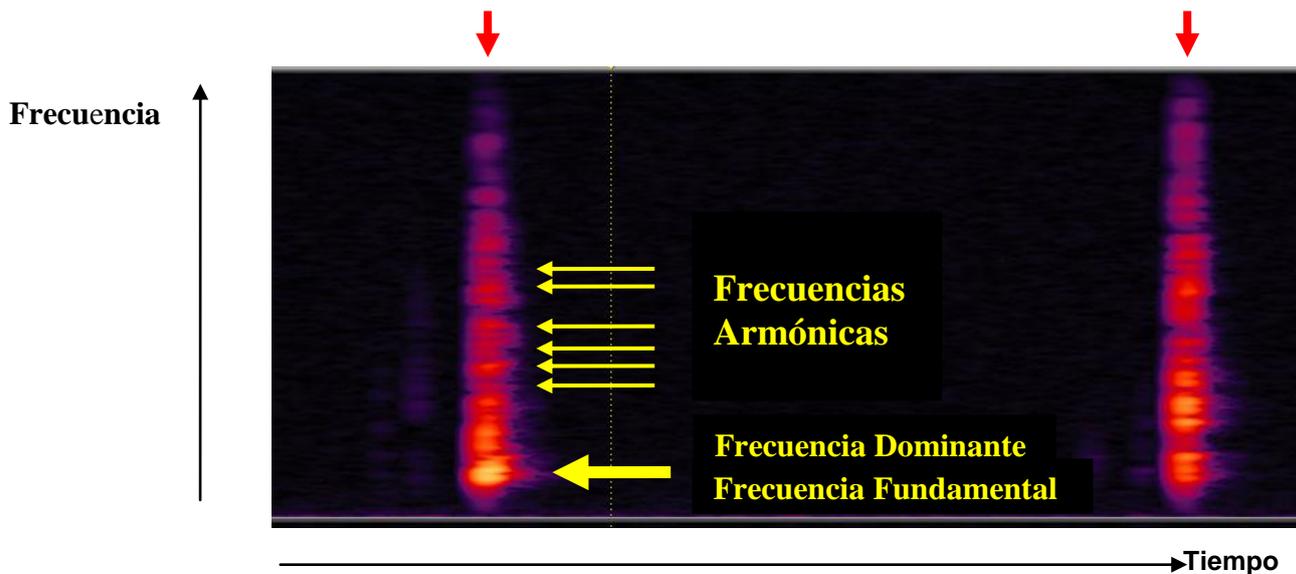
Se analizó un total de 143 sonidos emitidos y registrados de los seis dispositivos. En términos generales el sonido de los *clickers* está constituido por 2 pulsos, conformado por múltiples armónicas de bajo contenido energético (ver figura 5).



**Figura 4.** Oscilograma del sonido producido por una activación del *clicker*.

**Primer pulso**

**Segundo pulso**



**Figura 5.** Sonograma de los dos pulsos que contiene el sonido del *clicker* e identificación en el primero de ellos de la dominante, fundamental y armónicas. En la figura se observa que la energía se concentra en la frecuencia fundamental coincidiendo en este caso, con la frecuencia dominante.

### **Características temporales e intensidad del sonido de los *clickers***

En base a mediciones realizadas en los oscilogramas de los respectivos *clickers*, se determinaron sus características temporales. En la tabla 3 se observa que el *clicker* que presentó una mayor duración de sonido fue el N° 1, con 276,5 ms, en la opción de intensidad alta que ofrece este *clicker* y presionando la lámina de metal con la punta del dedo pulgar. En tanto que la menor duración total del sonido fue 201,8 ms y la produjo el *clicker* número 5, presionando con la punta del dedo pulgar.

La mayor y menor duración encontrada para el primer pulso también la produjo el *clicker* N° 1 con valores de 17,2 (con la opción de intensidad alta y presionando con la punta del dedo pulgar) y 4,5 ms (intensidad alta, pero presionándolo con la yema del dedo pulgar), respectivamente. Por su parte, el segundo pulso presentó la mayor duración en el *clicker* N° 2, con un valor de 14,7 ms (intensidad alta presionando el botón), en tanto que, el menor valor fue de 3,7 ms, generado por el *clicker* N° 1, con intensidad alta y presionando con la yema del dedo pulgar.

Con respecto a la duración interpulso, la mayor duración alcanzada correspondió a 245,8 ms la cual fue generada por el *clicker* N° 1, posición punta con

una intensidad alta, mientras que la menor duración fue de 185,5 ms producida por el *clicker* N° 5 presionando con la punta del dedo pulgar.

En relación a los valores de intensidad, medidos a 50 cm. de distancia desde los dispositivos, el mayor valor fue de 75,8 dB y se obtuvo presionando el *clicker* N° 3 con la yema del dedo pulgar. El menor valor de intensidad fue de 65,3 dB, presionando el *clicker* N° 1 con la yema del dedo pulgar y con la opción de intensidad alta.

Mediante un análisis de varianza no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis) se determinaron diferencias significativas entre los *clickers* para las siguientes variables: duración total del sonido del *clicker* ( $H = 84,978$ ;  $p < 0,05$ ), duración del primer pulso ( $H = 114,651$ ;  $p < 0,05$ ), duración del segundo pulso ( $H = 120,470$ ;  $p < 0,05$ ) y la duración interpulso ( $H = 74,909$ ;  $p < 0,05$ ). Además, al comparar las duraciones del primer y segundo pulso de cada *clicker*, mediante la prueba Wilcoxon para muestras relacionadas, también se determinó que la duración de ambos pulsos fue significativamente distinto ( $Z = 2,718$ ;  $p < 0,05$ ) a excepción del *clicker* N°1, posición punta con intensidad baja ( $Z = 1,423$ ;  $p > 0,05$ ) *clicker* N° 3 posición punta ( $Z = 0,809$ ;  $p > 0,05$ ) y el *clicker* N° 4 en posición yema ( $Z = 1,274$ ;  $p > 0,05$ ) y posición punta ( $Z = 0,018$ ;  $p > 0,05$ ).

| Características del <i>Clicker</i>                          | Resultados | Dur. del sonido (ms) | Dur. 1º pulso (ms) | Dur. 2º pulso (ms) | Dur. Interpulso (ms) | Intensidad (dB SPL) |
|---|------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| <b>C:1; T: simple</b><br><b>I: alta</b><br><b>P: yema</b>   | Promedio   | 243,5                | 4,5                | 3,7                | 235,2                | 65,3                |
|   | D.E.       | 52,3                 | 2,1                | 0,7                | 49,5                 | 1,1                 |
|   | C.V.       | 21,5                 | 46,7               | 19,0               | 21,0                 | 1,6                 |
| <b>C:1; T: simple</b><br><b>I: alta</b><br><b>P: punta</b>  | Promedio   | 276,5                | 17,2               | 13,5               | 245,8                | 68,8                |
|   | D.E.       | 5,7                  | 1,4                | 0,7                | 4,9                  | 0,1                 |
|   | C.V.       | 2,0                  | 8,2                | 5,3                | 2,0                  | 0,1                 |
| <b>C:1; T: simple</b><br><b>I: baja</b><br><b>P: yema</b>   | Promedio   | 256,2                | 16,4               | 12,1               | 227,7                | 70,1                |
|   | D.E.       | 3,5                  | 7,1                | 0,7                | 11,3                 | 2,1                 |
|   | C.V.       | 1,4                  | 43,2               | 5,8                | 5,0                  | 2,9                 |
| <b>C:1; T: simple</b><br><b>I: baja</b><br><b>P: punta</b>  | Promedio   | 240,5                | 13,2               | 12,1               | 215,2                | 69,7                |
|   | D.E.       | 33,9                 | 2,8                | 0,0                | 36,8                 | 1,2                 |
|   | C.V.       | 14,1                 | 21,5               | 0,0                | 17,1                 | 1,7                 |
| <b>C:2; T: doble</b><br><b>I: alta</b><br><b>P: botón</b>   | Promedio   | 233,6                | 9,8                | 14,7               | 209,1                | 72,9                |
|   | D.E.       | 16,3                 | 0,0                | 1,4                | 17,7                 | 2,7                 |
|   | C.V.       | 7,0                  | 0,0                | 9,6                | 8,5                  | 3,7                 |
| <b>C:2; T: doble</b><br><b>I: baja</b><br><b>P: botón</b>   | Promedio   | 245,7                | 10,8               | 14,0               | 220,9                | 66,0                |
|   | D.E.       | 22,6                 | 0,0                | 3,5                | 19,1                 | 1,3                 |
|   | C.V.       | 9,2                  | 0,0                | 25,3               | 8,6                  | 2,0                 |
| <b>C:3; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: yema</b>  | Promedio   | 214,4                | 9,4                | 10,5               | 194,5                | 75,8                |
|   | D.E.       | 32,5                 | 0,7                | 0,7                | 33,9                 | 4,1                 |
|   | C.V.       | 15,2                 | 7,6                | 6,7                | 17,5                 | 5,4                 |
| <b>C:3; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: punta</b> | Promedio   | 223,8                | 9,8                | 9,5                | 204,5                | 73,0                |
|   | D.E.       | 29,0                 | 0,0                | 1,4                | 27,6                 | 1,0                 |
|   | C.V.       | 13,0                 | 0,0                | 14,8               | 13,5                 | 1,4                 |
| <b>C:5; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: yema</b>  | Promedio   | 232,4                | 10,1               | 9,0                | 213,3                | 73,4                |
|   | D.E.       | 21,2                 | 1,4                | 2,8                | 22,6                 | 1,6                 |
|   | C.V.       | 9,1                  | 14,0               | 31,4               | 10,6                 | 2,1                 |
| <b>C:5; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: punta</b> | Promedio   | 201,8                | 8,4                | 8,0                | 185,5                | 72,9                |
|   | D.E.       | 6,4                  | 1,4                | 0,0                | 7,8                  | 0,2                 |
|   | C.V.       | 3,2                  | 16,9               | 0,0                | 4,2                  | 0,3                 |
| <b>C:6; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: yema</b>  | Promedio   | 206,4                | 9,1                | 7,1                | 190,2                | 75,5                |
|   | D.E.       | 4,2                  | 1,4                | 0,0                | 2,8                  | 1,2                 |
|   | C.V.       | 2,1                  | 15,6               | 0,0                | 1,5                  | 1,6                 |
| <b>C:6; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: punta</b> | Promedio   | 211,5                | 8,5                | 7,5                | 195,5                | 72,7                |
|   | D.E.       | 5,7                  | 1,4                | 0,7                | 6,4                  | 1,1                 |
|   | C.V.       | 2,7                  | 16,5               | 9,5                | 3,3                  | 1,6                 |
| <b>C:8; T: simple</b><br><b>I: única</b><br><b>P: botón</b> | Promedio   | 240,9                | 11,5               | 7,9                | 221,5                | 70,3                |
|   | D.E.       | 2,8                  | 0,7                | 0,0                | 2,1                  | 3,5                 |
|   | C.V.       | 1,2                  | 6,2                | 0,0                | 1,0                  | 4,9                 |

**Tabla 3.** Características temporales de cada *clicker* analizado. **C:** *Clicker*; **T:** *Opciones de sonido*; **I:** *Intensidad*; **P:** *Posición*; **D.E.:** *Desviación Estándar*; **C.V.:** *Coeficiente de variación*. **Dur.:** *Duración*.

### Características espectrales de los *clickers*

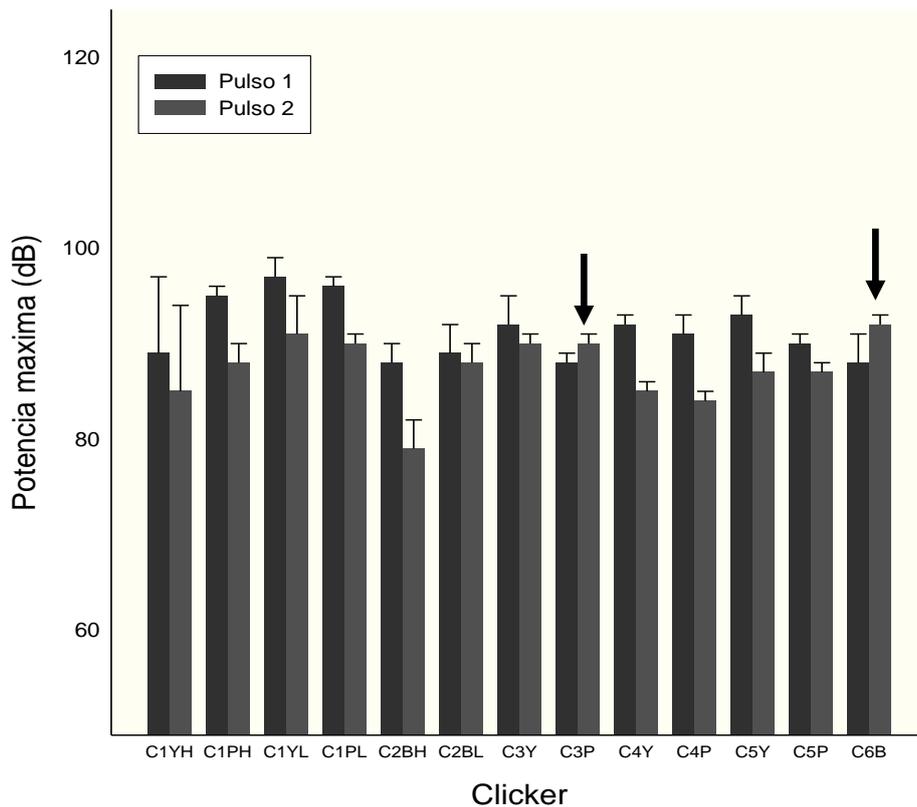
En general, se pudo determinar que las frecuencias asociadas al sonido de los *clickers*, considerando el primer y segundo pulso, fluctuaron desde unos pocos Hz hasta una frecuencia máxima observada de 21941 Hz (ver tabla 4), presentando una variación entre los *clickers* que no superó el 0,5%.

| Frecuencia máxima Pulso 1 (Hz) | Frecuencia máxima Pulso 2 (Hz) |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 21840                          | 21921                          |
| 21940                          | 21892                          |
| 21727                          | 21778                          |
| 21786                          | 21879                          |
| 21906                          | 21890                          |
| 21887                          | 21902                          |
| 21876                          | 21907                          |
| 21904                          | 21855                          |
| 21921                          | 21582                          |
| 21868                          | 21736                          |
| 21909                          | 21815                          |
| <b>21941</b>                   | 21894                          |
| 21871                          | 21904                          |

**Tabla 4.** Frecuencias máximas correspondientes al primer y segundo pulso de cada *clicker*.

En relación a la potencia máxima (figura 6), los valores fueron bastante homogéneos y fluctuaron entre 84 y 97 dB. Los valores más altos se presentaron en el primer pulso, con excepción del *clicker* N° 3 (punta; C3P) y *clicker* N° 6 (botón; C6B), donde la máxima potencia fue de 97 dB y se encontró en el primer pulso del *clicker* N° 1, posición yema y baja intensidad (C1YL). Mientras que la más baja fue de 79 dB correspondiente al segundo pulso del *clicker* N°2, posición botón con intensidad alta (C2BH). En general, el primer pulso obtuvo mayores valores que el segundo, a excepción del *clicker* N° 3, posición punta (C3P) y *clicker* N° 6, opción botón (C6B).

Un análisis de varianza no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), reveló diferencias significativas para potencia máxima entre los *clickers* analizados, tanto para el primer pulso ( $H = 43,618$ ;  $p < 0,01$ ) como para el segundo ( $H = 42,552$ ;  $p < 0,01$ ).

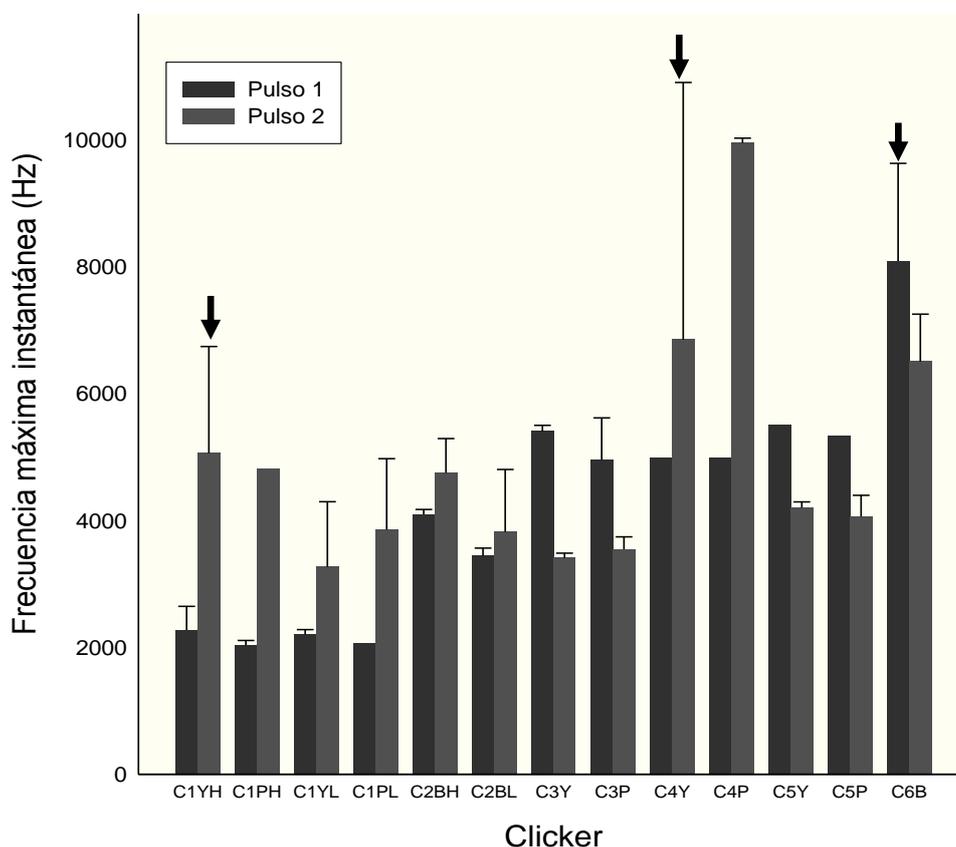


**Figura 6.** En el gráfico se presenta la potencia máxima para cada *clicker*, con sus distintas posiciones y modalidades. El sonido fue captado por un micrófono a 50 cm. de distancia. Las flechas indican los *clickers* en los cuales la potencia máxima del segundo pulso fue mayor que el primero. En el eje de las abscisas las abreviaturas corresponden a lo siguiente: **Cn** = número de *clicker*, **Y**= posición yema; **P**= posición punta; **B**= posición botón; **H**= intensidad alta; **L**= intensidad baja.

Los valores de frecuencia máxima instantánea (figura 7) fueron heterogéneos entre *clicker* y dentro los pulsos de cada *clicker*. Además, existió una mayor variabilidad, especialmente en el segundo pulso del *clicker* N° 1 (yema e intensidad alta; C1YH) y *clicker* N° 4 (yema; C4Y) y en el primer pulso del *clicker* N° 6 (botón; C6B). También, se observó que el segundo pulso, en la mayoría de los casos, tuvo mayores valores en comparación al primer pulso con las siguientes excepciones: *clicker* N°s 3, 5 y 6, en todas sus opciones. El valor más alto se encontró en el segundo pulso del *clicker* N° 4 (punta; C4P) con 9957 Hz. Mientras que el menor valor correspondió a 2033 Hz encontrado en el primer pulso del *clicker* N° 1 (punta con intensidad alta; C1PH). Se observó nula variabilidad en los siguientes *clickers*: segundo pulso del *clicker* N° 1 (punta y alta; C1PH), primer pulso del *clicker* N° 1 (punta, baja; C1PL), primer pulso *clicker* N° 4 (yema; C4Y), primer pulso *clicker* N° 4

(punta; C4P), primer pulso *clicker* N° 5 (yema; C5Y) y primer pulso del *clicker* N° 5 (punta; C5P).

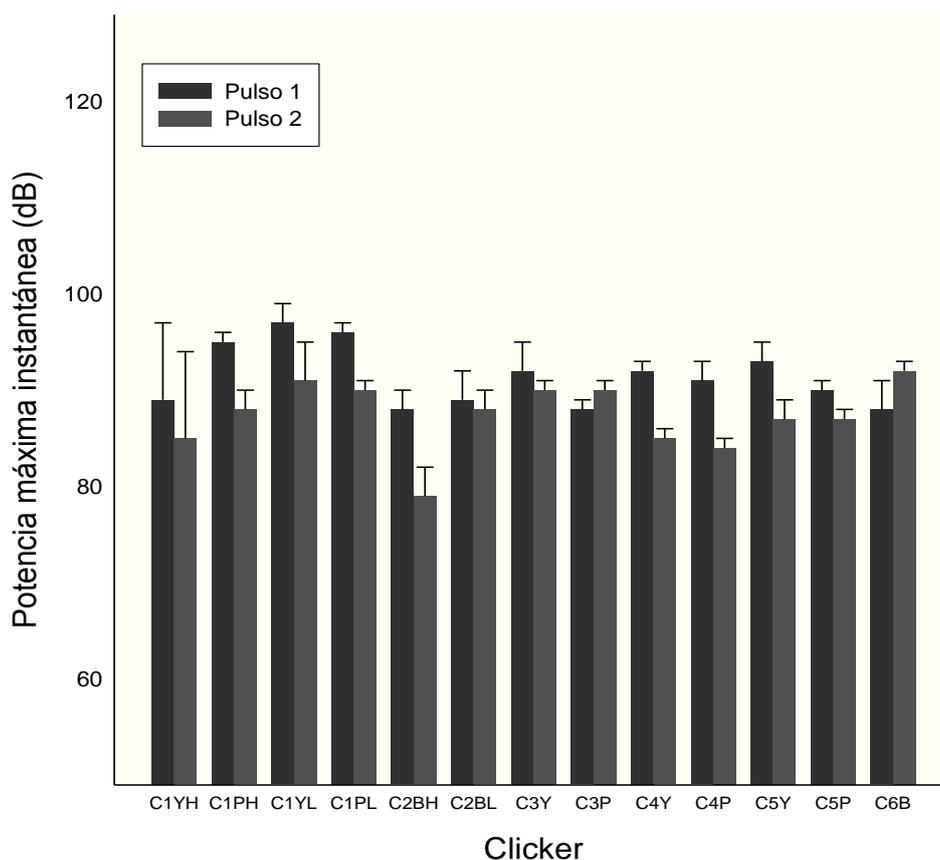
Existieron diferencias significativas para el primer (H= 61,510;  $p < 0,01$ ) y segundo pulso (H= 40,347;  $p < 0,01$ ).



**Figura 7.** En el gráfico se presenta la frecuencia máxima instantánea para cada *clicker*, con sus distintas posiciones y modalidades. El sonido fue captado por un micrófono a 50 cm. de distancia. Las flechas indican los *clickers* con mayor variabilidad. En el eje de las abscisas, las abreviaturas corresponden a lo siguiente: **Cn**= número de *clicker*; **Y**= posición yema; **P**= posición punta; **B**= posición botón; **H**= intensidad alta; **L**= intensidad baja.

En relación a los datos obtenidos del potencia máxima instantánea (figura 8), se pudo observar que los valores fueron homogéneos, fluctuando entre 79 y 97 dB, pero existió una mayor variabilidad en el *clicker* N° 1 (yema; intensidad alta; C1YH) a diferencia del resto de los *clickers*. El valor más alto correspondió al *clicker* N° 1, primer pulso (yema; intensidad baja; C1YL), mientras que el valor más bajo fue el emitido por el *clicker* N° 2, botón con intensidad alta (C2BH), correspondiente al segundo pulso.

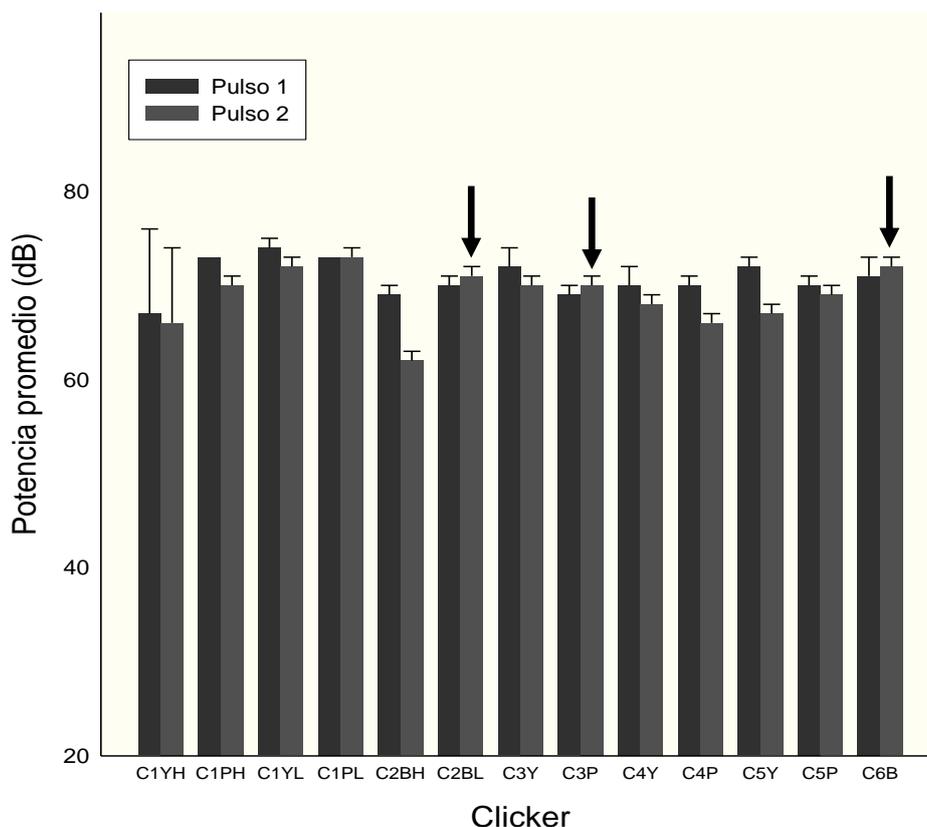
Los valores obtenidos para el primer y segundo pulso tuvieron diferencias significativas ( $H= 43,618$ ;  $p < 0,01$ ) y ( $H= 42,552$ ;  $p < 0,01$ ) respectivamente.



**Figura 8.** En el gráfico se presenta la potencia máxima instantánea para cada *clicker*, con sus distintas posiciones y modalidades. El sonido fue captado por un micrófono a 50cm de distancia. En el eje de las abscisas las abreviaturas corresponden a lo siguiente: **Cn**= número de *clicker*; **Y**= posición yema; **P**= posición punta; **B**= posición botón; **H**= intensidad alta; **L**= intensidad baja

Con respecto a la variable potencia promedio (figura 9), se observaron valores homogéneos entre y dentro de pulsos de cada *clicker*, alcanzando valores desde 62 hasta 74 dB, donde el menor valor fue obtenido por el segundo pulso del *clicker* N° 2 botón (intensidad alta; C2BH) y el mayor valor fue alcanzado por *clicker* N° 1 (yema; intensidad baja; C1YL). También se percibió que el *clicker* N° 1 (yema; intensidad alta; C1YH) presentó una mayor variabilidad en ambos pulsos y generalmente, el primer pulso alcanza un valor más alto que el segundo, a excepción del *clicker* N° 1 (punta, baja; C1PL), ambos pulsos con los mismos valores, y los *clicker* N° 2 (botón; baja; C2BL), *clicker* N° 3 (punta; C3P) y *clicker* N° 6 (botón; C6B). Se presentó nula variabilidad en el primer pulso del *clicker* N° 1 (punta, alta; C1PH).

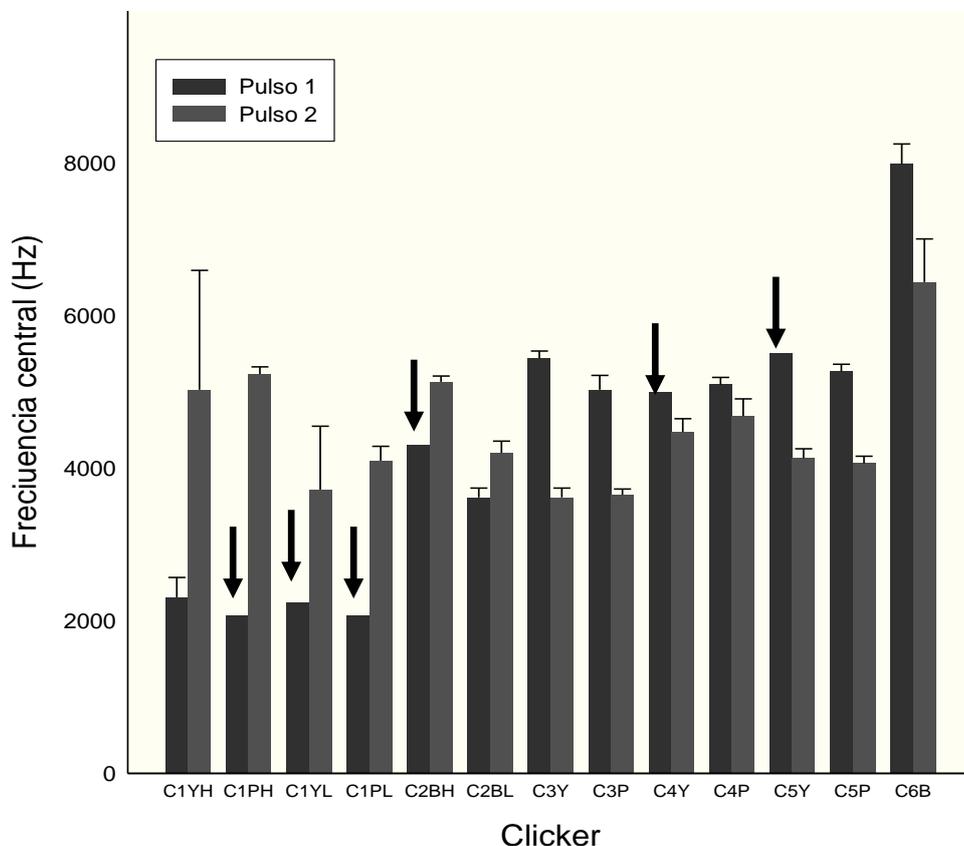
Los valores de potencia promedio para el primer pulso difirieron significativamente entre *clickers* ( $H= 34,660$ ;  $p < 0,01$ ). Algo similar se observó al comparar el segundo pulso ( $H= 46,988$ ;  $p < 0,01$ ).



**Figura 9.** En el gráfico se presenta la potencia promedio para cada *clicker*, en sus distintas posiciones y modalidades. El sonido fue captado por un micrófono a 50 cm. de distancia. Las flechas indican los mayores valores de potencia media obtenidos por el segundo pulso para cada *clicker*. En el eje de las abscisas las abreviaturas corresponden a lo siguiente: **Cn**= número de *clicker*; **Y**= posición yema; **P**= posición punta; **B**= posición botón; **H**= intensidad alta; **L**= intensidad baja

Con respecto a los datos de frecuencia central (Hz) (figura 10), se observó que los valores fueron más heterogéneos entre los *clickers* y dentro de cada *clicker* (entre pulsos) fluctuando entre 2.067 obtenido en el *clicker* N° 1 punta (alta y baja; C1PA y C1PB) y 7.993 Hz dado por el *clicker* N° 6, botón (C6B). Se presentó una mayor variabilidad en el *clicker* N° 1 (yema; alta; C1YH) y nula variabilidad en los primeros pulsos de los siguientes *clicker* N° 1 (punta, alta y baja; C1PH y C1PL), *clicker* N° 1 yema, baja (C1YL), *clicker* N° 2 (botón, alta; C2BH), *clicker* N° 4 yema (C4Y) y *clicker* N° 5 yema (C5Y).

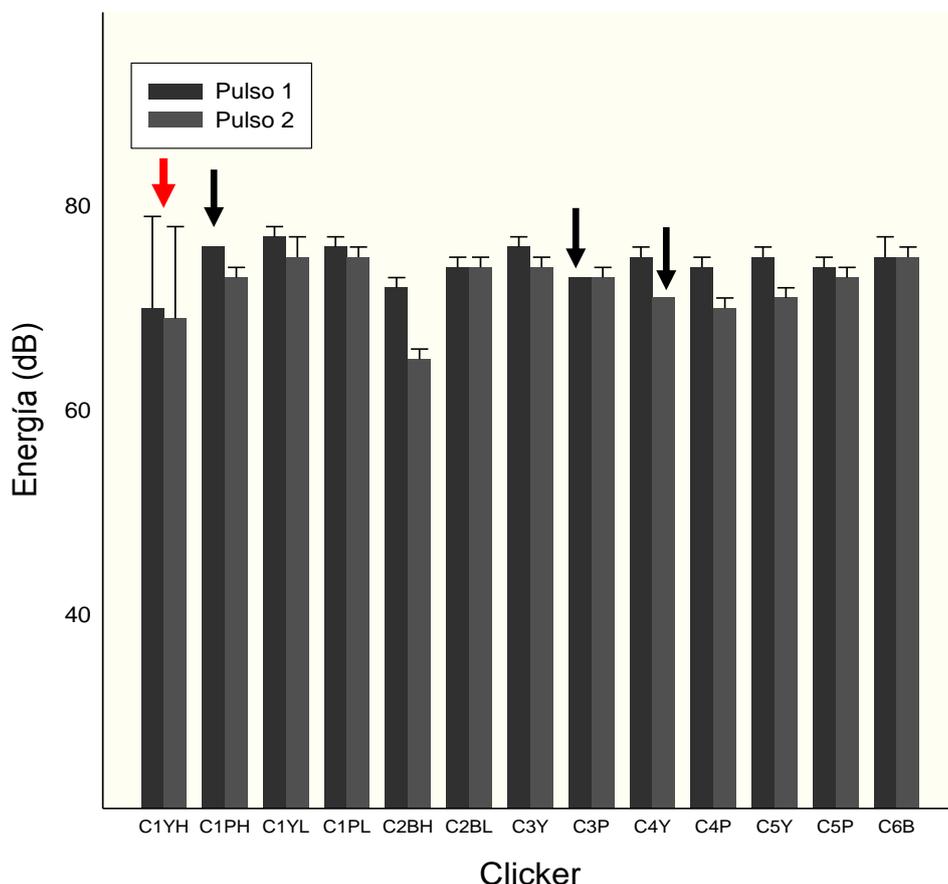
Los resultados obtenidos tuvieron diferencias significativas entre *clickers* para el primer pulso (H= 62,684;  $p < 0,01$ ) y también para el segundo pulso (H= 52,140  $p < 0,01$ ).



**Figura 10.** En el gráfico se presenta frecuencia central para cada *clicker*, con sus distintas posiciones y modalidades. El sonido fue captado por un micrófono a 50 cm. de distancia. Las flechas indican la nula variabilidad de los pulsos correspondientes. En el eje de las abscisas las abreviaturas corresponden a lo siguiente: **Cn**= número de *clicker*, **Y**= posición yema; **P**= posición punta; **B**= posición botón; **H**= intensidad alta; **L**= intensidad baja

Por último, los datos de energía (dB) (figura 11) revelaron valores más homogéneos entre y dentro (entre pulsos) de cada *clicker* y se pudo observar una mayor variabilidad en el *clicker* N° 1 (yema, alta; C1YH) para ambos pulsos. Los valores variaron desde 65 dB en el *clicker* N° 2 (botón, alta; C2BH) primer pulso, hasta 77 dB, alcanzado también por el primer pulso para el *clicker* N° 1 (yema, baja; C1YL). Se observó nula variación en el primer pulso del *clicker* N° 1 (punta, alta; C1PH) primer pulso, *clicker* N° 3 (punta; C3P) primer pulso, *clicker* N° 4 (yema; C4Y) segundo pulso y una mayor variación en el *clicker* N° 1 posición yema con una intensidad alta (C1YH).

Los datos obtenidos para energía revelaron diferencias significativas entre los *clickers*, tanto para el primer pulso del sonido ( $H=36,655$ ,  $p< 0,01$ ) como para el segundo pulso ( $H =46,504$ ,  $p< 0,01$ ).



**Figura 11.** En el gráfico se presenta la energía para cada *clicker*, con sus distintas posiciones y modalidades. El sonido fue captado por un micrófono a 50 cm. de distancia. Las flechas negras indican la nula variabilidad de algunos pulsos de ciertos *clickers*. La flecha roja indica los pulsos con la mayor variabilidad. En el eje de las abscisas las abreviaturas corresponden a lo siguiente: **Cn**= número de *clicker*; **Y**= posición yema; **P**= posición punta; **B**= posición botón; **H**= intensidad alta; **L**= intensidad baja.

Asimismo, mediante una prueba no paramétrica para muestras relacionadas de Wilcoxon, se determinó que los parámetros espectrales analizados entre *clickers*, en general, no difirieron significativamente entre los pulsos de cada *clicker* al compararlos individualmente ( $p>0,05$ ). Solo se encontró diferencias entre el primer y segundo pulso para la variable frecuencia máxima instantánea de los *clicker* N° 1 (posición punta e intensidad alta; C1PH) y *clicker* N° 4 (posición punta; C4P) y también para la variable frecuencia central para el *clicker* N° 2 (modelo con botón en alta intensidad; C2BH).

En forma complementaria, se realizó una comparación del sonido del *clicker* al ser presionado de distinta forma (posición del dedo), pero sólo para los *clickers* que poseen la lámina de metal en su interior, es decir, sólo para las posiciones yema y punta. En relación a las características temporales para cada *clicker* en particular, mediante una prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, se determinó que no existieron diferencias significativas para la duración total del sonido del *clicker* ( $Z = 0,06$ ;  $p > 0,05$ ), duración del primer pulso ( $Z = 0,2$ ;  $p > 0,05$ ), duración segundo pulso ( $Z = 1,4$ ;  $p > 0,05$ ) y duración Interpulso ( $Z = 0,7$ ;  $p > 0,05$ ). Para las características espectrales no se detectaron diferencias significativas, mediante la misma prueba, a excepción de la frecuencia máxima instantánea ( $Z = 3,4$ ;  $p < 0,05$ ), frecuencia central ( $Z = 3,4$ ;  $p < 0,05$ ) y energía ( $Z = 2,1$ ;  $p < 0,05$ ).

Mediante la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, también se comparó la intensidad del sonido dependiendo de ambas posiciones del dedo pulgar (punta y yema), en la cual tampoco se observaron diferencias significativas ( $Z = 1,5$ ;  $p > 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

En términos generales, los *clickers* fueron bastante similares en aquellas variables temporales y espectrales que son más relevantes desde el punto de vista de la percepción humana (duración, frecuencia central e intensidad), a pesar de los diferentes fabricantes que producen cada uno de ellos, la forma que poseen, las distintas opciones de pulsación, lámina de metal o botón y la posibilidad de modificar la intensidad del sonido en algunos de ellos. No obstante, existieron diferencias en varias variables espectrales, asociadas con el primer y segundo pulso, cuya importancia desde el punto de vista de la percepción auditiva del perro y efecto en la eficacia del aprendizaje se desconoce.

Desde el punto de vista temporal, se estableció que la duración del sonido del *clicker* presentó una leve aunque significativa diferencia entre todos los *clickers*, fluctuando desde 201,8 a 276,5 ms. Las duraciones de los componentes de este sonido, primer y segundo pulso, también presentaron duraciones significativamente diferentes, tanto entre los pulsos de un *clicker* dado (con excepción del *clicker* N° 1 en posición punta e intensidad baja) como entre los *clickers* estudiados.

En los seis *clickers* comerciales analizados en el estudio, se midieron frecuencias que oscilaron entre unos pocos Hz hasta una máxima observada de 21941 Hz, estableciéndose una variación no mayor de 0,5% en esta variable. Esto indica que el espectro de frecuencias que produce su sonido fue prácticamente idéntico entre los *clickers*, a pesar de las diferencias físicas, posiciones de pulsación e intensidad específica que ofrecen algunos de ellos.

Con respecto a los valores de intensidad del sonido, obtenidos para cada *clicker*, medidos a una distancia de 50 cm. del dispositivo, estos fluctuaron entre 65,3 a 75,8 dB. Es decir, intensidades bastante similares, con una variación del 5,3%, a pesar de las diferencias antes señaladas. De acuerdo a estos valores de intensidad y suponiendo los valores predichos por atenuación esférica, en la cual hay una disminución de 6 dB cada vez que se dobla la distancia desde la fuente emisora del sonido (Penna y Solís, 1998), los valores de intensidad registrados a 50 cm. para los distintos *clickers* indicaron que, a distancias de 1, 2 y 4 metros, la efectividad o intensidad del sonido decaerá a 70, 64 y 58 dB, respectivamente. Esto sugiere que a una distancia igual o mayor a cuatro metros, el sonido del *clicker* quedaría enmascarado por la intensidad del ruido ambiental (urbano) que con facilidad puede

superar los 50 dB. Por lo tanto, el *clicker* no debiera utilizarse a una distancia mayor a cuatro metros del animal.

Por otra parte, los humanos pueden discriminar intensidades que difieren hasta 1 dB y los pequeños mamíferos y aves requieren diferencias de intensidad dos o tres veces mayores para discriminar (Dusenbery, 1992). Sin embargo, se desconoce la capacidad de discriminar intensidades de sonido en el perro, por lo que no se puede establecer *a priori* si las diferencias de intensidad determinadas entre los clickers son biológicamente significativas.

Para las características espectrales se observó una mayor variación entre los *clickers*, ya que todas las variables estudiadas revelaron diferencias significativas entre ellos, para el primer como el segundo pulso. Sin embargo, los valores de potencia máxima, potencia máxima instantánea, potencia promedio y energía se observaron bastante homogéneos o con rangos bastante estrechos entre *clickers*. Por lo tanto, la diferencia estadística que se observa se podría atribuir a un *clicker* en particular, en alguna posición a cierta intensidad, que lo hace diferenciarse del resto de los otros *clickers*.

Comparando las características espectrales entre las posiciones punta y yema, al presionar la lámina de metal, se evidencia que solo existieron diferencias significativas en frecuencia máxima instantánea, frecuencia central y energía (ver resultados), lo cual se puede atribuir a la diferencia de superficie del dedo que presiona sobre la lámina de metal. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los parámetros temporales ni en la intensidad medida a 50 cm., lo que sugiere que al realizar la pulsación de los *clickers* no sería relevante presionar de un modo en particular. Hay que considerar que al momento preciso de presionar el *clicker*, el primer pulso corresponde a una activación (por la presión ejercida por el dedo), mientras que el segundo pulso corresponde a la respuesta pasiva de la lámina de metal al volver a su posición original.

Es importante destacar que muchos entrenadores y dueños de mascotas que utilizan el *clicker* para adiestrar a su mascota, escogen uno en base a juicios relacionados a sus prioridades o comodidades personales. La mayoría escoge un *clicker* preferentemente por el sonido que produce, más que como el perro reacciona frente a este sonido. Otro aspecto que también consideran es que sea un elemento

cómodo a la postura de la mano y no represente mayores dificultades de manipulación.

Además de la distancia máxima de utilización entre el perro y el dispositivo, sugerida por este estudio, también se sientan las bases para el diseño de un nuevo *clicker*. Este nuevo dispositivo, a diferencia de los actuales que producen un sonido con una frecuencia central de 4 KHz aproximadamente, debiera producir un sonido en sintonía con la mayor sensibilidad del umbral auditivo del perro que corresponde a 8 KHz. Sería interesante incorporar la posibilidad de variar la intensidad del sonido dependiendo de la distancia entre el entrenador y perro, a fin de que el *clicker* no perdiera su efecto como reforzador secundario e incorporar un manual instructivo que indique la intensidad que debiera ser utilizada para cada distancia de entrenamiento. De esta forma, se evita incorporar en forma inadvertida a la intensidad como una variable en la efectividad del *clicker* como refuerzo secundario.

Así como esta Memoria de Título sugiere que el sonido del *clicker* no está sintonizado a la mejor frecuencia audible del perro, se hace siempre recomendable considerar la capacidad perceptual (gustativa, visual, táctil, olfativa y audible) de las distintas modalidades sensoriales del perro al desarrollar nuevos productos o accesorios (juguetes de entretenimiento o educativos) destinados a ellos.

## CONCLUSIÓN

- En general, los sonidos de los *clickers* estudiados fueron similares en relación a la intensidad total del sonido y a la forma del espectro de frecuencia, a pesar de las diferencias en su fabricación, modelos y características físicas.
- La modalidad de pulsación (yema o punta) no generó diferencias significativas en el sonido emitido por el *clicker*.
- Existieron diferencias estadísticamente significativas en las variables espectrales y temporales entre los *clickers*, pero se desconoce si estas diferencias tienen un significado biológico para la percepción auditiva del perro, como tampoco si las tienen para el aprendizaje de una tarea. Se requiere investigar sobre el efecto de variaciones de estas variables, en la efectividad del *clicker*.
- Se sugiere la creación de un nuevo *clicker* que este sintonizado a la frecuencia de máxima sensibilidad del umbral auditivo del perro (8 KHz) y que presente la opción de variar la intensidad, dependiendo de la distancia que se encuentre el entrenador y el dispositivo del perro.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ADACHI, I.; KUWAHATA, H.; FUJITA, K.** 2007. Dogs recall their owner's face upon hearing the owner's voice. *Anim. Cogn.* 10:17–21.
- **BENTOSELA, M.; BARRERA, G.; JAKOVCEVIC, A.; ELGIER, A.; MUSTACA, A.** 2008. Effect of reinforcement, reinforcer omission and extinction on a communicative response in domestic dogs (*Canis familiaris*). *Behav. Processes.* 78:464-469.
- **BLACKWELL, E.; TWELLS, C.; SEAWRIGHT, A.; CASSEY, R.** 2008. The Relationship between training methods and the occurrence of behavior problems, as reported by owners, in a population of domestic dogs. *Res. J. Vet. Behav.-Clin. Appl. Res.* 3:207 – 217.
- **BLACKWELL, E.; BODNARIU, A.; TYSON, J.; BRADSHAW, J.; CASEY, R.** 2010. Rapid shaping of behavior associated with high urinary cortisol in domestic dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 124:113-120.
- **DUSENBERY, D.** 1992. Sensory ecology. How organisms acquire and respond to information. W.H. Freeman and Company. New York, United States of America. 558 p.
- **HARE, B.; BROWN, M.; WILLIAMSON, C.; TOMASELLO, M.** 2002. The Domestication of Social Cognition in dogs. *Science.* 298:1634-1636.
- **HARE, B.; TOMASELLO, M.** 2005. Human-like social skills in dogs?. *Trends Cogn. Sci.* 9(9):439-444.
- **HEFFNER, H.** 1983. Hearing in large and small dogs: absolute thresholds and size of the tympanic membrane. *Behav. Neurosci.* 97:310-318.
- **LANGBEIN, J.; SIEBERT, K.; NUERNBERG, G.; MANTEUFFEL, G.** 2007. The impact of acoustical secondary reinforcement during shape discrimination learning of dwarf goats (*Capra hircus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103: 35-44.

- **MARISCAL, T.** 2009. Del instinto a la razón. Un manual sobre psicología canina, educación y técnicas de modificación de conducta animal. 3° ed. Fundación Bocalan. Madrid, España. 221 p.
- **MOSER, E.; MCCULLOCH, M.** 2010. Canine scent detection of human cancers: A.O review of methods and accuracy. J. Vet. Behav. - Clin. Appl. Res. 5(3):145-152.
- **PENNA, M.; SOLIS, R.** 1998. Frog call intensities and sound propagation in the South American temperate forest region. Behav. Ecol. Sociobiol. 42:337-381.
- **PRYOR, K.** 1996. Introducción al adiestramiento con clicker. Un perro y un delfín 2.0. 3° ed. Kns. Ediciones S.C. Santiago de Compostela, España. 55 p.
- **RANGE, F.; HUBER, L.; HEYES, C.** 2011. Automatic imitation in dogs. Proc. R. Soc. B. 278:211–217.
- **SAVOLAINEN, P.; ZHANG, Y.; LUO, J.; LUNDEBERG, J.; LEITNER, T.** 2002. Genetic Evidence for an East Asian Origin of Domestic Dogs. Science 298: 1610-1613.
- **SIEGEL, S.** 1979. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 2º ed. Editorial Trillas, S.A. D.F., Mexico. 346 p.
- **SMITH, S.; DAVIS, E.** 2008. Clicker increases resistance to extinction but does not decrease training time of a simple operant task in domestic dogs (*Canis familiaris*). Appl. Anim. Behav. Sci. 110:318-329.
- **STRAIN, G.** 2003. How Well Do Dogs and Other Animals Hear?. [en línea] <<http://www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html>> [consulta: 15-12-2010].
- **SWENSON, M.; REECE, W.** (Eds.). 1999. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. 5° ed. Uteha. México. 2 v.

## **ANEXO 1**

Definiciones de las variables espectrales utilizadas en el texto (manual del usuario Raven 1.3; Dusenbery, 1992)

### **Potencia Máxima**

La potencia máxima corresponde a la o las frecuencias donde se concentra la energía y en la escala de grises del sonograma (Frecuencia v/s Tiempo) se presenta como el punto más oscuro. Corresponde a la potencia máxima del trazo seleccionada del espectrograma.

### **Potencia Máxima Instantánea (*Peak Power*)**

Corresponde a la máxima potencia en un instante dado, registrada en un trazo seleccionado del espectrograma.

### **Frecuencia Máxima Instantánea (*Peak Frequency*)**

Corresponde a la frecuencia más alta o máxima instantánea en un instante dado, registrada en un trazo seleccionado del espectrograma. Su unidad es Herzt (Hz).

### **Potencia Promedio**

Es el promedio de energía (estimado a través de la densidad de pixeles del espectrograma) que corresponde a los límites seleccionados dentro del espectrograma.

### **Frecuencia Central**

Es la frecuencia que divide el trazo seleccionado del espectrograma en dos intervalos de frecuencia que contiene igual energía. Para mayor claridad, ver ilustración página siguiente.

## Energía

Es la energía total contenida en los límites seleccionados dentro del espectrograma.

## Frecuencia Fundamental

Es la [frecuencia](#) más baja del [espectro de frecuencias](#) de un sonido (señal acústica), es decir con el mayor periodo, tal que las demás frecuencias componentes pueden expresarse como múltiplos de ella.

## Frecuencia Dominante

Frecuencia dominante o región espectral de frecuencia dominante de una señal, corresponde a una porción del espectro que concentra la energía, que contiene la mayor parte de la información adquirida por el sistema auditivo.

## Frecuencias Armónicas

Son [frecuencias](#) que corresponden a [múltiplos](#) de la frecuencia [fundamental](#). La [amplitud](#) de los armónicos más altos es mucho menor que la amplitud de la onda fundamental y tiende a cero. El concepto y la existencia de armónicos, tiene su fundamento matemático en la teoría de las [series de Fourier](#).

