

DE LA SIRINGE AL OÍDO

Fabián M. Gerpe Meirás

Septiembre 2015

Este documento intenta describir el viaje que realiza el sonido, producido por un canario de Canto Español Discontinuo, en forma de canto, desde que sale de la siringe hasta que llega a los oídos de los canaricultores.

Contenido

PRÓLOGO	2
INTRODUCCIÓN	3
EL SISTEMA FONADOR	3
Partes del sistema fonador.....	3
Sacos aéreos.....	3
La siringe	5
INTRODUCCIÓN A LA CABINA DE CANTO	18
EL SONIDO	18
¿Qué es el sonido?	18
¿Cómo se propaga el sonido?	20
Fenómenos que afectan a la propagación del sonido	21
LA CABINA DE CANTO.....	27
La caja o armazón	27
Elementos de iluminación	28
Cabina con iluminación superior.....	29
Cabina con iluminación lateral	30
Tubos fluorescentes	31
LEDs.....	35
Elementos acústicos.....	36
Absorbedores	36
Reflectores	39
Difractores	40
Elementos complementarios	41
Equilibrio entre absorción y rebotes en la cabina	42
La sala de enjuiciamiento	42
Interacción entre la cabina de canto y la sala de enjuiciamiento o sala de audición.....	43
EL SISTEMA AUDITIVO	45
¿Cómo funciona nuestro oído?.....	45
El Cerebro.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54
OTRAS FUENTES	55

PRÓLOGO

Hace unos pocos años, no recuerdo si 4 ó 5, comencé a tomar datos para escribir un artículo sobre la cabina de canto. Mi intención con ese artículo era que los criadores conociesen o tuviesen una base sobre su funcionamiento, y una vez tuviesen la información de cómo funciona, si creían necesario mejorar su cabina, saber cómo hacerlo. Pero mi curiosidad sobre el sonido me ha hecho ir más allá, me ha hecho viajar desde la siringa al oído.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los acontecimientos de nuestra vida ocurren sin más, y no nos paramos a pensar como ocurren las cosas. Cuando llenamos un vaso de agua en el grifo de nuestra casa, abrimos el grifo y el agua fluye. Pero no nos paramos a pensar cual es el camino que recorre esa agua desde el río, pozo o embalse, hasta nuestra casa. No estaría de más que cada ciudadano sepa cuál es el origen del agua que llega a su casa, y cuál es el proceso que sigue desde su lugar de origen hasta el grifo.

Pero como no somos ingenieros hidráulicos, y lo que nos interesa a nosotros son los canarios de canto, me centraré de forma especial en el canto del *Canario de Canto Español Discontinuo*, raza de canario de canto que cultivo. No está de más que los canaricultores sepamos cual es el origen del canto de un canario, y como viaja desde la siringe hasta nuestros oídos, de forma básica, sin perdernos en grandes tecnicismos o fórmulas de física que nos aburran y nos hagan la lectura incomprendible.

EL SISTEMA FONADOR

El sistema fonador de un canario de Canto Discontinuo, y en general de los canarios, es un sistema complejo, aunque grandes investigadores expertos en la materia, nos han aportado algo de luz sobre el funcionamiento de este sistema, aún nos quedan muchísimas cosas por conocer.

Partes del sistema fonador

El aparato fonador de un canario lo dividiría en dos partes que llamaría parte inferior y parte superior.

La parte inferior estaría formada por la tráquea, siringe, pulmones, bronquios y sacos aéreos (cervicales, interclavicular, torácicos anteriores, torácicos posteriores, abdominales).

La parte superior estaría formada por la laringe, cavidad bucal, lengua, pico y narina.

Sacos aéreos

Los sacos aéreos son órganos que poseen las aves, que se llenan y vacían de aire con cada inspiración y espiración. En ellos no hay intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. Los sacos aéreos actúan como reservas de aire fresco, reducen el peso específico del cuerpo del animal para facilitar el vuelo y, en los pájaros cantores, como es nuestro caso, son parte activa en el canto.

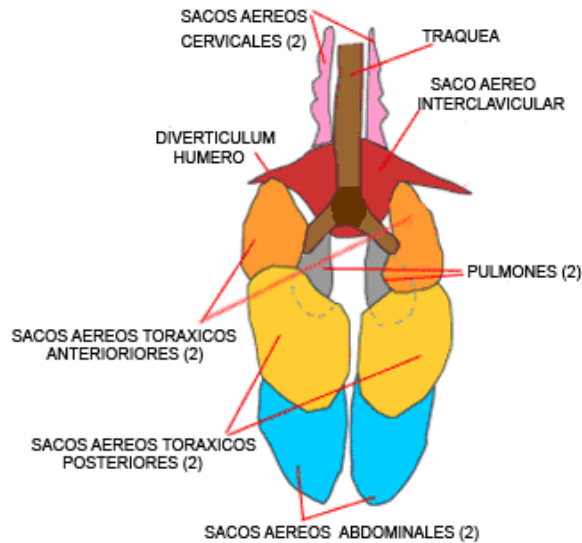


Imagen 1 – Sacos aéreos de un canario

Los sacos aéreos tienen varias funciones en la vida del canario pero nos centraremos únicamente en las relacionadas con el canto. Una de esas funciones es almacenar el aire, igual que hace el fuelle de la gaita, para que, una vez llenos, el aire fluya constantemente hacia los pulmones y, al igual que la gaita, solo necesita pequeñas inhalaciones de recarga para seguir expulsando el aire hacia los pulmones, constantemente, mientras dura la interpretación del canto. Este es el motivo por el cual los canarios son capaces de interpretar su canto durante muchos segundos o pocos minutos sin parar, solo con pequeñas inhalaciones que realizan entre sílabas mientras cantan, para rellenar de aire los sacos aéreos.

Como el sistema fonador del canario tiene muchos elementos comunes al sistema respiratorio, tenemos que distinguir cuando el conjunto de estos elementos trabaja solo en modo respiración y en modo canto-respiración.

MODO RESPIRACIÓN

Cuando el canario inhala, el aire con oxígeno entra por el pico abierto o por las narinas pasando por la cavidad bucal, laringe, tráquea, siringe, bronquios y finalmente llega a los pulmones y los sacos aéreos. El intercambio de oxígeno y toxinas se produce solo en los pulmones, y posteriormente se produce la expulsión del aire desde los pulmones, hacia los bronquios, pasando por la siringe, tráquea, laringe, cavidad bucal, pico o narina. Tanto en la inhalación como en la exhalación los músculos de la siringe están en reposo y no se produce sonido.

MODO CANTO-RESPIRACIÓN

Cuando el canario inhala, el aire entra por el pico abierto o por las narinas pasando por la cavidad bucal, laringe, tráquea, siringe (no se produce sonido), bronquios y finalmente llega a los pulmones y los sacos aéreos. Al llegar el aire a los sacos aéreos estos se inflan como si fuesen el fuelle de una gaita.

Un saco aéreo concreto, el saco aéreo interclavicular, que envuelve a la siringe, tiene otra función aparte de almacenar aire, que es la de mantener a la siringe bajo presión. Variando la presión ejercida sobre la siringe el comportamiento de esta cambia. Pero si la presión no fuese suficiente, la siringe no funcionaría. Esta presión hace que las membranas timpaniformes se tensen para que puedan vibrar al paso del flujo de aire de los bronquios. Pensemos en las cuerdas de una guitarra, para que la cuerda vibre correctamente necesita de la tensión adecuada, trasladando a esto al funcionamiento de la siringe, la cuerda sería la membrana timpaniforme y la clavija (tornillo con el que tensamos la cuerda de la guitarra) sería el saco aéreo interclavicular.

Una vez que los sacos aéreos están llenos de aire comienza la exhalación de aire que recorre el mismo circuito que cuando el pájaro inhala pero en sentido contrario. De los sacos aéreos pasa a los pulmones, bronquios, siringe (se produce el sonido), tráquea, laringe, cavidad bucal, pico.

La siringe

La estructura de la siringe consiste en dos mitades simétricas funcionales, una a cada lado del cuerpo. Cada una de las mitades tiene su propio mecanismo de producción del canto, su propio suministro de aire, sus propios músculos y su propia inervación del nervio Hipogloso, por ello cada lado de la siringe es capaz de actuar independientemente. El nervio Hipogloso está conectado al cerebro y recibe la mayoría de las señales del mismo lado del cerebro en el que cada nervio se encuentra en la siringe. Es decir, el nervio Hipogloso del lado izquierdo recibirá la mayoría de las señales del lado izquierdo del cerebro, lo mismo ocurre con el nervio del lado derecho.

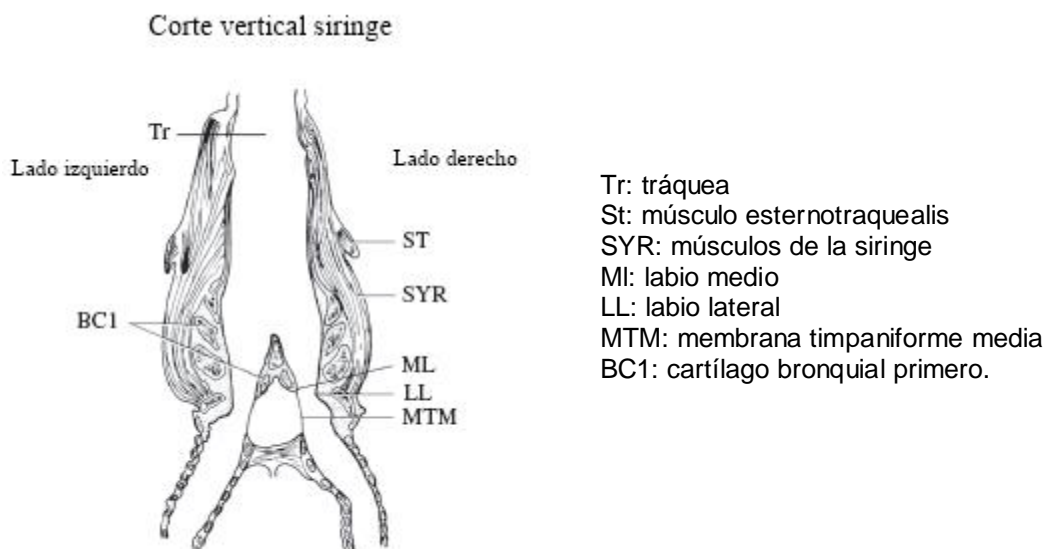


Imagen 2 - Siringe del canario.

La siringe del canario tiene seis pares de músculos que actúan sobre esta y que se encuentran insertos en la tráquea.

Los **músculos dorsales** juegan un papel clave en el funcionamiento de las válvulas ubicadas al final de cada bronquio, son los encargados de controlar el tiempo de funcionamiento de cada lado de la siringe. Cada una de estas válvulas está formada por dos labios, labio medio y labio lateral. Estos labios, con su vibración al paso de flujo de aire procedente de los bronquios son los encargados de generar el sonido.

Cuando los músculos dorsales están relajados (en la inhalación), los labios están fuera del flujo de aire. En esta posición no oscilan, la cavidad siringeal está abierta y presenta una mínima resistencia al flujo de aire. Con la contracción de los músculos dorsales se inicia la producción del sonido por la atracción de los labios dentro de la cavidad siringeal, donde forman una pequeña abertura por la que pasará el flujo de aire procedente de los bronquios, haciendo oscilar o vibrar a los labios cuando el flujo de aire pasa a través de ellos, produciendo sonido. Una contracción más fuerte de estos músculos corta el flujo de aire y termina o interrumpe la fonación en el mismo lado de la siringe en que estos músculos actúan, debido a que esa pequeña abertura se cierra totalmente. Dejan de oscilar, interrumpiendo así el sonido.

Los **músculos ventrales** parecen estar involucrados en la regulación de la frecuencia del sonido.

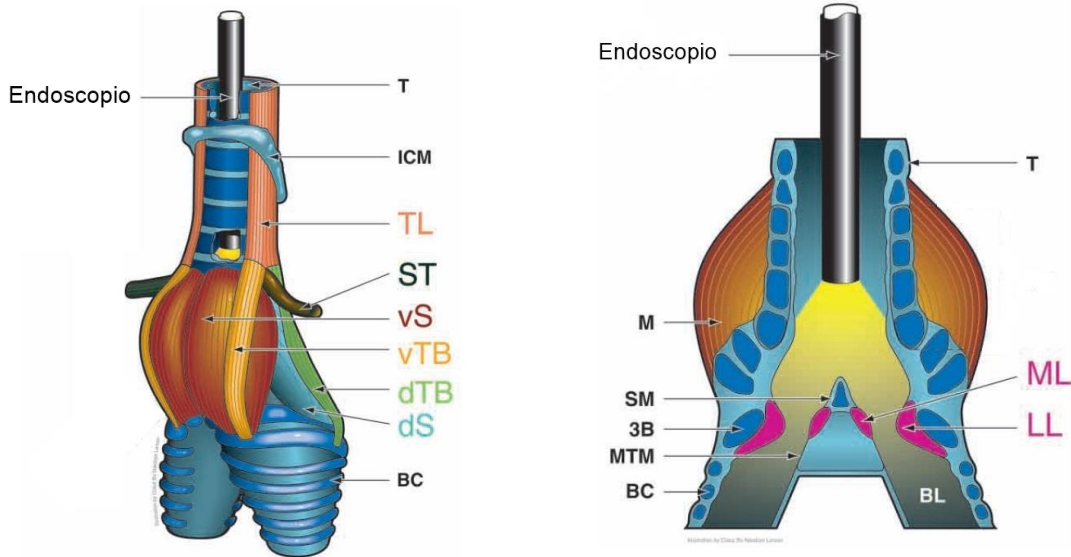
Presumiblemente, controlan la frecuencia mediante la variación de la tensión o la elasticidad de la oscilación de los labios. Se presume que controla la frecuencia de emisión del canto, porque cuando el canario emite un sonido modulando su frecuencia en modo ascendente (p.e. adorno lento), o cuando emite notas a altas frecuencias con poca modulación, se detecta la actividad muscular ventral correspondiente.

Para mantener la presión respiratoria óptima y la configuración apropiada de la siringe durante el canto, debe haber un control; el pájaro usa una retroalimentación sensorial, es decir, se escucha a sí mismo, para ajustar todo el mecanismo de la siringe y así poder corregir las posibles desviaciones que pueden ocurrir como resultado de cambios en el comportamiento, de la postura en el palo o de su actividad física.

Aunque ambos lados de la siringe se encuentren sometidos a presiones respiratorias similares y ambos compartan el mismo tracto vocal supra-siringeal, los músculos dorsales pueden cambiar la producción del sonido desde un lado de la siringe al otro de forma rápida, silenciando un lado mediante el cierre de éste, mientras que mantiene los labios del lado opuesto en posición fonatoria.

Como se presume, los músculos siringeales pueden variar independientemente la frecuencia generada en cada lado. Cada lado de la siringe está especializado en distintas bandas de frecuencia, el lado derecho alcanza las frecuencias más altas y el lado izquierdo las más bajas, pero a menudo hay superposiciones de las frecuencias producidas por cada lado. De esta forma, los canarios consiguen aumentar su rango de frecuencia y debido a ello existe una gran variedad y complejidad en los repertorios del canario de Canto Discontinuo. La frecuencia de corte de ambos lados de la siringe se encuentra entre los 3khz y los 4khz aproximadamente. Es entre estas dos frecuencias en donde se producen las superposiciones de frecuencias entre ambos lados de la siringe.

Larsen y Goller han confirmado cómo actúan los distintos músculos de la siringe mediante la estimulación eléctrica. Han introducido un angioscopio por la tráquea del canario para observar los movimientos de los músculos mientras estimulaban los músculos con una pequeña corriente eléctrica.



T.- Tráquea
 ICM.- Membrana saco aéreo interclavicular
 TL.- Músculo traquelateral
 ST.- Músculo esternotraqueal
 vS.- Músculo siringeal ventral
 vTB.- Músculo traqueo bronquial ventral
 dTB.- Músculo traqueo bronquial dorsal
 dS.- Músculo siringeal dorsal
 BC.- Cartílago bronquial

T.- Tráquea
 M.- Músculo siringeal
 SM.- Membrana semilunar
 ML.- Labio medio
 3B.- Tercer cartílago bronquial
 BL.- Cavidad bronquial
 LL.- Labio lateral
 MTM.- Membrana timpaniforme media
 BC.- Cartílago bronquial

Imagen 3 – Endoscopia siringe

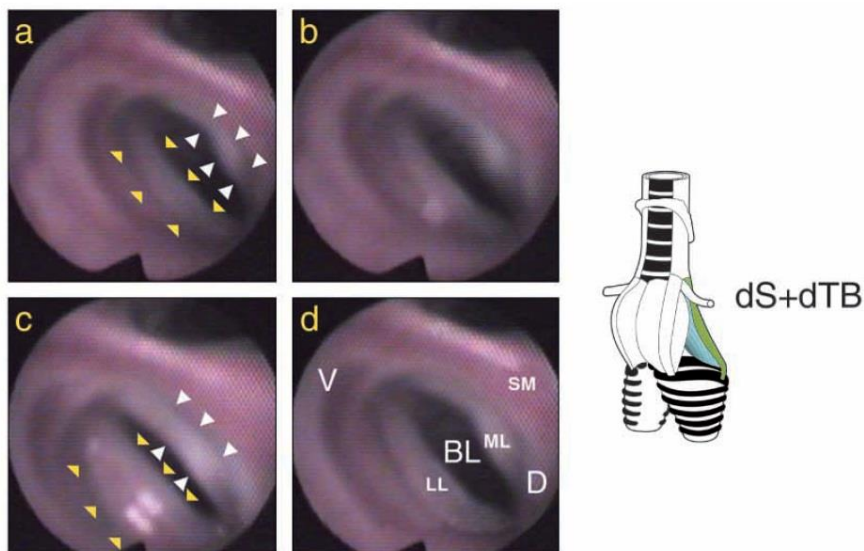


Imagen 4 – Estimulación músculos dorsales

La imagen 4 muestra una vista interna a través de la tráquea de la parte izquierda de la siringe, e ilustra el efecto de la estimulación eléctrica simultánea del músculo dorsal

traqueo bronquial (dTB) y el músculo dorsal siringeal (dS), que se muestran resaltados en color en la imagen de la derecha. En la posición de respiración (imágenes a, d), el labio medio (ML) y labio lateral (LL) están en posición de reposo.

Tras una fuerte estimulación, ambos labios cambian su posición de reposo a la posición de fonación, pero como no llegan a tocarse, no llegan a cerrar el flujo de aire hacia la tráquea por completo (imágenes b, c). Las puntas de flecha muestran el labio medio (ML) (en color blanco) y el labio lateral (LL) (en color amarillo) e indican la extensión labial con respecto a su posición en reposo. Cuando termina la estimulación muscular, los labios se vuelven de nuevo a la posición de reposo o posición de respiración.

Esto significa que el los músculos dS y dTB son los encargados de cerrar ambos labios, regulando el flujo de aire que pasa por los bronquios para que dichos labios vibren o no.

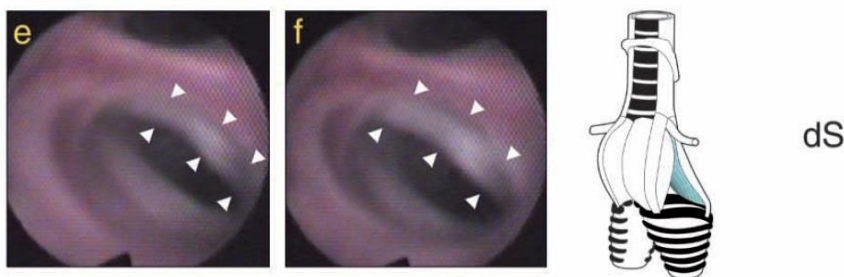


Imagen 5 – Estimulación músculo siringeal dorsal

La estimulación del músculo dorsal siringeal (dS) afecta principalmente al labio medio (ML), que se mueve ligeramente hacia su posición de fonación. Las puntas de flecha blancas indican el cambio de la posición reposo o posición respiración (imagen e) a la posición de estimulación o posición de fonación (imagen f). La contracción del músculo dorsal siringeal (dS) también provoca un estiramiento del labio medio (ML) de arriba a abajo. Haciendo un símil, este estiramiento sería algo parecido a cuando cogemos un pellizco, la piel que esta alrededor del pellizco también se estira.

Esto significa que el músculo dS es el encargado de cerrar el labio medio (ML), para que, combinado con el labio lateral (LL), regular el flujo de aire que pasa por los bronquios para que dichos labios vibren o no.

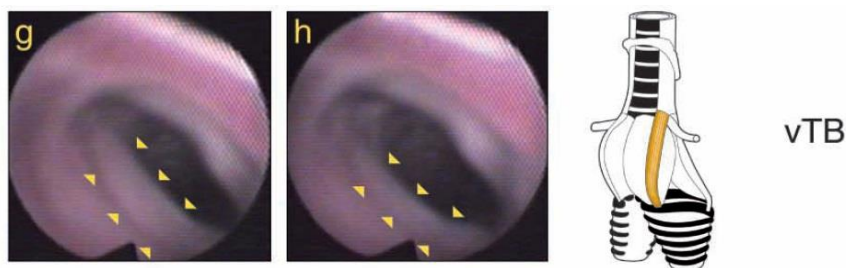


Imagen 6 – Estimulación músculo traqueo bronquial ventral

La estimulación del músculo traqueo branquial ventral izquierdo (vTB) hace que el labio lateral (LL) izquierdo se mueva o contraiga ligeramente hacia la pared del bronquio, pero no afecta notablemente a la posición del labio medio (ML). Si

comparamos la abertura del bronquio antes de la estimulación, vemos que la abertura del bronquio se incrementa por el movimiento del labio lateral (LL) como muestra la imagen h.

Esto significa que el músculo dTB es el encargado de abrir el labio lateral (LL), para que, combinado con el labio medio (ML), regular el flujo de aire que pasa por los bronquios, controlando así la vibración de los propios labios.

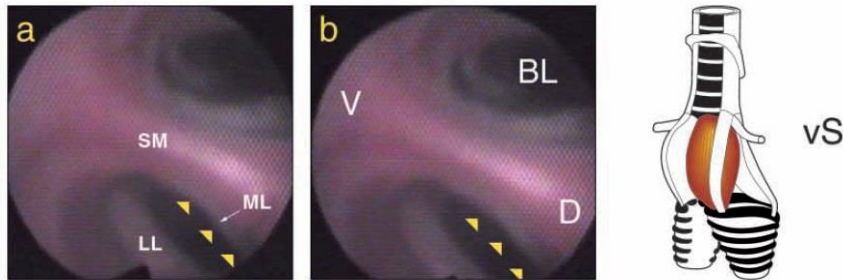


Imagen 7 – Estimulación músculo ventral siringeal

La estimulación eléctrica del músculo ventral siringeal (vS), el mayor músculo de la siringe de los canarios de canto, no cambia sustancialmente la abertura de la cavidad bronquial en modo respiración o reposo (a) a la posición cuando el músculo está estimulado (b). Sin embargo, tras la estimulación, se observa un movimiento de contracción del labio medio, lo que sugiere un estiramiento del labio medio (ML) a lo largo del eje vertical del pájaro (puntas de flecha de color amarillo).

Esto significa que el músculo vS es el encargado controlar la tensión del labio medio (ML), para que, combinado con el labio lateral (LL), regular la frecuencia de vibración de ambos labios al paso del flujo de aire.

El Cardenal (*Cardinalis cardinalis*) es un pájaro de canto no estereotipado, como el canario de Canto Español Discontinuo. Es capaz de ejecutar un adorno lento con una amplia modulación. En una sílaba que barre de 2 a 8 kHz, el sonido comienza a producirse en la parte izquierda de la siringe, se enlaza con la parte derecha de la siringe a medio camino de la modulación ascendente y finaliza con el lado derecho de la siringe. Esta secuencia de la producción lateralizada se invierte en sílabas de adornos lentos modulados que barren de alta a baja frecuencia. Es decir, si la sílaba modulada se produce de arriba a abajo, de 8 a 2 KHz, el sonido comienza en el lado derecho de la siringe, se enlaza a medio camino de la modulación descendente y finaliza con el lado izquierdo de la siringe.

Estas modulaciones resultan sorprendentes, porque cuando escuchamos dichos adornos lentos, no apreciamos ninguna interrupción en el cambio de un lado al otro de la siringe, y mucho más sorprendente nos parece cuando, en los sonogramas de los editores de audio, como puede ser el Adobe Audition, no apreciamos dicha interrupción.

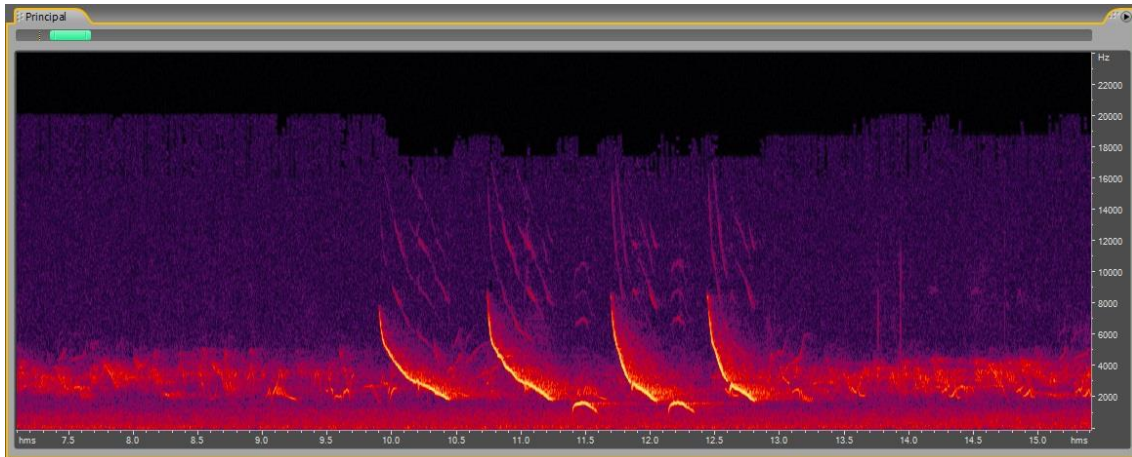


Imagen 8 – Sonograma cardenal (cardinalis cardinalis)

Este tipo de barridos se da mayormente en cantos no estereotipados, he visto algún audio de Canto Español Discontinuo que muestra este tipo de barridos utilizando los dos lados de la siringe, pero generalmente la dicción de estos barridos o modulaciones no es buena. Este tipo de modulaciones amplias demuestran que el CCED es capaz de emitir sonido con los dos lados de la siringe al mismo tiempo, aunque este tiempo sea muy corto.

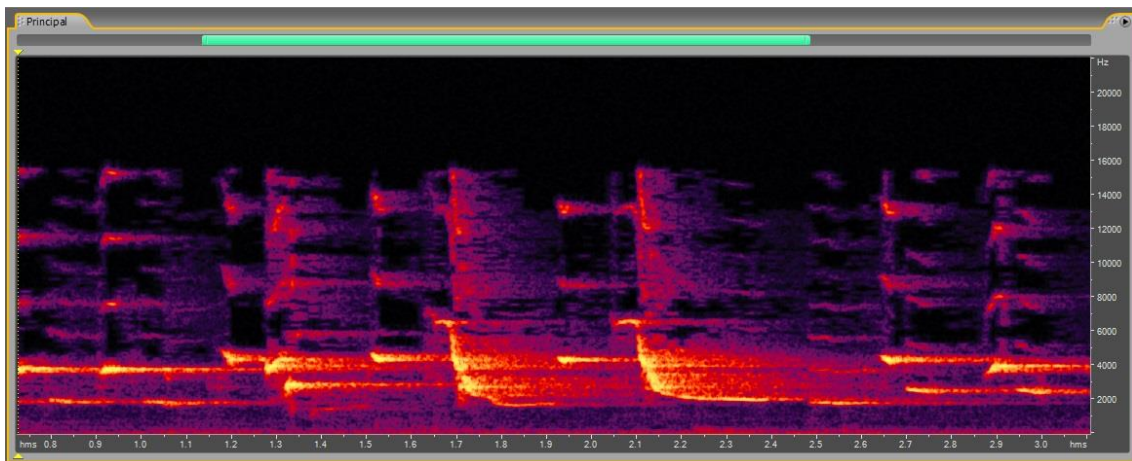


Imagen 9 – Sonograma canto español discontinuo

Una vez que el sonido se produce en la siringe pasa a la tráquea, laringe, cavidad bucal, lengua y pico. Es en este recorrido donde el sonido procedente de la siringe se articula, que combinado con la caja de resonancia que supone las diferentes partes del cuerpo del canario, generan los armónicos característicos del timbre de voz de cada individuo.

Sabemos que no resuena a la misma frecuencia un pecho grande y una cabeza grande, que una cabeza pequeña y un pecho pequeño. No resuena a la misma frecuencia un cuerpo con el pico abierto que ese mismo cuerpo con el pico cerrado.

Los fabricantes de instrumentos conocen muy bien todos estos aspectos con un instrumento de dimensiones fijas. La complejidad de entender como un canario moldea o articula los sonidos procedentes de la siringe, radica en que el instrumento varía las dimensiones constantemente, por ejemplo cuando estira o encoje el cuello, la posición de canto en el palo, etc.

Para controlar su respiración durante el canto, su repertorio y que todas las sílabas suenen como el pájaro las ha compuesto, independientemente de la posición en el palo, su actividad física, etc., necesita comparar los sonidos que emite con los sonidos que fue almacenando en su banco de memoria cuando era pichón, mientras componía su repertorio. Para ello, utiliza su oído, a través del oído capta su propio canto para compararlo con el banco de memoria de su cerebro y corregir los movimientos de su sistema fonador y respiratorio, para que las sílabas se interpreten igual que están en su banco de memoria. Estas correcciones se producen a través del canal de comunicación que supone el nervio Hipogloso, que comunica cada lado de la siringe y el núcleo RA situado en el cerebro.

Por lo tanto, cuando un Canto Discontinuo interpreta su canto, entran en juego el aparato fonador, el cerebro y el oído. El aparato fonador para emitir el sonido, el oído para captar el sonido que el propio pájaro ha emitido, y el cerebro almacenando todos los datos necesarios (sonidos, regulación de respiración, etc.) para que el pájaro pueda interpretar las notas del repertorio que ha compuesto.

El lector apreciará que no me refiero a canción si no a repertorio. El Canto Español Discontinuo es un canario de canto no estereotipado, por lo que no tiene una canción a seguir, va cambiando la interpretación a su antojo, por lo que debemos hablar de repertorio. El ejemplar utilizará su repertorio silábico y lo conjugará a su antojo.

Sabemos que un pichón, si se somete a un proceso para dejarlo sordo totalmente, su repertorio comienza a degradarse paulatinamente y no es capaz de construir sílabas nuevas. Esto ocurre porque se interrumpe la retroalimentación del canto y el cerebro no recibe sonidos para comparar con su banco de memoria. Si le devolvemos el sentido del oído a ese mismo pájaro, este volverá a recuperar su repertorio.

¿Pero, como llega, el canario de Canto Español Discontinuo a construir y rellenar su banco de memoria en el cerebro con datos sobre su repertorio?

Un pichón de Canto Español Discontinuo completa el desarrollo total de su oído a los 20-25 días de vida, es decir, a esta edad los pichones tienen las mismas capacidades auditivas que un canario adulto.

La gran mayoría de los pájaros de canto pasan dos fases en el aprendizaje de su repertorio, fase sensorial y fase sensomotora. Pero el Canto Discontinuo, por su forma de selección, y cría sin machos adultos, carece de la fase sensorial en la composición de su repertorio, por lo que pasa directamente a la fase sensomotora. En esta fase, el pájaro comienza a practicar su propio canto. La retroalimentación auditiva es imprescindible para la composición de su repertorio, en esta fase también aprende a dominar los músculos de la siringe necesarios para producir el canto.

Cuando los machos jóvenes emiten sus primeras sílabas, con una intensidad muy baja y una dicción muy mala, ellos mismos las escuchan, su cerebro la procesa y la almacena en el banco de memoria. Los sonidos de frecuencias bajas (de 500-4000 Hz) los emiten con el lado izquierdo de la siringe, los sonidos de frecuencias altas (de 3000-8000 Hz) los emiten con el lado derecho de la siringe. A medida que pasan los meses en el voladero, el aparato fonador va madurando, es decir, los músculos que intervienen en la fonación se van haciendo más fuertes, la intensidad con la que los jóvenes cantores emiten las sílabas también aumenta, tienen mayor control sobre los músculos y por lo tanto mayor control sobre los sonidos que emiten, propiciando que cada sílaba nueva que interpretan connote mayor dificultad.

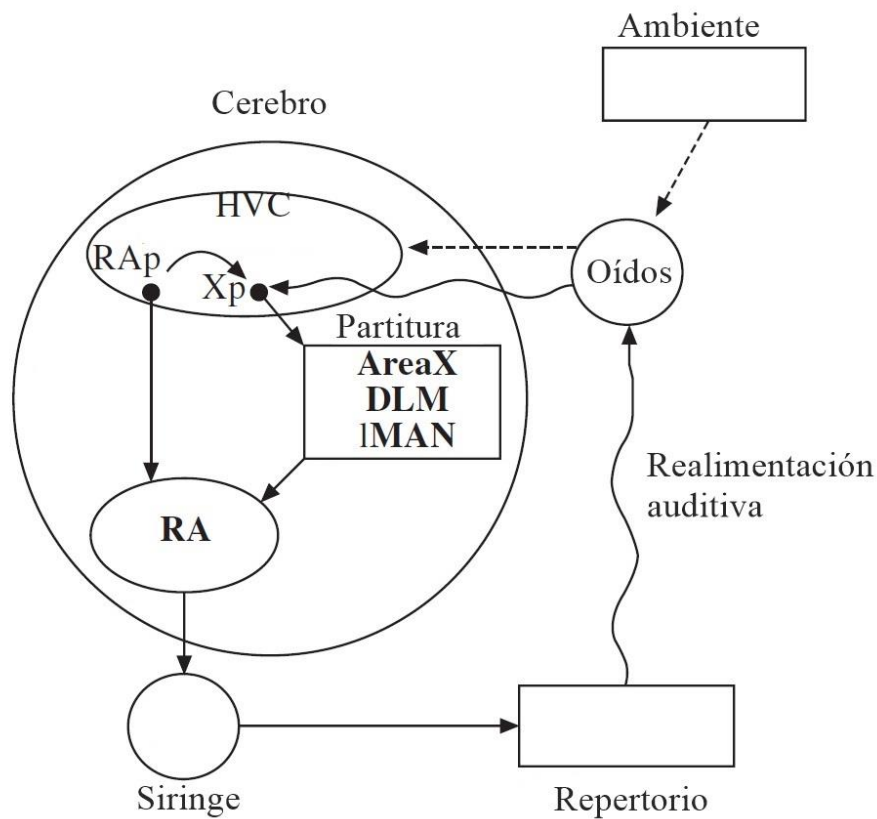


Imagen 10 – Hipótesis del aprendizaje del repertorio

La retroalimentación auditiva en los canarios de canto propicia que la gama de frecuencias que el canario es capaz de emitir va a estar en consonancia con las gama de frecuencias que su oído es capaz de captar. Vamos a comparar dos canarios (Malinois y Canto Discontinuo) con distinto rango de audición de frecuencias y compararlo con el rango de frecuencias su canto.

Este tipo de retroalimentación es muy necesaria en la fase de pichón, pero una vez cristalizado su repertorio, en la edad adulta, aun siendo necesaria, no es tan determinante.

Los datos de los gráficos que mostraré a continuación sobre la audición del Canto Español Discontinuo, no fueron extraídos específicamente de esta raza de canarios, si no que fueron extraídos del canario común (*Serinus canarius*), pero que entiendo que son válidas para gran mayoría de los canarios, excepto para Harz-Roller y Malinois-Waterslager.

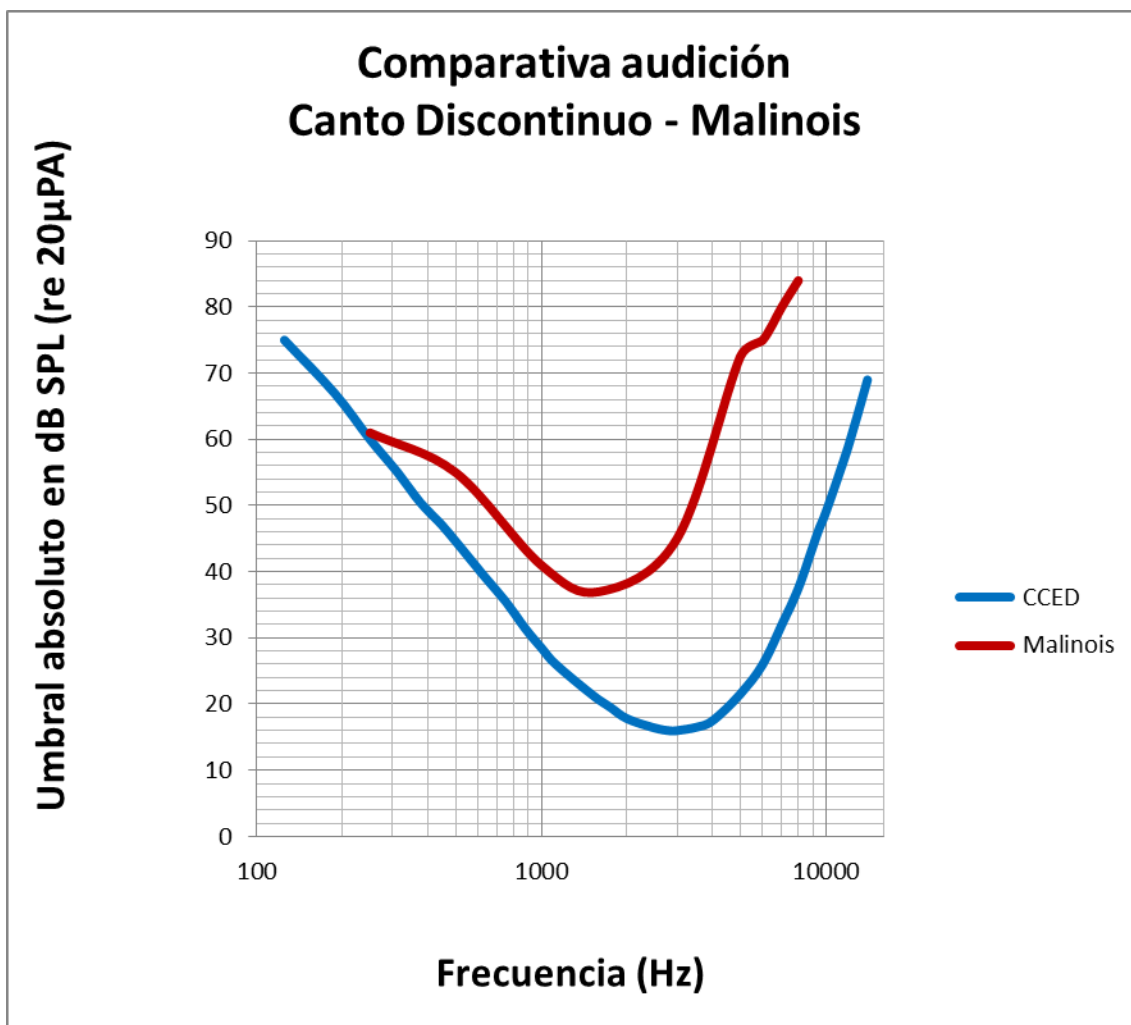


Imagen 11 – Umbral audición canario discontinuo y waterslager

En la imagen 11 podemos observar el audiograma de un Malinois (Waterslager) y de un Canto Español Discontinuo, donde se muestra el umbral de audición referenciado al umbral de audición del oído humano ($20\mu\text{Pa}$). Vemos que el canario Canto Español Discontinuo tiene su mayor sensibilidad a 2,8Khz aproximadamente y necesita un nivel de presión sonora (SPL) de unos 16dB, mientras que el Malinois tiene su mayor sensibilidad a 1,7Khz aproximadamente y necesita un nivel de presión sonora (SPL) de unos 37dB. Si fijamos el rango de audición para un ancho de banda de 30dB vemos como el Malinois (Waterslager) escucharía entre 700Hz y 2400Hz, mientras que el Canto Español Discontinuo escucharía entre 500Hz y 9400Hz.

Si observamos los umbrales de audición de pichones de Malinois (Waterslager) y Canto Español Discontinuo desde los pocos días hasta los 3 meses de vida, este es el resultado.

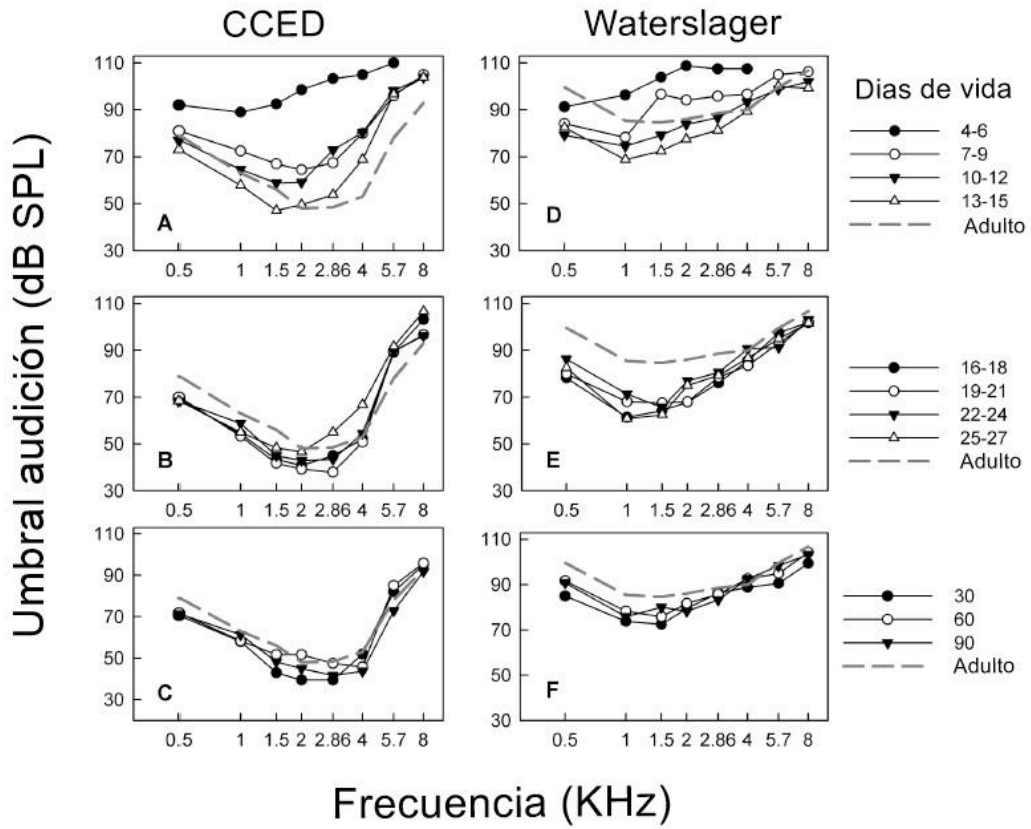


Imagen 12 – Umbral audición por días de vida

Si ahora comparamos los sonogramas de un Malinois y de un Canto Discontinuo vemos como el rango de frecuencias fundamentales en el que se mueve el canto de un Malinois o Waterslager está entre 500Hz y 4KHz y el de un Canto Discontinuo está entre 1KHz y 8 KHz.

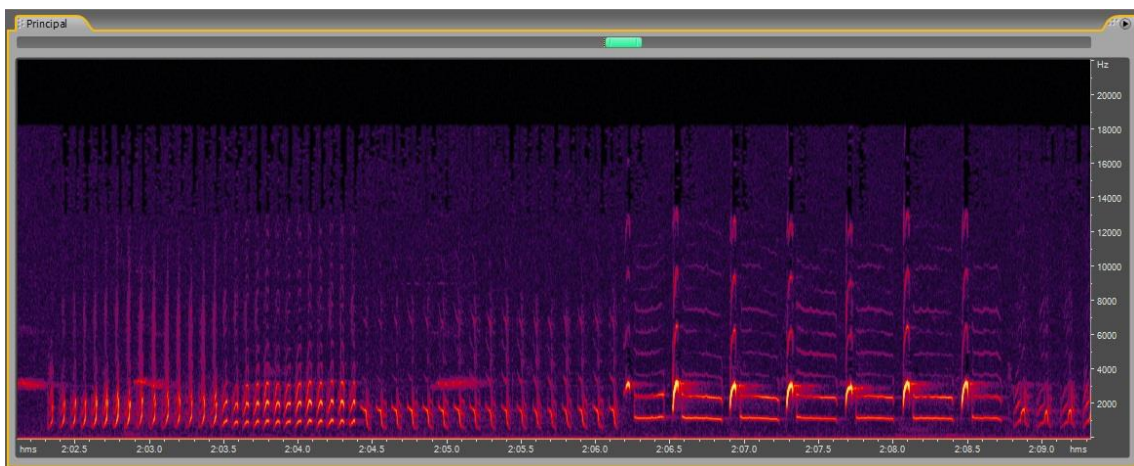


Imagen 13 – Sonograma Waterslager o Malinois

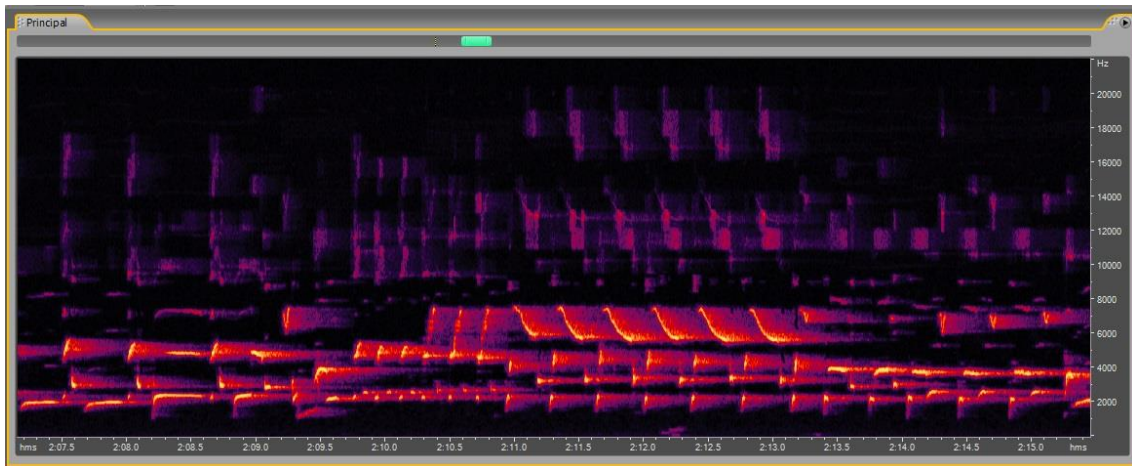


Imagen 14 – Sonograma Canto Español Discontinuo

Audición Canto Discontinuo

Máxima sensibilidad (dB SPL): 15,98
Frecuencia máxima sensibilidad (Khz): 2,83

Para 30 dB

Frecuencia de corte inferior (Khz): 0,47
Frecuencia de corte superior (Khz): 9,37
Frecuencia central (Khz): 2,08
Ancho de banda (Khz): 8,90

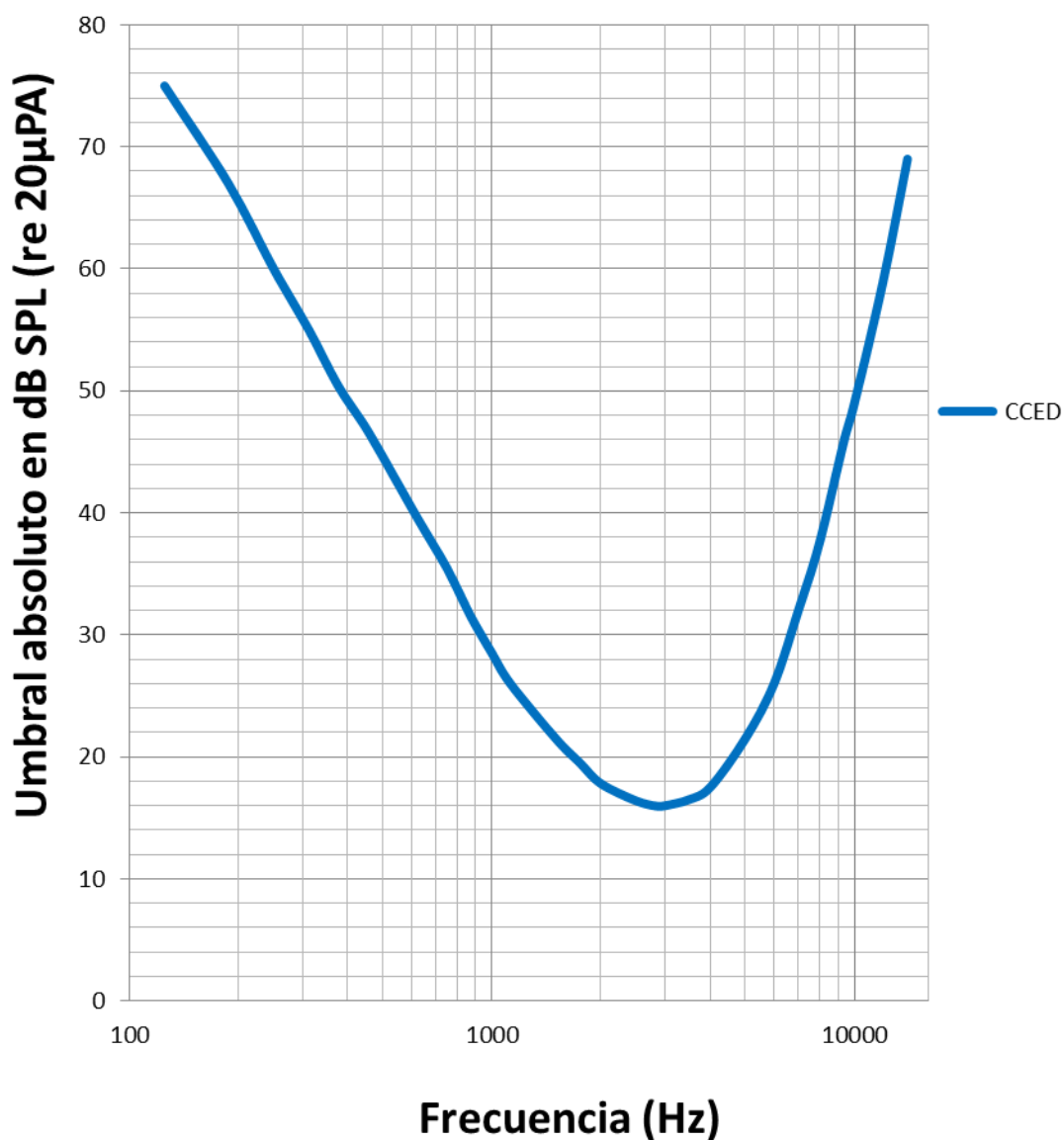


Imagen 15 – Umbral de audibilidad de un canario Canto Discontinuo

Este gráfico muestra la respuesta de frecuencia de un canario a distintas intensidades de sonido (SPL).

Los canarios macho adultos, no cambiarán el rango de frecuencias de emisión de su canto a causa el deterioro auditivo dependiente de la edad. En los humanos, con el aumento de la edad las células ciliadas se mueren, y el oído humano pierde audición en las frecuencias altas. En los canarios, a pesar de que también se mueren las células ciliadas, estas son capaces de regenerarse y crear células nuevas, aspecto que en el oído humano no ocurre.

Los últimos trabajos sobre las bases neurológicas del canto en pájaros de canto, no sólo identifican las regiones específicas del cerebro que controlan el canto, sino que también demostraron las diferencias entre sexos en el tamaño de estas regiones. El tamaño de estas áreas, considerablemente más pequeño en las hembras de canario, sugiere una explicación a su incapacidad para elaborar melodías.

También existe otro tipo de realimentación, podríamos denominarla realimentación cerebral. Esta realimentación se produce en la fase en la que los ejemplares jóvenes están construyendo su repertorio, ocurre por las noches mientras duermen. Los ejemplares jóvenes sueñan con las prácticas de canto que realizan durante el día. Si alguna vez habéis tenido el voladero con ejemplares jóvenes de canarios de Canto Español Discontinuo en casa, seguramente habéis podido observar como dichos ejemplares “repasaban” su repertorio durante el sueño, de madrugada, con la cabeza metida debajo del ala. Los investigadores creen que esta realimentación cerebral, mientras duermen, también ayuda a fijar en su repertorio las sílabas aprendidas.

INTRODUCCIÓN A LA CABINA DE CANTO

La canaricultura de canto, y especialmente el canario de Canto Español Discontinuo, evoluciona rápidamente y los criadores debemos adaptarnos al ritmo que la selección de dicha raza de canarios nos impone. Si nuestros canarios son capaces de brindarnos un canto excepcional, nosotros también debemos proporcionarle las condiciones adecuadas para que, cuando interpreten su canción delante del juez o ante otros criadores, suene lo mejor posible y podamos apreciar su canto con total claridad.

La cabina de canto es uno de los elementos más importantes que influye, más de lo que creemos, en la valoración que sufre un ejemplar o ejemplares en un concurso. El capítulo que sigue a continuación, tiene como finalidad mostrar el funcionamiento de la cabina de canto, para que, en la medida de lo posible, cada Asociación o criador pueda proporcionar el mejor habitáculo de canto a nuestros cantores. Con grandes recursos económicos la cosa sería relativamente fácil. Pero como la canaricultura es una afición, las asociaciones no suelen disponer de grandes cantidades de dinero, por lo que deben exprimir al máximo los recursos de los que disponen, que en la inmensa mayoría de las Asociaciones son recursos muy limitados. Estos recursos son los que vamos a combinar para sacarle el mayor partido a nuestra cabina de canto.

Pero para comprender el funcionamiento de una cabina de canto, previamente necesitamos comprender unos conceptos de sonido y de iluminación, siempre enfocados a las características de nuestro canario

EL SONIDO

¿Qué es el sonido?

El sonido es la percepción de nuestro cerebro de las vibraciones mecánicas que produce el canario a través de su aparato fonador y que llegan a nuestro oído a través de un medio elástico, ya sea líquido, sólido o gaseoso.

El sonido tiene cuatro cualidades que son:

- Altura o frecuencia
- Duración
- Intensidad o volumen
- Timbre

Altura o tono

Es la propiedad por medio de la cual el canto puede clasificarse en agudo, medio y grave; constituye el tono del sonido. La altura depende de la frecuencia fundamental, que es el número de vibraciones por segundo. Cuantas más vibraciones por segundo, el canto o sonido es más agudo y cuantas menos vibraciones por segundo, el sonido es más grave.

La unidad de medida de la frecuencia es el hercio (Hz), que equivale a una vibración por segundo.

El oído humano no percibe todas las frecuencias. El rango de audición va de los 20 Hz hasta los 20000 Hz. Por encima de 20000Hz se producen los ultrasonidos, que no podemos percibir, como por ejemplo el lápiz lector de una ecografía (2 a 5Mhz). Por debajo de 20 Hz se producen infrasonidos, por ejemplo las ondas producidas por una avalancha de nieve (1 a 2 Hz).

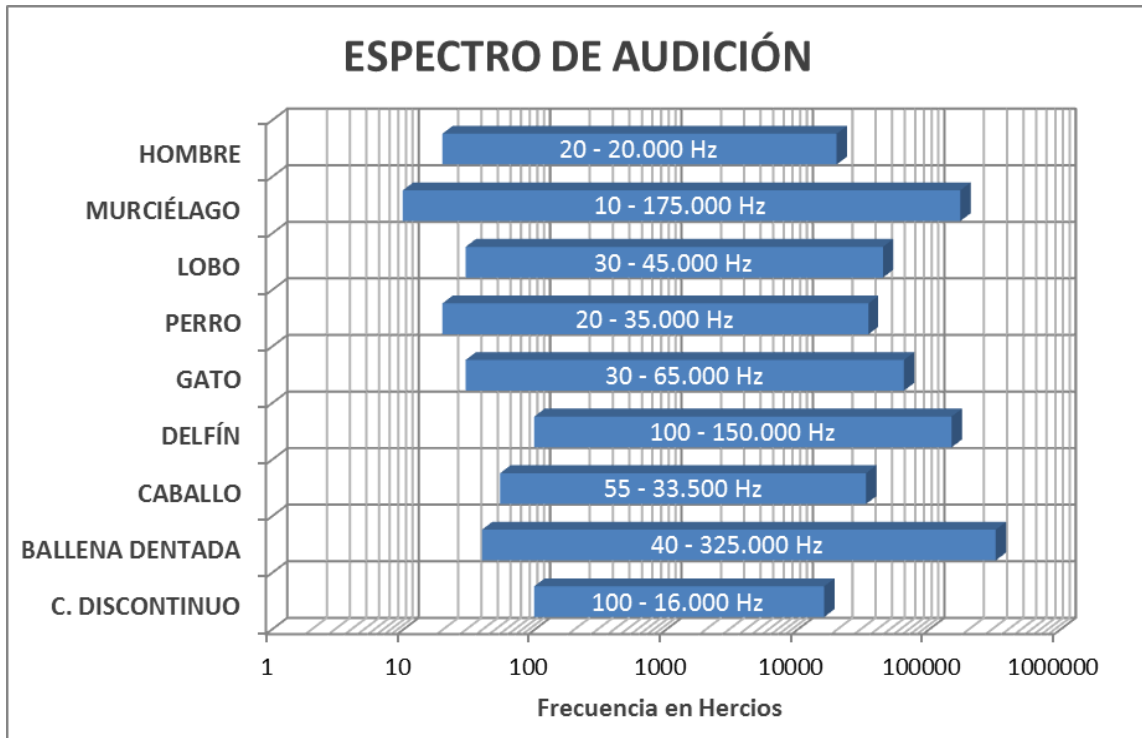


Imagen 16 – Espectro de audición de distintos animales

Duración

Es la cualidad que nos dice el tiempo que el aparato fonador del canario emite vibraciones (sonido), y que nos permite diferenciar si el sonido es largo o corto. El tiempo máximo de permanencia de las vibraciones está limitado por las características canoras de dicho aparato fonador. La unidad de tiempo de duración es **el segundo (s)**.

Intensidad

Es la cualidad que nos permite diferenciar la fuerza con la que el canario produce un sonido, es decir, si un sonido es fuerte o débil. Está determinado por la cantidad de energía de la onda sonora. **El decibelio (dB)** es una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido. En la práctica, casi todas las medidas en dB que nos encontremos en sonido serán dB referenciados al Nivel de Presión Sonora (dB SPL),

representados con las siglas SPL, en inglés, Sound Pressure Level. La escala de decibelios es logarítmica adecuada para representar el espectro auditivo del ser humano. Esto quiere decir que el hombre escucha de forma logarítmica, no lineal. Esta es la razón por la que si utilizamos el doble de potencia en un equipo de música no nos suena el doble de intensidad o volumen.

Los sonidos que percibimos deben superar el umbral auditivo (0 dB a 1 KHz) para poder escucharlos y no llegar al umbral de dolor (140 dB), ya que estos son los límites generales de nuestro oído.

En el canario de Canto Español Discontinuo el umbral mínimo auditivo se encuentra a (29 dB a 1Khz).

Timbre

Es la cualidad del sonido por la que se distingue que voz está sonando.

Nos permite distinguir las distintas voces de los canarios, aunque interpreten exactamente la misma melodía. El timbre de las distintas voces se compone de un sonido fundamental, que es el que predomina (siendo su frecuencia la que determina la altura del sonido), más toda una serie de sonidos en el mismo tiempo, que se conocen con el nombre de armónicos. Cada aparato fonador vibra provocando ondas sonoras complejas que lo identifican. Gracias al timbre podemos distinguir el canto de dos canarios aunque la melodía fuese igual.

¿Cómo se propaga el sonido?

Para que las ondas sonoras producidas por el canto de los canarios puedan llegar a nuestros oídos necesitan un espacio o medio de propagación, este medio o espacio de propagación, en la mayor parte de las ocasiones, es el aire. En la menor parte de las ocasiones suelen ser medios sólidos (madera, tabiques, cristales,...)

Si no existe un medio de propagación elástico las ondas sonoras no son capaces de propagarse. Esto significa que si producimos ondas sonoras en un lugar en el que existe vacío, el sonido no se escucha, ya que no es capaz transmitirse.

La velocidad de propagación del sonido va a depender de varios factores:

- Tipo de medio (líquido, sólido o gaseoso). En general, se propaga a mayor velocidad en líquidos (agua) y sólidos (madera) que en gases (aire).
- Temperatura. Cuanto menor sea la temperatura del ambiente, menos rápido llegara el sonido a nuestros oídos, y por lo tanto cuanto mayor sea la temperatura del medio de propagación el sonido se desplaza más rápido.

A continuación, muestro una tabla (tabla 1) con varios ejemplos de velocidad de propagación en función del medio y de la temperatura:

MEDIO	TEMPERATURA (° C)	VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD (km/h)
Aire	0	331	1191
Aire	20	343	1234
Oxígeno	0	317	1141
Argón	0	319	1148
Agua destilada	20	1484	5342
Agua de mar	15	1509	5432
Mercurio	20	1451	5223
Acero inox.	20	5740	20664
Caucho	0	54	194
Aluminio	0	5100	18360
Aluminio	20	6400	23040
Plomo	20	2400	8640
Vidrio	20	5260	18936
Madera	20	3700	13320
Plata	20	3700	13320
Hierro	20	5930	21348
Oro	20	3240	11664

Tabla 1 – Velocidad de propagación del sonido

Esta tabla establece las velocidades a las que se propaga el sonido en un mismo medio, ¿qué ocurre cuando las ondas sonoras pasan de un medio a otro diferente? ¿Simplemente hay un cambio de velocidad en su propagación?

Fenómenos que afectan a la propagación del sonido

Como en la mayoría de los casos que nos atañe como criadores, el sonido que sale del aparato fonador del canario se desplaza hasta nosotros por el aire, tomaremos como referencia este medio.

FENÓMENOS FÍSICOS DEL SONIDO

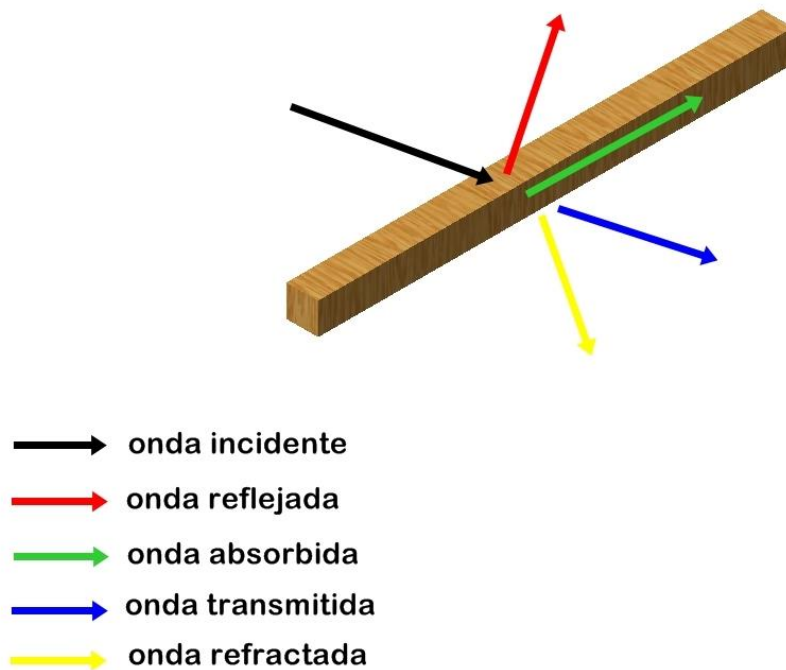


Imagen 17 – Fenómenos físicos del sonido

En nuestro caso, la onda incidente procede del canario en forma de canto y viaja por el aire, cuando esas ondas sonoras alcanzan un lateral de la cabina de canto, por ejemplo, pueden ocurrir los siguientes fenómenos físicos:

Reflexión. Cuando parte de la energía de la onda incidente se refleja sobre el panel de madera que forma el lateral de la cabina. Estas ondas reflejadas también son conocidas como rebotes.

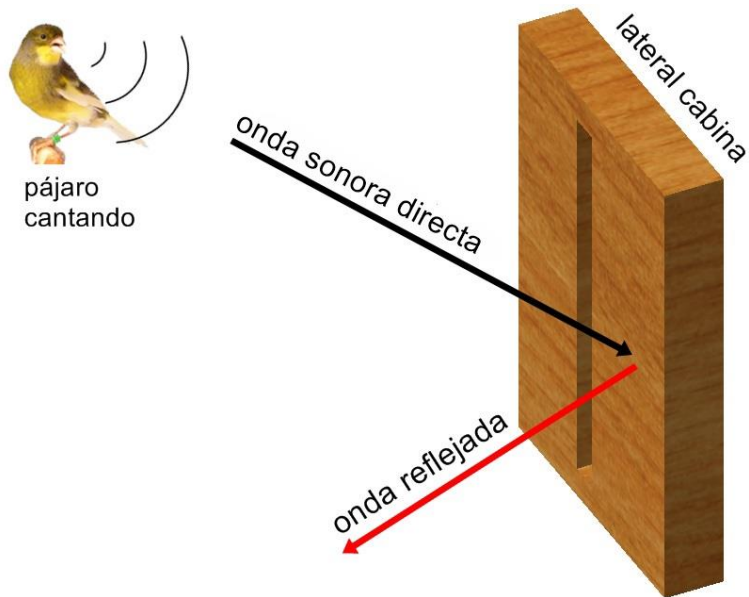


Imagen 18 – Reflexión de una onda sonora

Absorción. Cuando parte de la energía de la onda incidente es absorbida por el panel de madera que forma el lateral de la cabina. La capacidad de absorción del panel lateral de madera, va a depender del coeficiente de absorción de la madera de la que está construida. Su valor varía entre 0 (toda la energía se refleja) y 1 (toda la energía es absorbida).

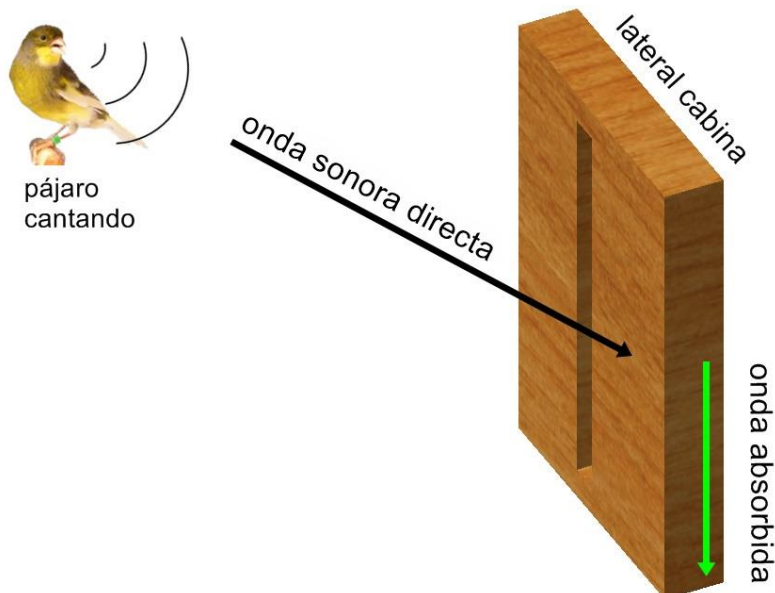


Imagen 19 – Absorción de una onda sonora

Transmisión. Cuando parte de la energía de la onda incidente atraviesa el panel de madera que forma el lateral de la cabina, continuando su trayectoria en la misma dirección.

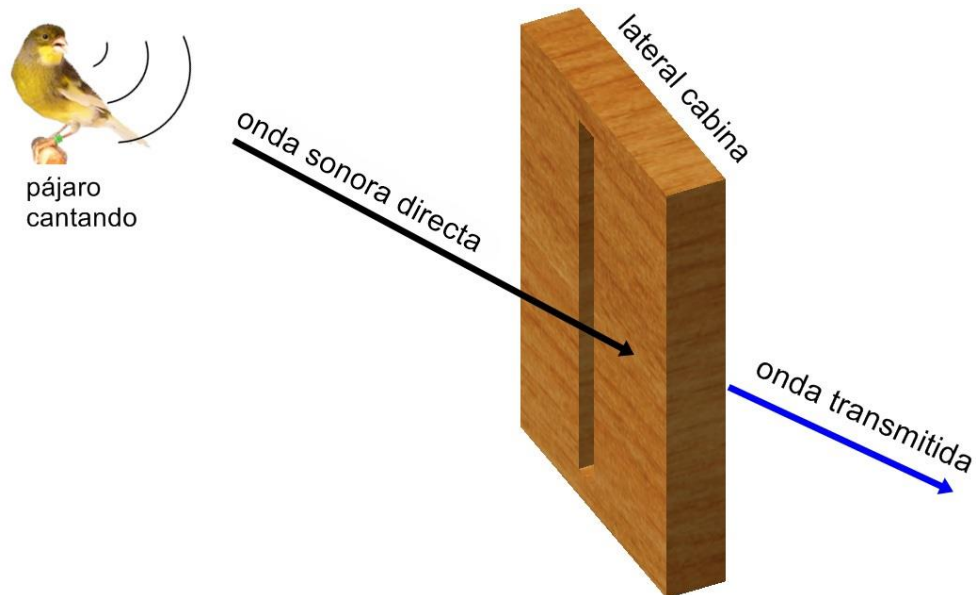


Imagen 20 – Transmisión de una onda sonora

Refracción. Cuando parte de la energía de la onda incidente atraviesa el panel de madera que forma el lateral de la cabina, pero adquiere una nueva trayectoria. La refracción se debe a que al cambiar de medio, cambia la velocidad de propagación del sonido.

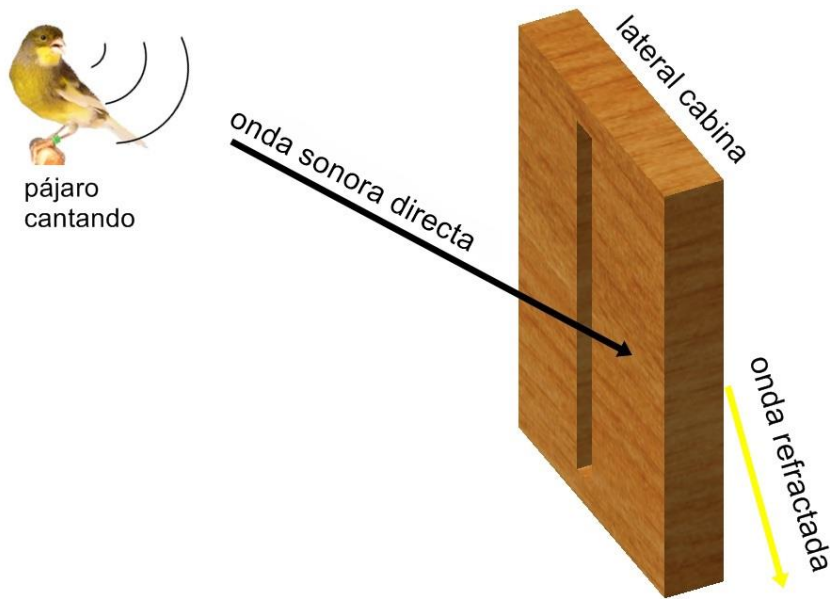


Imagen 21 – Refracción de una onda sonora

Difracción o dispersión. Si el sonido encuentra un obstáculo en su dirección de propagación, es capaz de rodearlo y seguir propagándose. Se produce una desviación de las ondas sonoras al encontrar un obstáculo o al atravesar una rendija.

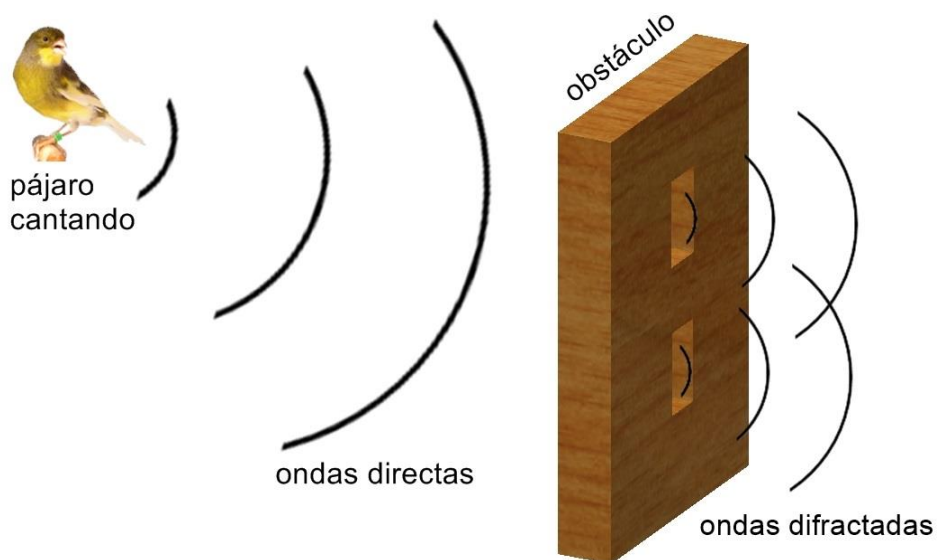


Imagen 22 – Dispersión de una onda sonora

Difusión. Si la superficie donde se produce la reflexión presenta alguna rugosidad, la onda reflejada no sigue una sola dirección, sino que se descompone en múltiples ondas, generalmente de menor intensidad.

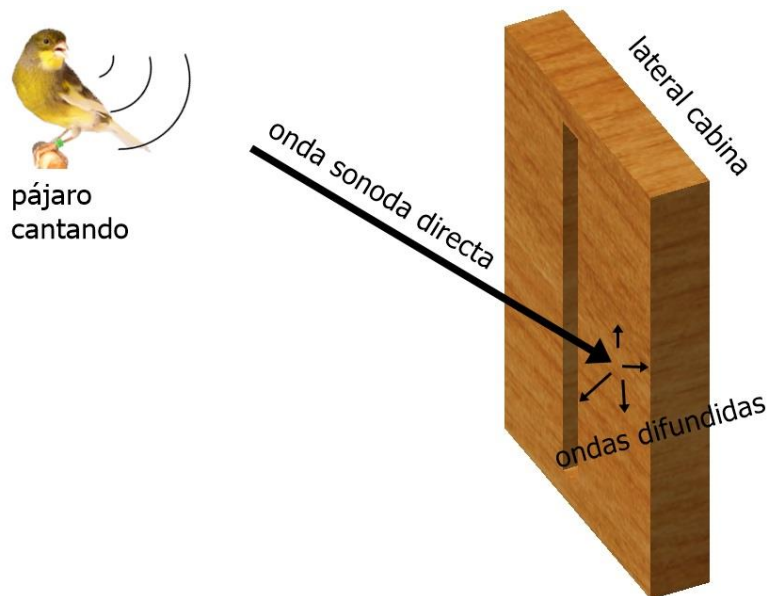


Imagen 23 – Difusión de una onda sonora

En función del diseño y de los materiales con los que está construida la cabina podemos encontrarnos con más o menos de los fenómenos físicos del sonido que he mencionado, en mayor o menor intensidad.

LA CABINA DE CANTO

La cabina de canto es el instrumento que hace que la interpretación de un canario de canto discontinuo desprenda la belleza de su canción, a la vez que lo ilumina para centrar toda la atención en el cantautor, el verdadero protagonista.

La cabina de canto consta de varias partes, son las siguientes:

- Caja o armazón.
- Elementos de iluminación.
- Elementos acústicos.
- Elementos complementarios.

La caja o armazón

La caja o armazón es la parte de la cabina a la que se adhieren todos los elementos que forman la cabina de canto. Esta estructura debe ser lo suficientemente robusta para aguantar el peso de las jaulas con los pájaros dentro, sumado al peso del resto de los elementos que forman la cabina completa. También debe tener un comportamiento acústico y lumínico que favorezca, o, al menos que no perjudique, el funcionamiento a los elementos acústicos y lumínicos que conforman la cabina que más adelante veremos. En la mayoría de los casos, esta estructura es de madera.

Las dimensiones de esta caja o armazón varía en función de cada fabricante, pero todas tienen un denominador común, son más altas que anchas. Las jaulas se colocan en posición vertical una encima de otra, de ahí esta relación de las dimensiones entre el ancho y el alto de la cabina.

La base de esta caja no es cuadrada, esto ayuda a la dispersión del sonido hacia el oyente.

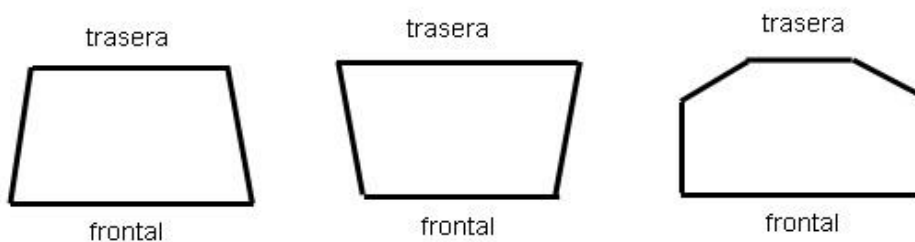


Imagen 24 – Tipos de base cabina canto más extendidos

La caja debe estar diseñada acorde al funcionamiento que esperamos tener de los distintos elementos que conforman la cabina. La inmensa mayoría de cajas están fabricadas en distintos tipos de madera. La madera se comporta bien con los distintos elementos de la cabina y le da la suficiente robustez mecánica para soportar el transporte. A estas cualidades de la madera se le suma la de que es relativamente económica y de fácil manipulación (cortado, pegado, etc.) a la hora de fabricar la caja.

A la hora de diseñar una cabina de canto, la caja es donde más tiempo vamos a emplear, ya que debemos prever la ubicación de los demás elementos acústicos, luminosos, y complementarios que formarán la cabina.

Elementos de iluminación

Otro de los elementos a tener en cuenta en una cabina de canto es la iluminación. Esta iluminación debe de ser la más parecida, en cuanto a temperatura de color e intensidad, a la luz natural que nos ofrece el sol.

La temperatura de color que considero ideal para la iluminación de la cabina de canto esta entre 4.000°K – 5000°K, esta temperatura de color se encuentra en la luz natural del sol entre las horas posteriores al amanecer y antes del mediodía, y entre las horas siguientes al mediodía y antes del atardecer. Esta temperatura de color la podemos encontrar en los emisores de luz con una temperatura de color conocida como “luz día”.

La intensidad lumínica que considero ideal que debe recibir el pájaro en posición de enjuiciamiento, está entre los 500 lux de intensidad mínima y 2000 lux de intensidad máxima. He llegado a estos valores tras las pruebas realizadas con mis propios pájaros. Por debajo de 500 lux la motivación para cantar disminuye considerablemente y por encima de 2000 lux los pájaros parecen estar cegados y la motivación para cantar disminuye, también, considerablemente. En la luz natural se alcanzan estos valores de intensidad en los minutos siguientes al amanecer en un día despejado, momento en el cual todos los pájaros cantores se encuentran muy cómodos y nos muestran sus cualidades.

Los tipos de cabinas que podemos ver en los diferentes concursos, referente al tipo de iluminación, mayoritariamente, son dos:

- Iluminación superior.
- Iluminación lateral.

Para el estudio de la iluminación de la cabina de canto he utilizado un luxómetro CHAUVIN ARNOUX Mod. CA 811, el que muestro en esta fotografía.



- Rango de medida de 0 a 20.000 lux
- Precisión \pm (3% de la lectura + 10 cuentas)
- Resolución a partir de 0,01 lux
- Corrección espectral C.I.E. y corrección de incidencia
- Sonda remota que minimiza el riesgo de que el operario haga sombra al sensor
- Hold/Retroiluminación/Lux o fc/Máx.
- Revestimiento de protección anti choque
- Dimensiones: 173 x 60,5 x 38 mm
- Peso: 214 g

Imagen 25 – Luxómetro

A continuación vamos a ver como se distribuye la luz por la cabina según la ubicación de la fuente de luz.

Cabina con iluminación superior

Para ver con datos objetivos cómo se distribuye la luz en las cabinas con iluminación superior, he tomado lecturas de luminosidad a diferentes distancias de un tubo fluorescente de 18W/675 (luz día frío), que represento en la siguiente imagen.

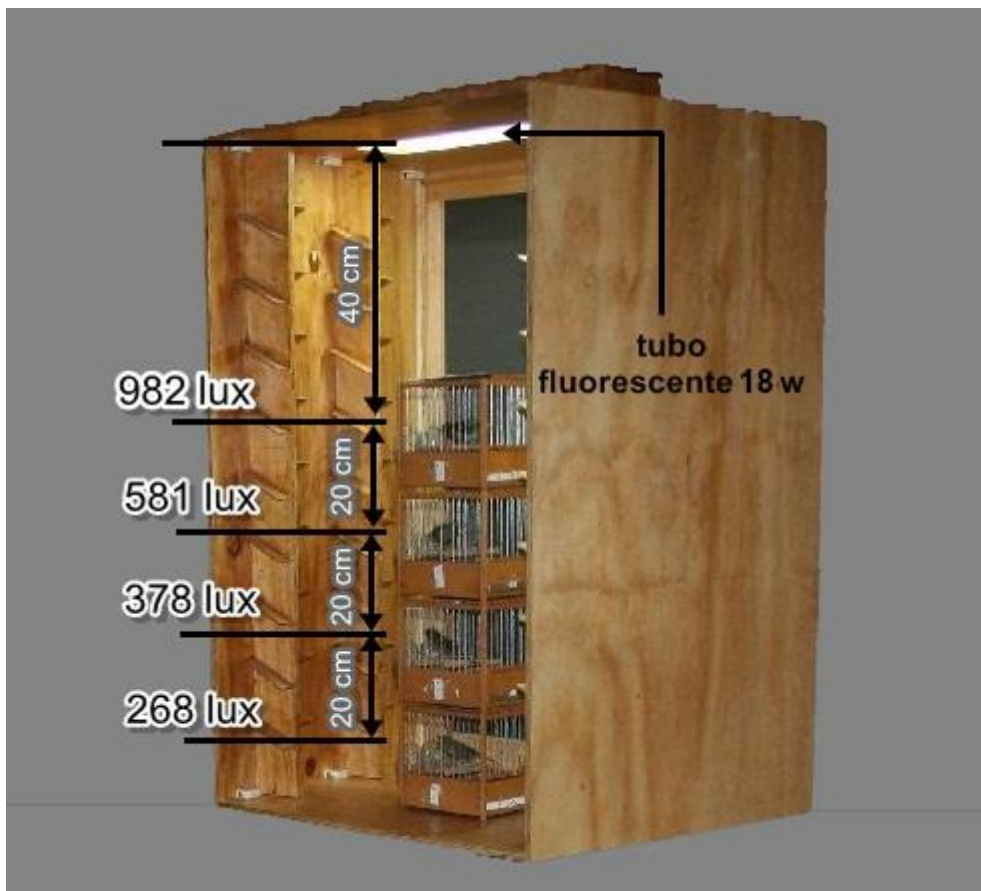


Imagen 26 – Cabina con iluminación superior

Como se puede observar en las mediciones, cada jaula recibe una cantidad de luz diferente, es decir, cada pájaro tiene diferentes condiciones lumínicas. Tomando como referencia la posición de las jaulas en el Timbrado Español, donde nos podemos encontrar hasta con 4 jaulas en posición de torre. La jaula que está en la posición más cercana a la fuente de luz (posición A de canto), recibe 3,7 veces más luz que la jaula que está más alejada de la fuente de luz (posición D de canto), en este caso un tubo fluorescente de 18W.

Tomando como referencia el Canto Español Discontinuo donde nos podemos encontrar hasta con 3 jaulas en posición de torre. La jaula que está en la posición más cercana a la fuente de luz (posición A de canto), recibe 2,2 veces más de luz que la

jaula que está más alejada de la fuente de luz (posición C de canto), en este caso también un tubo fluorescente de 18W.

Si queremos que todos los canarios se encuentren en las mismas condiciones lumínicas, para que la luz no influya distintamente entre ellos en el momento del enjuiciamiento, debemos saber que la cabina con iluminación superior no nos lo permite.

Cabina con iluminación lateral

Para saber cómo se distribuye la luz en este tipo de cabinas he tomado lecturas que muestra el siguiente gráfico.

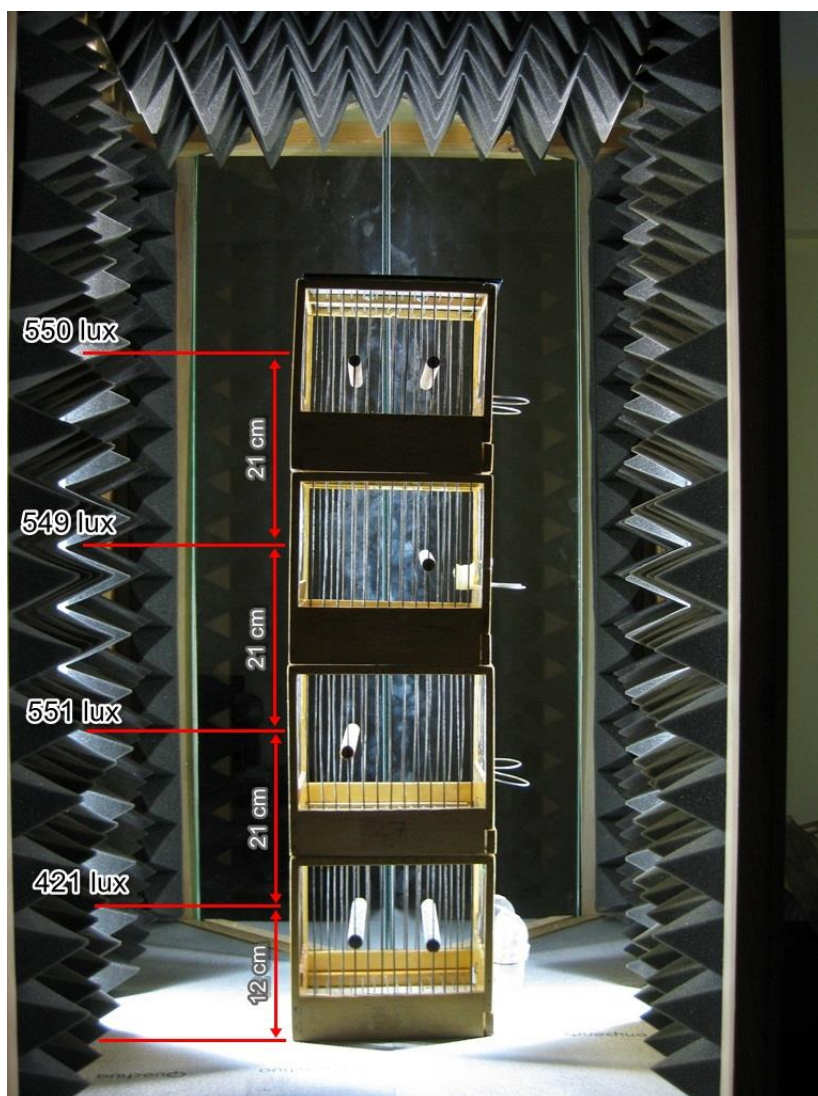


Imagen 27 – Cabina con iluminación lateral

Sobre estas lecturas vemos como la intensidad de luz que reciben las jaulas es uniforme, excepto en la jaula inferior que es menor. La mayoría de jaulas reciben luz por ambos lados, del ángulo superior, de la línea horizontal sobre su base, y del ángulo inferior. La única jaula que no recibe luz del ángulo inferior es la de debajo de todo, de ahí la diferencia de intensidad lumínica.

Para conseguir que la jaula inferior reciba la misma cantidad de luz que las otras podemos elevarla, así también recibirá luz desde el ángulo inferior, como muestran estas fotografías. Con una elevación de 15cm es suficiente.

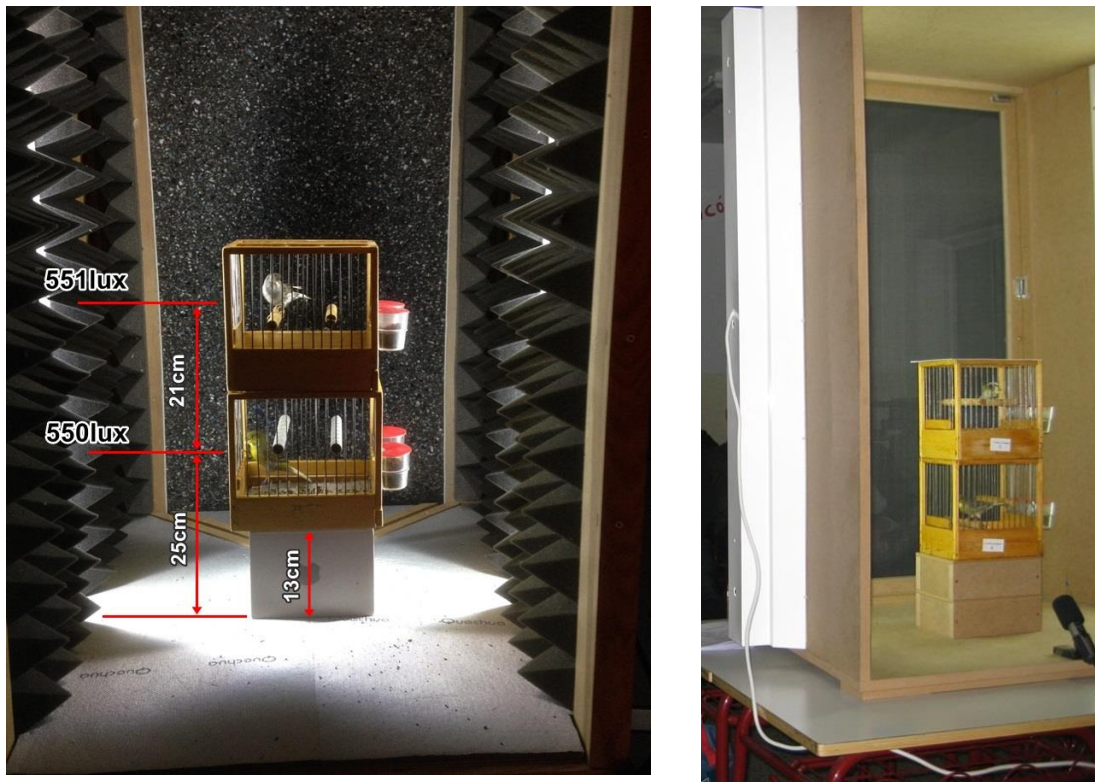


Imagen 28 – Elevación jaulas

Con esta modificación conseguimos que todas las jaulas reciban la misma condición lumínica en el momento del enjuiciamiento, evitando así posibles diferencias en el comportamiento de los canarios.

Tubos fluorescentes

A continuación dejo algunos datos sobre tubos fluorescentes en espacio libre, es decir, sin estar rodeados de obstáculos (paredes, objetos, etc.), que puedan absorber parte de la luz.

Notas para entender los gráficos:

36w = potencia

640 = Temperatura de color (830= 3000°K / 640= 4000°K / 865= 6500°K)

Sin difusor = Entre el tubo fluorescente y el luxómetro no hay obstáculos.

Con difusor = Entre el tubo fluorescente y el luxómetro está el plástico transparente que cubre el tubo, llamado difusor de luz.

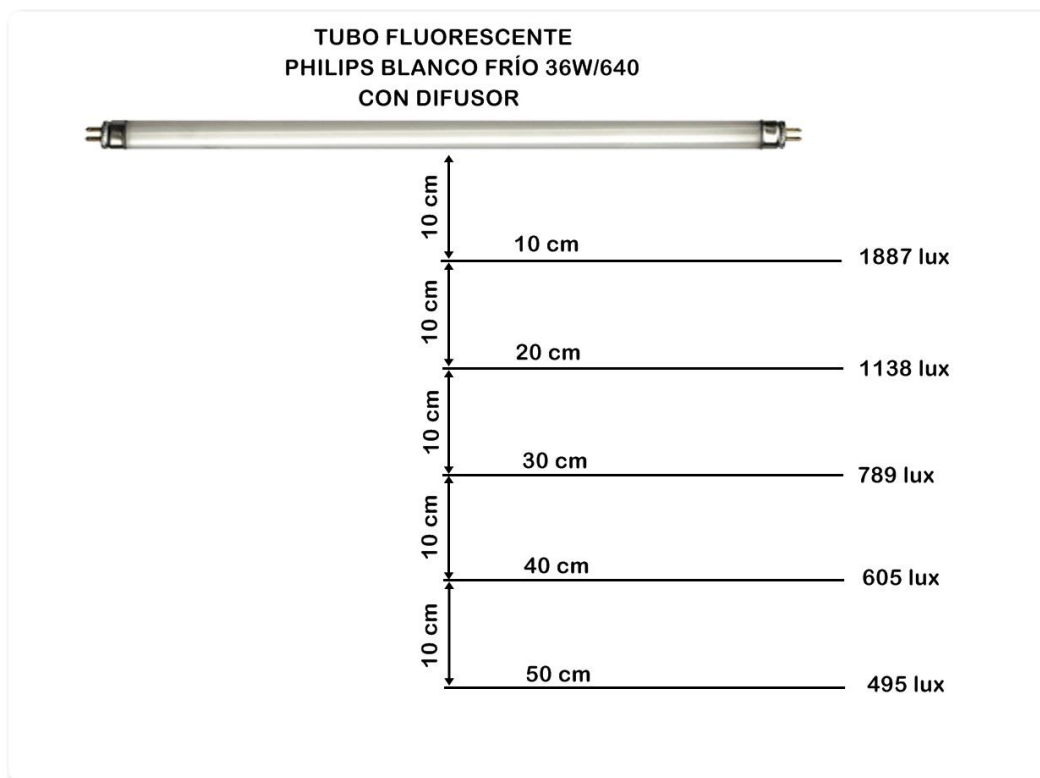


Imagen 29 – Blanco frío 36W/640 con difusor

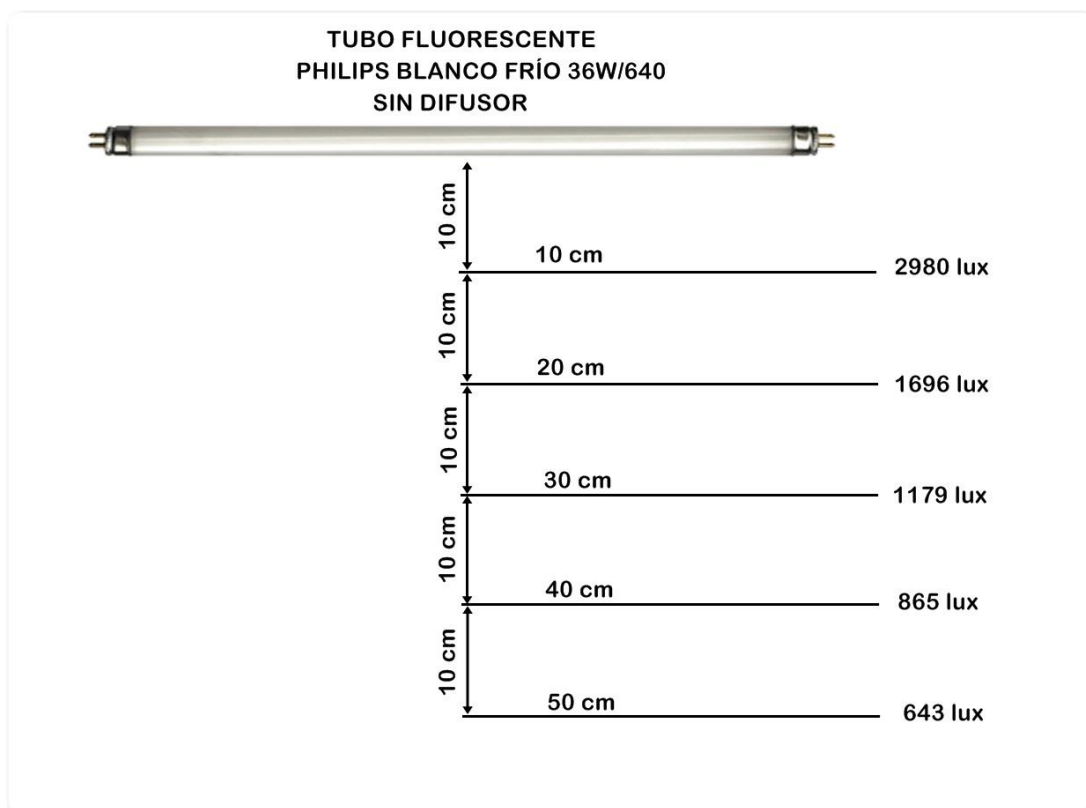


Imagen 30 – Blanco frío 36W/640 sin difusor

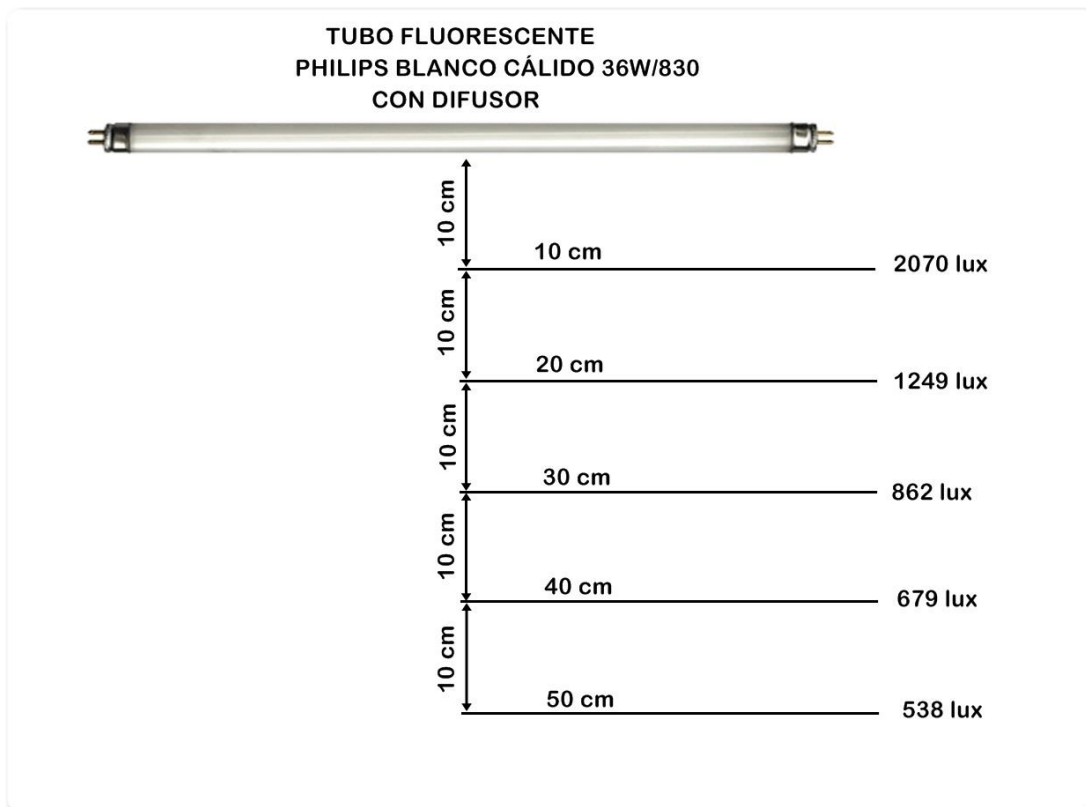


Imagen 31 – Blanco cálido 36W/630 con difusor

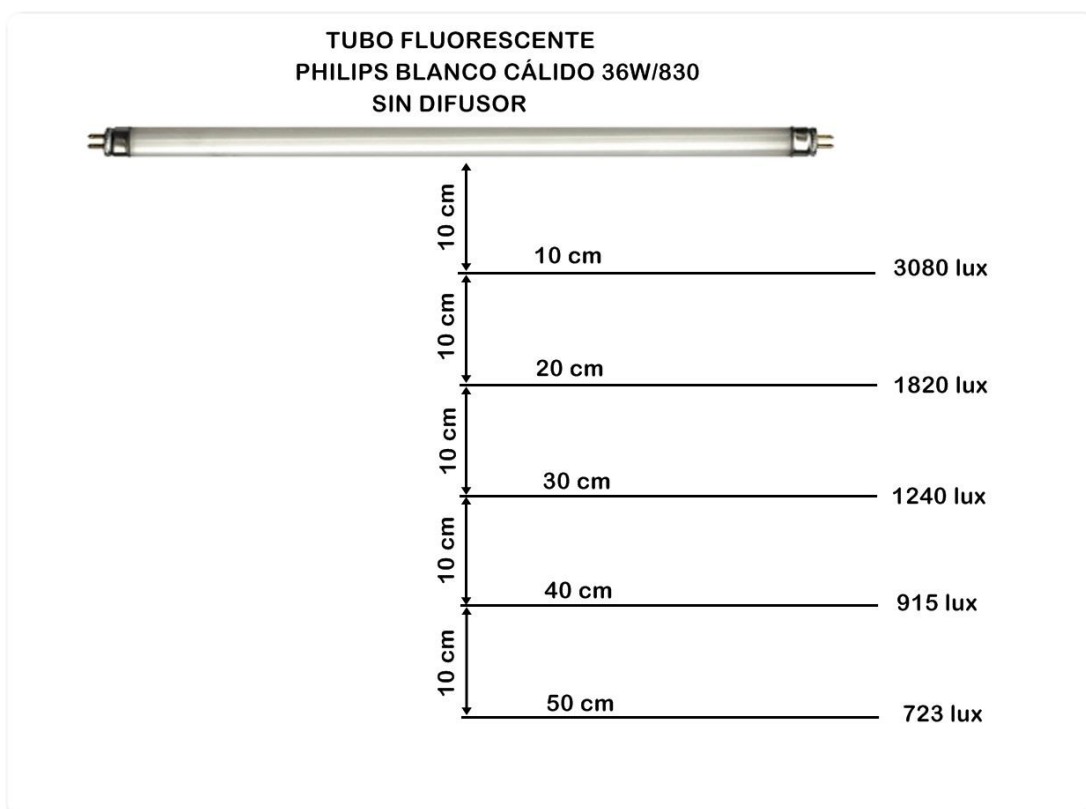


Imagen 32 – Blanco cálido 36W/630 sin difusor

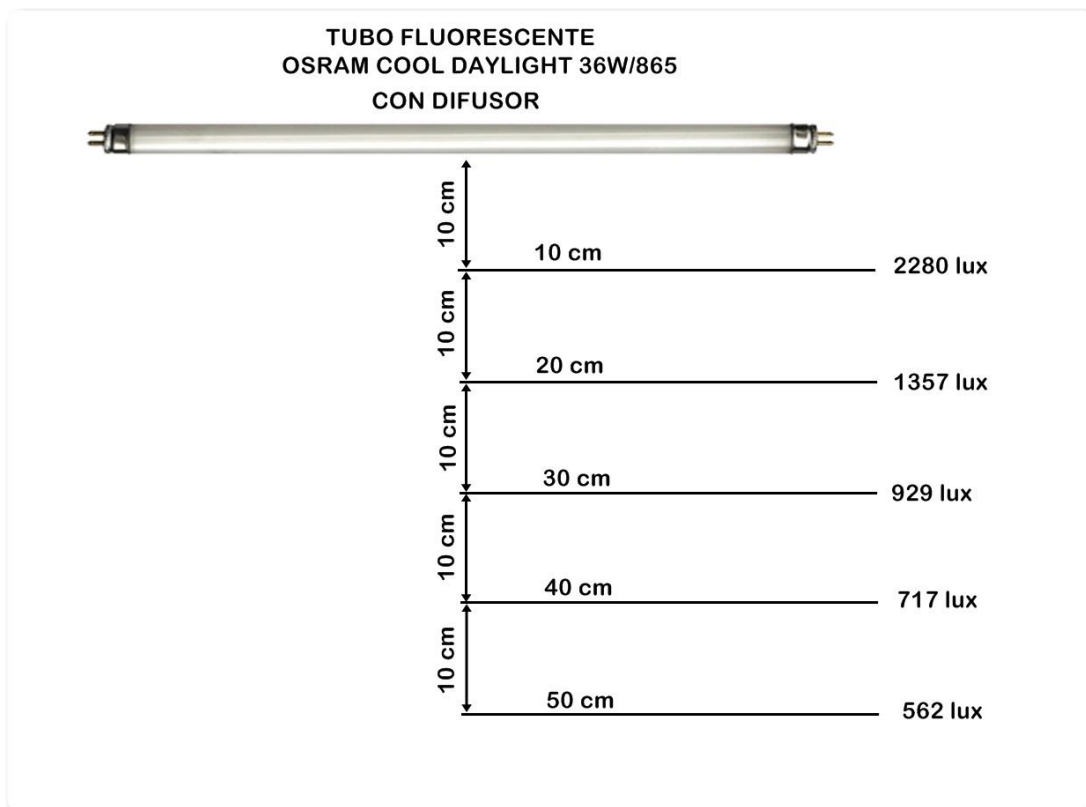


Imagen 33 – Luz día frío 36W/865 con difusor

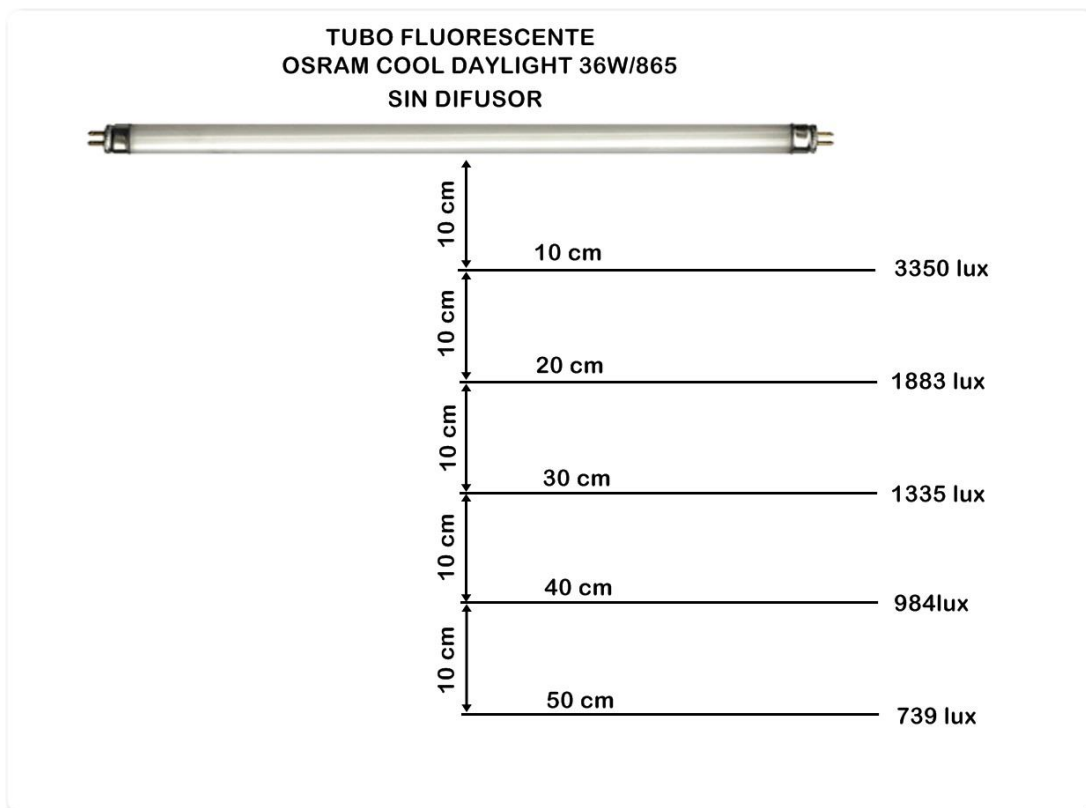


Imagen 34 – Luz día frío 36W/865 sin difusor

Para conseguir pequeños márgenes de regulación de la iluminación de la cabina con tubos fluorescentes, sin tener que cambiar de fuente de luz, podemos oscurecer las paredes de la cabina con objetos oscuros o pintura oscura, para que absorban la luz, y así conseguir menor iluminación dentro de la cabina. Si lo que deseamos es una mayor iluminación dentro de la cabina, podemos poner objetos claros o pintura de tonos claros que reflejen la luz.

LEDs

La iluminación LED ya es la iluminación en la actualidad en muchos hogares y se extenderá en un futuro inmediato, y debe serlo también en la iluminación en las cabinas de canto. Es muy sencillo y barato sustituir la iluminación fluorescente por iluminación de tiras de LED. Al igual que en los tubos fluorescentes debemos elegir el tono de luz o temperatura de color, también recomiendo luz neutra (4000°K-5000°K).

Habitualmente, en LEDs, se hablan de 3 grupos de temperatura de color:

Luz Cálida: Temperaturas de color entre 2800°K y 3500°K. Equivale a la luz que producían las bombillas incandescentes y los focos halógenos.

Luz Neutra: Temperaturas de color entre 3800°K y 4500°K, es la luz más natural. Se puede instalar en cualquier entorno que no requiera del matiz específico.

Luz Fría: Temperaturas de color de más de 5000°K. Equivale a la luz de un día muy soleado o nublado. Una de las ventajas de la luz fría es que con el mismo consumo aporta una mayor cantidad de luz lo que genera una percepción mayor de luminosidad.



Imagen 35- Temperatura de color LED

Los LEDs de la tiras pueden ser de diferentes tamaños, de las pruebas que he realizado, los que más luz emiten son los de tipo SMD5050. Los dígitos 5050 indica el

tamaño del LED, 5,0 mm x 5,0 mm en este caso. Existen tiras de LEDs que funcionan a 12v y a 24v. En principio es indiferente 12v o 24v, solo debemos de tener la fuente de alimentación adecuada, pero debemos de tener en cuenta el número de LEDs por cada metro. En ocasiones las tiras de 24v duplican el número de LEDs por metro. Esto no es ni bueno ni malo, simplemente iluminarían el doble. Con una tira de LEDs de 5 metros sería más que suficiente para una cabina. Si vemos que con una tira de 1,20 cm por cada lado no ilumina lo suficiente, podemos poner 2 tiras de 1,20 cm por cada lado. Las tiras LED tienen la ventaja de que las puedes cortar, debes hacerlo por las marcas impresas en la tira, y adaptarla al tamaño necesario.



Imagen 36- Tira de LEDs

Existen muchos modelos de tiras en el mercado, pero una sencilla es suficiente, su valor por internet alcanza un precio similar al repuesto de dos tubos fluorescentes de 36w.

Si utilizamos leds, podemos regular la intensidad de luz con reguladores o dimmers diseñados para las tensiones de trabajo de los leds. Pero debemos de tener en cuenta que si optamos por variar la intensidad de luz de modo electrónico, debemos mantener esa regulación exacta desde el inicio del concurso hasta el final, para mantener una intensidad de luz igual para todos los pájaros que intervengan en el concurso.

Elementos acústicos

Aunque se denomine a una parte de la cabina como elementos acústicos en realidad todos los elementos son acústicos, ya que todos los elementos tienen una respuesta cuando inciden las ondas sonoras que emite nuestro canario. Pero llamamos elementos acústicos a aquellos que han sido diseñados para ello, y que tienen la función específica de dirigir o controlar las ondas sonoras.

Absorbedores

La función de los absorbedores es la de absorber o atrapar el sonido impidiendo o mitigando los rebotes no deseados de las ondas sonoras.



Imagen 37a- Diseño



Imagen 37b- Estructura física (aglomerado de corcho)

Puede funcionar como absorbedor cualquier estructura diseñada para ello o cualquier material con gran capacidad para absorber el sonido como el corcho por ejemplo.

La ingeniería acústica nos permite diseñar absorbedores de múltiples formas, aquí solo muestro algunos ejemplos.

Los absorbedores de estructura física como el corcho, tienen la característica de que cuando recibe el impacto de una onda sonora, absorben gran parte de energía de la misma. No necesitan de ningún diseño, basta con colocar una plancha de este material y sus cualidades físicas harán todo el trabajo.

MATERIAL	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04
Ventana abierta	1	1	1	1	1	1
Placa de yeso	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Aglomerado de madera	0,47	0,52	0,5	0,55	0,58	0,63
Aglomerado de corcho	0,12	0,28	0,85	0,72	0,88	-

Existe mucha fama sobre materiales como buenos absorbentes acústicos como el poliexpan (poliestireno expandido) o los cartones de los huevos, ninguno de los dos tiene un gran coeficiente de absorción acústico.

Los absorbedores de estructura diseñada para la ocasión funcionan mejor o peor según su diseño. Este diseño debe responder a las necesidades de una cabina concreta. En los absorbedores de algunas cabinas que conozco, su diseño se basa en aprovechar el coeficiente de absorción de la madera, de ahí su construcción en madera. A la vez que se le incrustan aletas, también de madera, de forma enfrentadas dos a dos y con ángulos inferiores a 90°. Con este diseño lo que se consigue es que las ondas sonoras reboten entre las aletas y el tronco del absorbedor cíclicamente,

sabiendo que por cada rebote que se produzca entre las aletas y el tronco, parte de la energía de esas ondas se absorbe, consiguiendo así, que gran parte de las ondas que inciden en el absorbedor desaparezcan, eliminando así los rebotes. Aunque en la práctica no se eliminan todos los rebotes, porque es muy difícil conseguir el absorbedor perfecto.

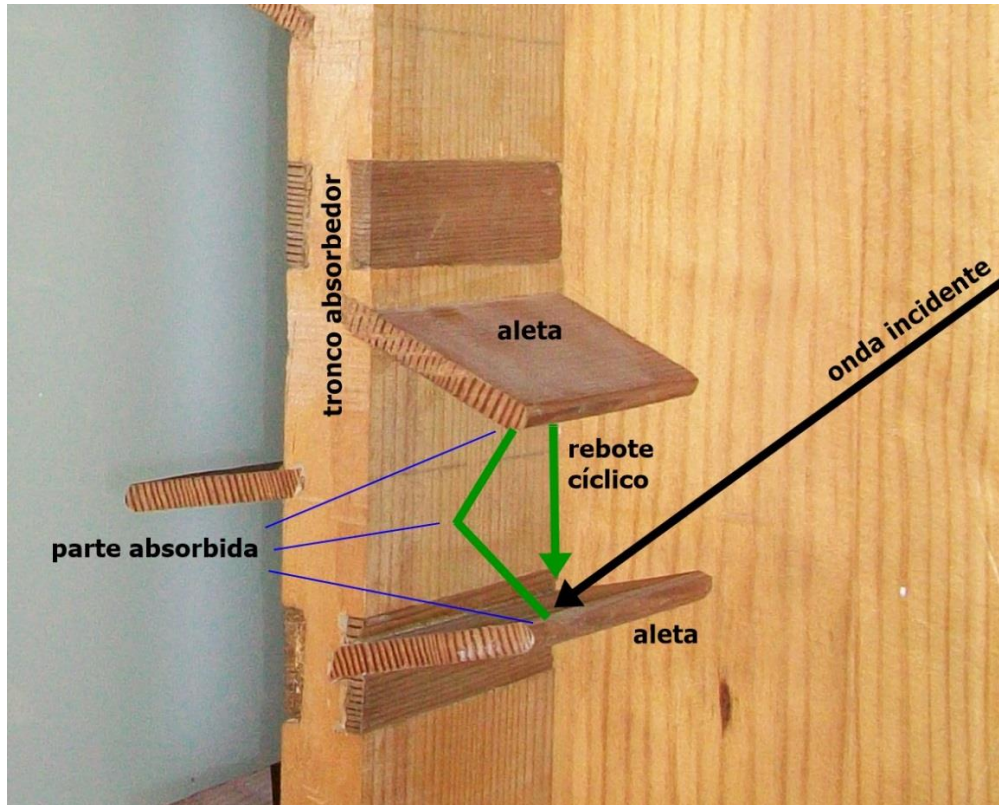


Imagen 38 – Absorción por rebote cíclico



Imagen 39 – Atenuación sonido

Aunque ya existen absorbedores que combinan el diseño acústico con materiales muy absorbentes, acústicamente hablando, que funcionan muy bien, pero que no resultan muy económicos.



Imagen 40 – Absorbedor no económico

Reflectores

La función de los reflectores es reflejar o dirigir las ondas sonoras hacia donde lo deseemos, generalmente hacia los absorbentes.

Generalmente, en las cabinas de canto, nos encontramos reflectores en forma de cristal, aunque también existen cabinas con reflectores de madera.



Imagen 41 – Cabina con cristales a modo de reflectores

Se utiliza cristal transparente porque permite, a los oyentes de la sala de enjuiciamiento, ver a los pájaros cuando están dentro de la cabina.

Los reflectores tienen la característica física de que poseen un coeficiente de absorción muy bajo, y por lo tanto casi toda la energía de la onda sonora incidente en ellos la rebotan o reflejan, como si fuesen un espejo.

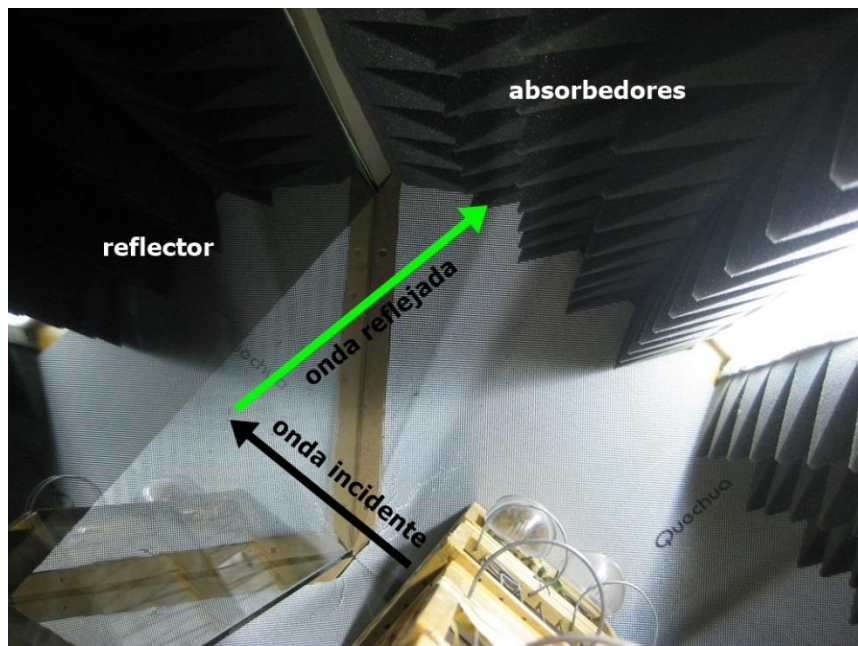


Imagen 42 – Reflector

No obstante, cualquier superficie de la cabina con poco coeficiente de absorción se comportará como un reflector, no tienen por qué ser reflectores diseñados para tal efecto. Pueden ser otros componentes de la cabina, que aunque hayan sido diseñados para otro cometido, también se comporten como reflectores, por ejemplo, el suelo de la cabina, los difusores de la iluminación, u otros componentes, como he dicho, de bajo coeficiente de absorción.

Difractores

La función de los difractores es dispersar el sonido en la dirección deseada.

Los difractores se utilizan para que el sonido del canto del canario llegue al oyente de la sala de enjuiciamiento de forma directa, dispersado. El difractor más utilizado en las cabinas de canto actuales es una malla o redcilla plástica.



Imagen 43a - Malla

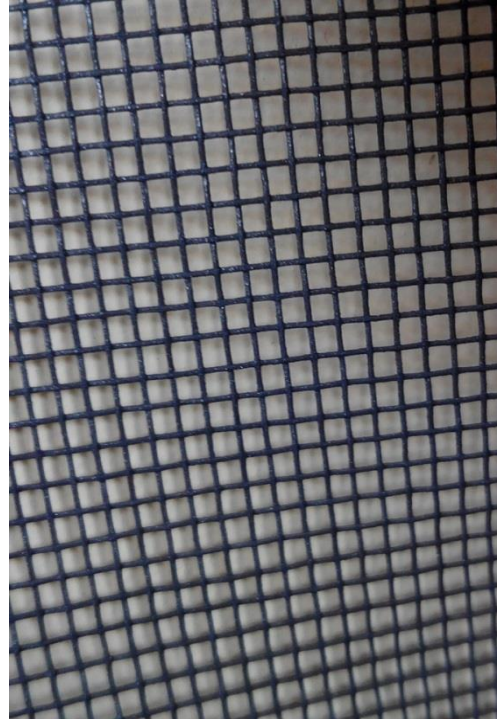


Imagen 43b - Primer plano malla

La malla o redecilla de plástico, posee la característica de que ni refleja ni absorbe, simplemente, por su estructura, permite el paso de las ondas sonoras. El paso de las ondas sonoras se produce porque, estas, son capaces de rodear los estrechos hilos que forman la red y colarse por los orificios, dispersándose. Haciendo un símil hidráulico, es el mismo efecto que se produce cuando el agua pasa por la cabeza de la ducha. El agua serían las ondas sonoras de nuestro canario, la cabeza de la ducha sería la malla (difractor o dispersor), la dispersión del agua al salir de la ducha sería algo similar a como recibiríamos las ondas sonoras del canto del canario si estamos situados en la parte trasera de la cabina en la posición de público u oyente.

Las mallas o redecillas son una solución muy buena en las cabinas de canto porque, aparte de no influir negativamente en el funcionamiento acústico de la cabina, permite que desde el interior de la cabina, donde está situado el pájaro, no se aprecie lo que hay al otro lado de la malla, siempre que no haya luz en la sala. De esta forma, el pájaro se encontrará tranquilo durante su interpretación, y no se distraerá al observar la presencia del público al otro lado de la malla.

Elementos complementarios

La función de los elementos complementarios de la cabina de canto es hacer más cómodo el manejo de la cabina, ya sea al ensamblarla o desensamblarla, o a la hora de su utilización durante el enjuiciamiento.

Cierre de ensamblaje rápido



Interruptor luz



Base sobre la que se asentará la cabina



Imagen 44 – Elementos complementarios

Y todo lo que se nos ocurra para una mayor comodidad...

Equilibrio entre absorción y rebotes en la cabina

Para sacarle el mayor partido a la cabina de canto debe existir un equilibrio entre la absorción y los rebotes de las ondas sonoras.

Si no eliminamos el exceso de rebotes el sonido de la cabina será caótico, no apreciaremos si la dicción del pájaro es buena o no, entre otras cosas, ya que nunca escucharemos los sonidos nítidos. En definitiva, no llegaremos a apreciar la belleza del canto, y por lo tanto no valoraremos correctamente al cantautor, es indiferente si nos encontremos en la zona del juez o en la zona del oyente como público en la parte trasera de la cabina.

Si por el contrario, eliminamos en exceso los rebotes corremos el riesgo de que el sonido de la cabina resulte apagado. Aunque escucharemos con nitidez el canto de nuestro canario, sonará tan apagado que parecerá que el pájaro tiene poca potencia de voz o una voz tenue, porque nuestro oído no está acostumbrado a escuchar sin rebotes. Manteniendo algunos rebotes de las ondas sonoras, conseguimos un pequeño efecto de reverberación, que le da calidez a los sonidos espectaculares.

Por lo tanto, como en cualquier concierto en directo, ya sea el mejor intérprete del mundo, lo que se busca es el punto correcto de reverberación, eliminando los rebotes perjudiciales, para que la interpretación suene lo mejor posible y emocione al oyente.

La sala de enjuiciamiento.

De poco sirve tener la mejor cabina del mundo si la sala de enjuiciamiento no reúne unas condiciones mínimas. Consideraremos como condiciones mínimas que no exista ningún tipo de contaminación lumínica ni acústica, que pueda intervenir en el desarrollo del enjuiciamiento:

- Ruidos desde el exterior o interior de la sala que interfieran en la audición.
- Luces que interfieran con la iluminación de la cabina.

Los ruidos procedentes del exterior o interior de la sala pueden interferir en la actuación de nuestros pájaros. Los pájaros pueden asustarse con un sonido fuerte y no cantar. Con sonidos débiles esto no debería ocurrir, ya que doy por hecho que los pájaros que entran en cabina tienen cierto entrenamiento para que canten en un concurso.

Hay sonidos que son inevitables y que no podemos hacer nada para evitar que entren en la sala de enjuiciamiento, como puede ser el ruido producido por el paso de un avión. Pero hay otros sonidos que sí podemos evitar, como por ejemplo las conversaciones de los criadores en tono alto, en la puerta de la sala de enjuiciamiento, que a veces no nos damos cuenta del ruido que producimos. Basta con trasladar la conversación a otro lugar.

En cuanto a la contaminación lumínica en la sala podemos evitarla bajando las persianas de las ventanas. En el caso de las ventanas no tengan persianas o las persianas no bloqueen toda la luz procedente del exterior, podemos tapar las ventanas con telas o papeles opacos para bloquear la luz del exterior. Si no bloqueamos la luz del exterior, esta puede iluminar lo suficiente como para que el pájaro pueda apreciar el público oyente sentado en la sala, y se sienta nervioso o desconfiado. En estas condiciones puede que el pájaro no “rinda” lo suficiente, puede que no cante, y si lo hace, puede que lo haga de forma entrecortada.

Interacción entre la cabina de canto y la sala de enjuiciamiento o sala de audición

Como ya he dicho, de poco vale tener la cabina perfecta si la sala de enjuiciamiento no reúne unas condiciones mínimas. La sala de enjuiciamiento no es más que una gran cabina de canto. En las salas de enjuiciamiento debemos tener en cuenta la reverberación. La reverberación es el fenómeno acústico de reflexión que se produce en un recinto o sala cuando una onda sonora incide contra las paredes, suelo y techo de dicho recinto o sala. El parámetro que nos permite cuantificar el grado de reverberación de una sala es tiempo de reverberación, siendo el tiempo, en segundos, que transcurre desde que cesa de cantar el pájaro hasta que se hace el silencio.

En toda sala de enjuiciamiento hay un tiempo de reverberación, y es conveniente que exista un tiempo de reverberación para obtener un buen sonido. La única forma de convertir una sala de enjuiciamiento en una sala sin reverberación sería convirtiéndola en una sala anecoica, pero para el caso que nos ocupa, como es la actuación en vivo y en directo de nuestros canarios, debemos permitir un poco de reverberación, de lo contrario sonarían muy apagados e incluso ellos mismos, que necesitan oírse durante su interpretación, se sentirían raros y no “rendirían” correctamente.

El problema de la reverberación surge cuando los tiempos de reverberación son altos (rebotes muy largos). Con los tiempos de reverberación altos la escucha de los sonidos, tanto por el juez como por el público asistente, es caótica, molesta, y en casos de tiempos de reverberación muy altos imposible de interpretar los sonidos que llegan a nuestro oído.

Un ejemplo de tiempo de reverberación muy alto es cuando asistimos a una charla en un recinto no preparado para ella y por lo tanto con tiempo de reverberación alto,

escuchamos al ponente con un nivel de volumen bueno, pero no somos capaces de saber qué es lo que está diciendo, porque se escucha fatal, no con un nivel bajo, sino que somos capaces de entender las palabras o frases que dice.

Una forma sencilla de evitar tiempos de reverberación altos, es evitando utilizar una sala de grandes dimensiones sin que esté preparada acústicamente para absorber las reflexiones de los sonidos.

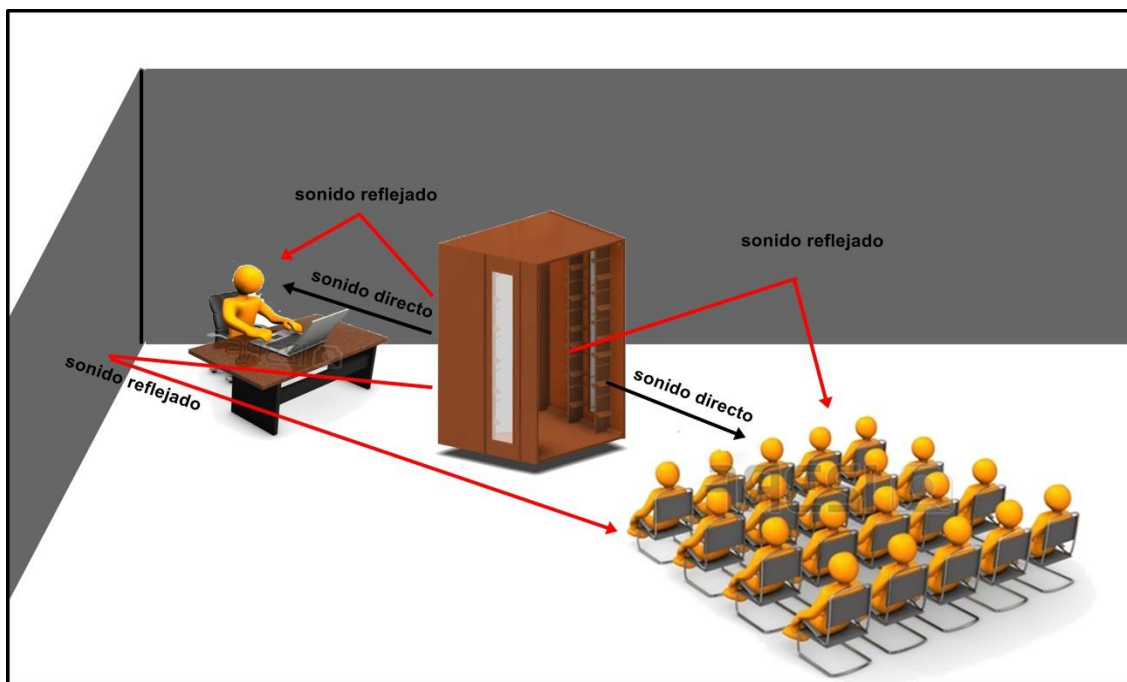


Imagen 45 – Sala de enjuiciamiento

EL SISTEMA AUDITIVO

Hasta ahora hemos visto como viaja el sonido o las ondas sonoras que emiten nuestros canarios al interpretar su canto.

Ahora veremos como ese canto llega a nuestros oídos, y la forma que tiene nuestro sistema auditivo para procesarlo e identificarlo.

Nuestro sistema auditivo está formado por dos partes diferenciadas:

- Oído.
- Cerebro.

¿Cómo funciona nuestro oído?

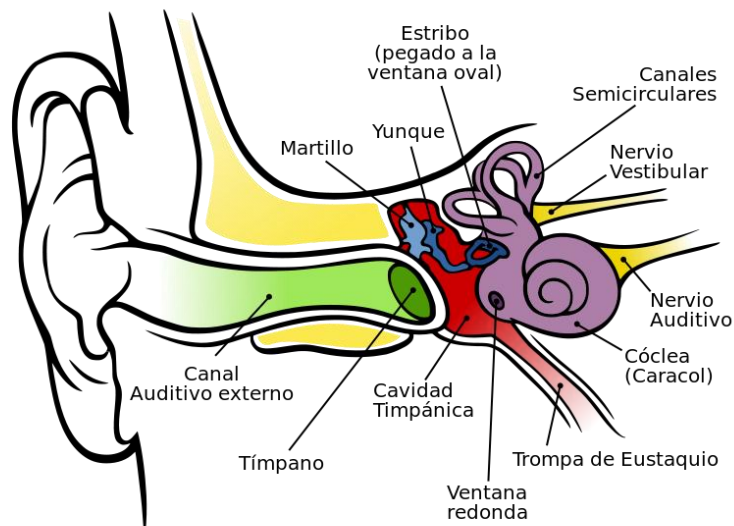


Imagen 46 – Oído completo

¿Conoces el silencio absoluto? Tal vez no, el sonido está por todas partes de nuestra vida cotidiana y por supuesto en nuestra vida canaril. Nuestro sistema auditivo nos permite escuchar un sonido tan débil como el que producen nuestros canarios cuando se acicalan las plumas, hasta un sonido fuerte como puede ser el canto estridente de un macho encelado.

Para un canaricultor de canarios de Canto Discontinuo es muy importante mantener en buenas condiciones el sistema auditivo, para escuchar el canto de nuestros canarios y valorarlo en función de nuestros objetivos preestablecidos en la selección de los ejemplares.

Para los jueces de canto, es primordial tener un sistema auditivo en buenas condiciones, ya que lo que plasmen en la planilla, dependerá directamente de cómo capte su sistema auditivo el canto del canario durante el enjuiciamiento.

El oído es el encargado de captar los sonidos que viajan por el medio y transformarlos en impulsos eléctricos que, posteriormente, nuestro cerebro interpretará. Está formado por tres secciones diferentes: el oído externo, el oído medio y el oído interno. Estas partes trabajan juntas, para que podamos oír y procesar sonidos todo el día, cada día.

El oído externo: capta el sonido en forma de canto.



Imagen 47 – Oído externo

El oído externo recibe también el nombre de oreja o aurícula, esta es la parte visible de nuestro oído. La oreja tiene un funcionamiento similar al de una antena parabólica, o al de un embudo. Lo que hace es recoger el canto o sonido de nuestros pájaros y concentrarlo o guiarlo hasta el orificio llamado canal auditivo. Este canal o conducto auditivo es el encargado de llevar el sonido hasta el oído medio, donde se encuentra el tímpano. Este conducto mide unos 2,5 cm de longitud, aproximadamente, y está formado por unos pelillos, que impiden la entrada de la suciedad, y por unas glándulas productoras de cerumen. La cera o cerumen tiene unos componentes químicos especiales que combaten las bacterias, para evitar que estas lesionen la piel dentro del conducto auditivo, provocando infecciones. También atrapa partículas de suciedad para ayudar a mantener el conducto auditivo limpio.

Es importante conocer la orientación que debemos darle a nuestra cabeza, y por lo tanto a la oreja en función de la posición en la que se encuentre el pájaro que deseamos escuchar. La posición de la oreja nos permite identificar cuál de los pájaros de la torre está cantando. La razón es que, en función de cómo tengamos colocada la cabeza con respecto a la fuente de sonido, la fase con la que cada una de nuestras orejas recibe el sonido cambia. Cambia, porque el sonido recorre distintas distancias, desde la posición donde el pájaro está cantando, hasta una oreja o a la otra. Estos cambios de fase ayudan a nuestro cerebro a identificar el pájaro que está cantando.

El oído medio: transforma el canto en movimientos mecánicos



Imagen 48 – Oído medio

La función del oído medio es recoger las ondas de sonido, en forma de canto, que recibe del oído externo, transformarlas en movimiento mecánico para hacerlas llegar hasta el oído interno. Esto lo hace usando el tímpano, órgano que en realidad separa el oído externo del oído medio, y los tres huesos más pequeños y delicados del cuerpo humano llamados osículos. El tímpano es una membrana muy delgada adherida al primer osículo, un pequeño hueso llamado martillo. Esta membrana mide aproximadamente 1 cm de diámetro y vibra libremente en función de las ondas que inciden en ella desde el canal auditivo. El martillo está unido a otro pequeño hueso llamado yunque. Y finalmente, el yunque está unido al hueso más pequeño de todo el cuerpo humano, el estribo.

Cuando las ondas de sonido llegan al tímpano por medio del conducto auditivo, éste, empieza a vibrar mecánicamente, las vibraciones se transmiten a los tres pequeños huesos el martillo, el yunque y el estribo, también en forma de movimiento mecánico. Estos tres huesos transfieren estos movimientos a la parte más profunda del oído, llamada oído interno.

El tímpano, dispone de un conducto de seguridad llamado Trompa de Eustaquio, que va desde la cara de la membrana situada en el oído medio hasta la garganta.

En nuestra vida cotidiana sufrimos distintos cambios de presión, si subimos a una montaña, la masa de aire que soporta nuestro cuerpo es menor que si nos

encontramos en un valle, por lo tanto, la presión es menor. Cuando buceamos o nos sumergimos en el agua la presión que soporta nuestro cuerpo es mayor.

La trompa de Eustaquio se encarga de compensar la presión en ambos lados del tímpano, para que este vibre o se mueva libremente. Si la diferencia de presión entre el exterior y el oído medio fuesen grandes, el tímpano podría sufrir lesiones permanentes. Normalmente la Trompa de Eustaquio permanece cerrada a menos que la diferencia de presión entre el oído externo y el medio la active. Probablemente hayas sentido cómo se abre la trompa de Eustaquio si has viajado en avión o has subido a una montaña. Cuando estás a una altura muy elevada, como cuando vuelas, sientes como tus oídos se "destapan". En realidad es la trompa de Eustaquio que se abre para asegurarse de que la presión del aire es la misma en ambos lados del tímpano.

Una de las acciones de los buceadores antes de meterse en el agua es comprobar que son capaces de "compensar", es decir, son capaces de abrir la trompa de Eustaquio, para evitar lesiones en el oído. Un simple catarro puede obstruir, con mucosidad, esta trompa o conducto. Cuando los canaricultores no somos capaces de "compensar", debido a un catarro, a diferencias de presión, etc., nuestro tímpano no vibra libremente, podemos decir que está "frenado". Si escuchamos sonidos con el tímpano "frenado" notaremos que perdemos percepción de los sonidos más agudos, y así es. Por eso cuando los oídos se "destapan", cuando se abre la trompa de Eustaquio, tenemos la sensación de que escuchamos mejor, y así es, porque recuperamos la libertad del tímpano, con la correspondiente audición de los sonidos agudos.

El oído interno: transforma el sonido en señales nerviosas

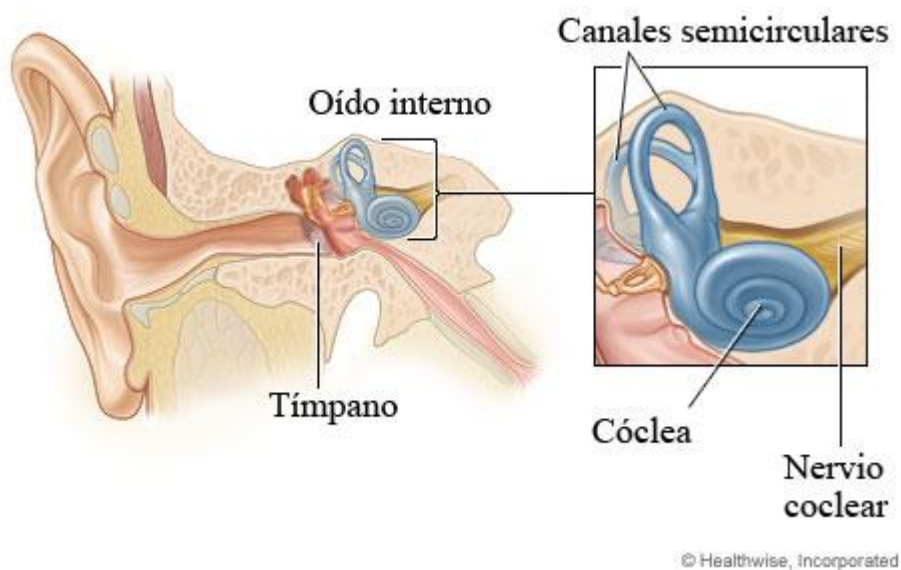


Imagen 49 – Oído interno

Después de que el sonido emitido a través del canto de nuestros canarios se convierta en vibraciones mecánicas en el oído medio, el último huesecillo, el estribo, envía estas vibraciones al oído interno. Las vibraciones llegan a la cóclea, un conducto pequeño y en forma de caracol. La cóclea está llena de líquido y recubierta de células con miles de pelitos en la superficie llamadas células ciliadas. Estos pelitos sólo pueden verse con un microscopio.

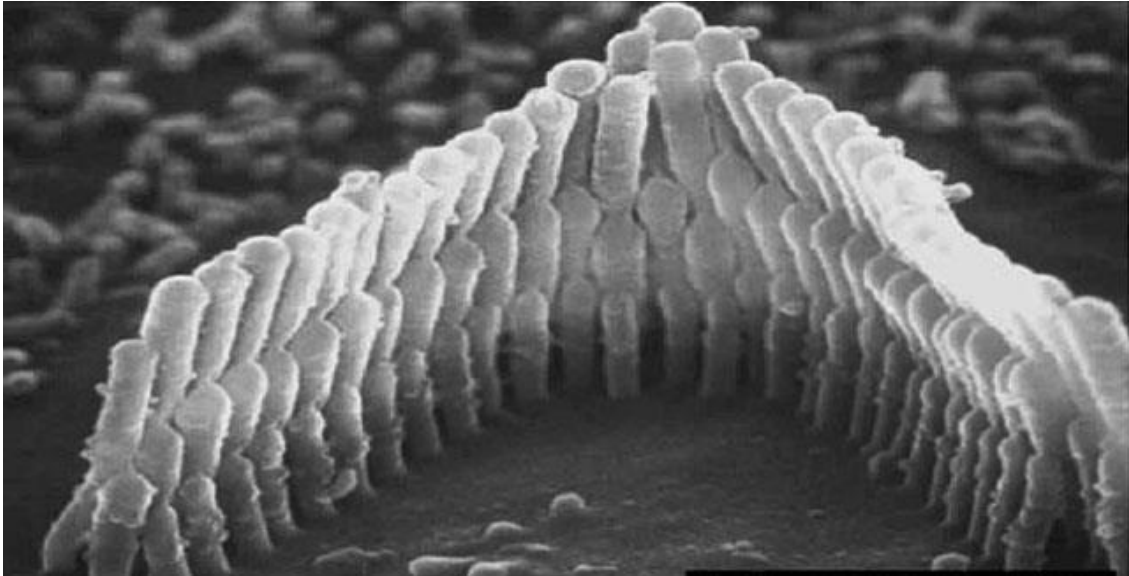


Imagen 50 – Conjunto de células ciliadas sanas

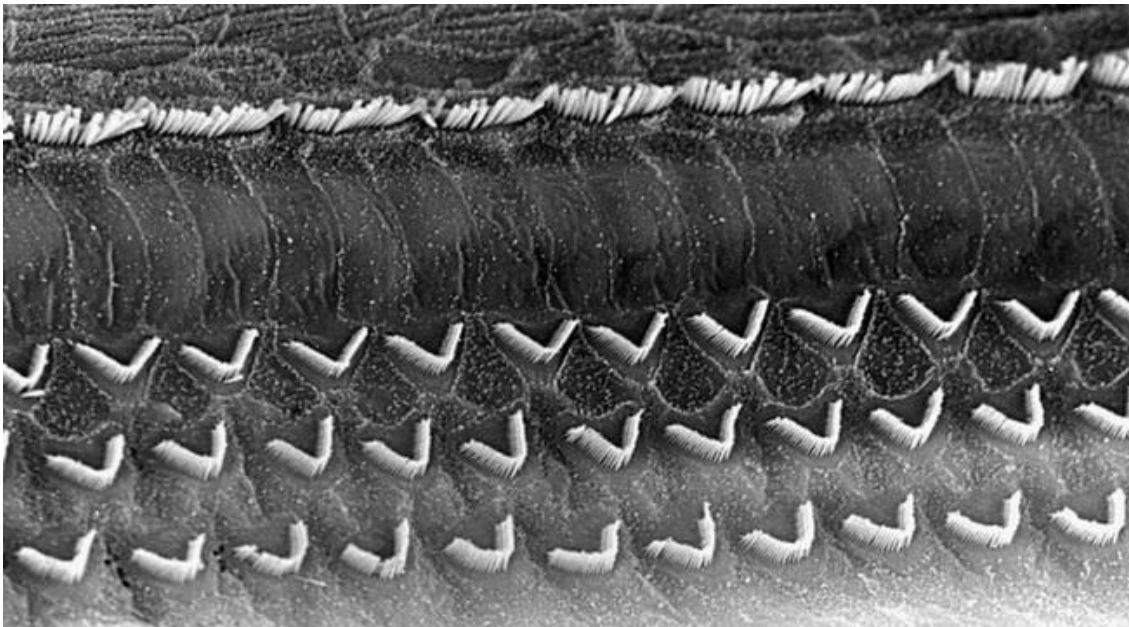


Imagen 51 – Población de células ciliadas sanas

Cuando las vibraciones del sonido tocan el líquido de la cóclea, el líquido empieza a vibrar. Y cuando lo hace, esos pelitos se mueven. Los pelitos convierten estas vibraciones en señales nerviosas para que el cerebro pueda interpretar el sonido.

Desgraciadamente estas células empiezan a morir desde el momento en que nacemos, y las que registran las frecuencias más altas (sonidos agudos) son las primeras en morir. El punto más álgido de la gama de frecuencias que podemos oír, lo encontramos cuando cumplimos los 10 años de edad, aproximadamente, a medida que envejecemos la gama de frecuencias que podemos escuchar se reduce.

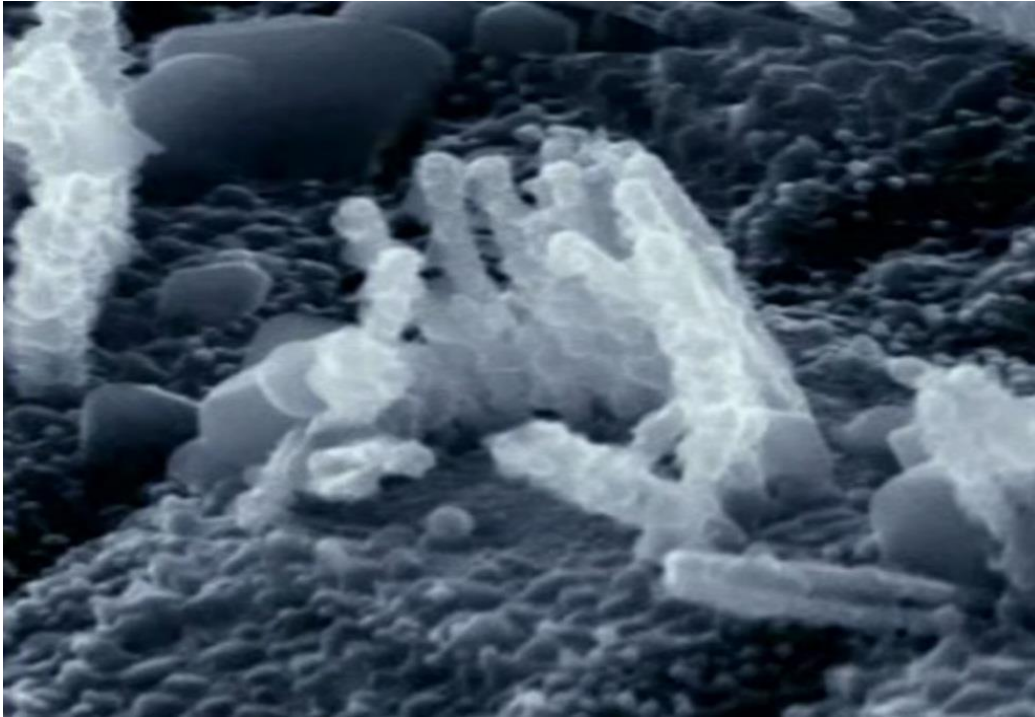


Imagen 52 - Conjunto de células ciliadas deterioradas

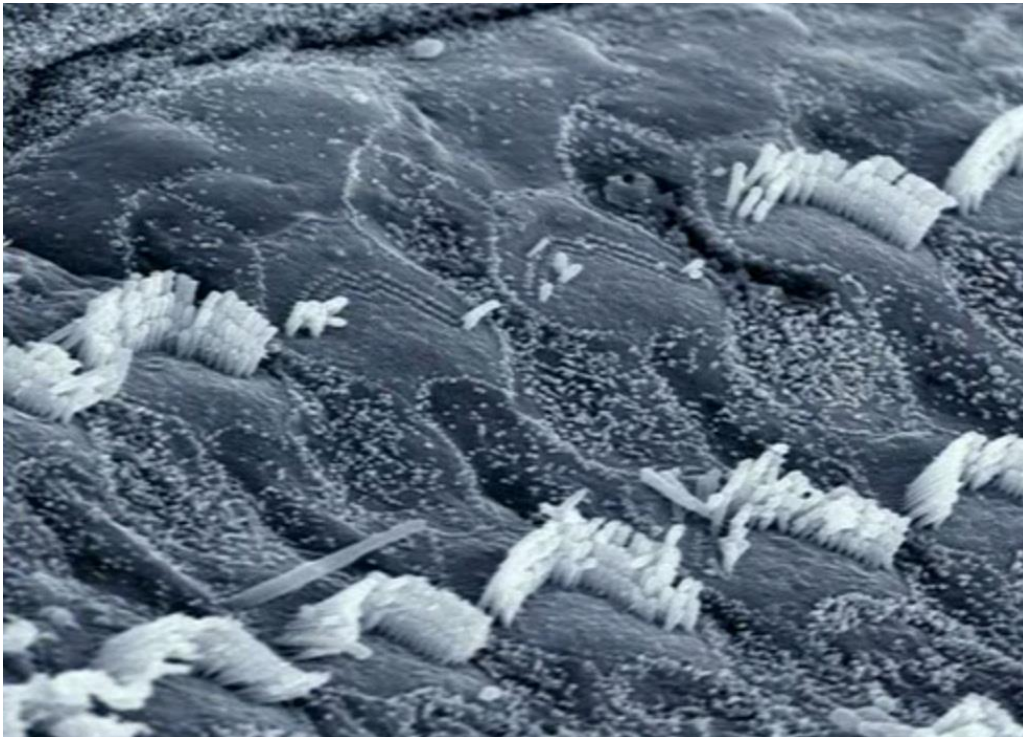


Imagen 53 - Población de células ciliadas destruida

En algunas personas la pérdida de estas células, es muy acusada, ya sea por causa genética o por accidentes (explosiones o exposición a ruidos altos durante mucho tiempo), y en otras no es tan acusada.

Como la pérdida de audición es progresiva, es probable que no nos demos cuenta de si hemos perdido mucha o poca audición.

Considero importante que el canaricultor de canarios de canto controle este aspecto, ya que es un punto a tener en cuenta. De este modo, sabremos hasta donde podemos llegar para identificar aspectos del canto de nuestros canarios.

Una simple audiometría que nos pueden hacer en una revisión médica laboral nos puede decir el grado de pérdida auditiva en el que nos encontramos. Si esta audiometría revelase un problema auditivo, podríamos corregirlo.

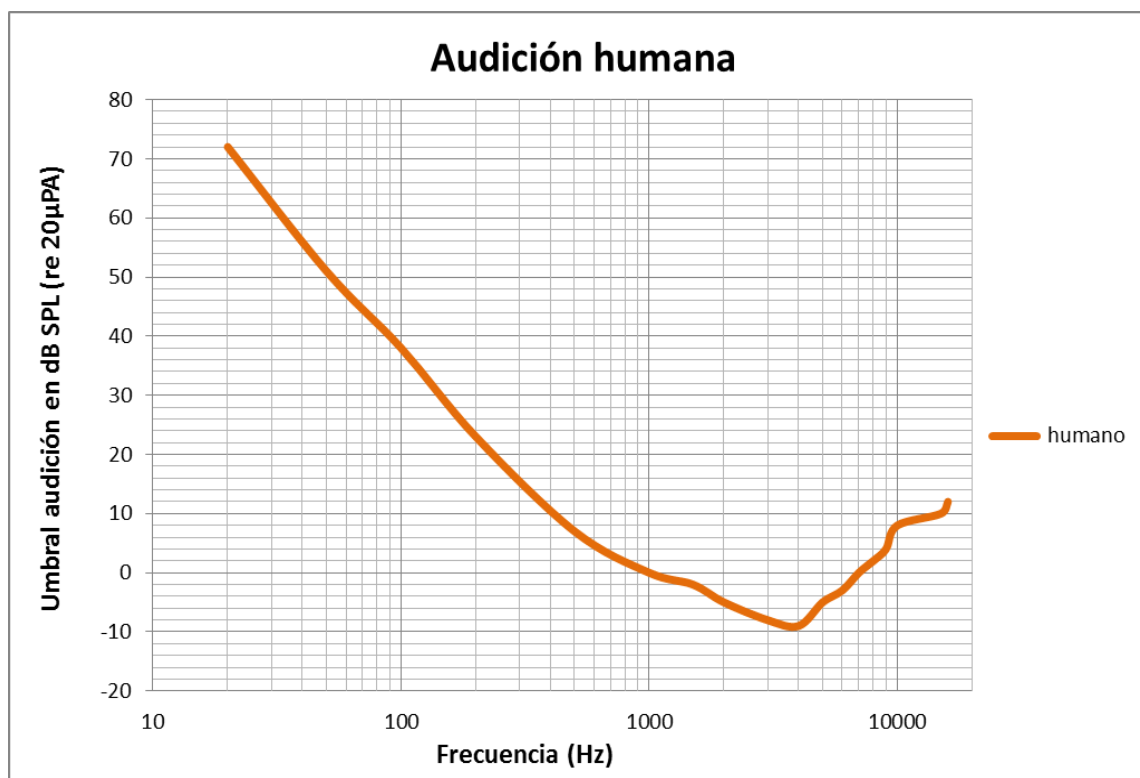


Imagen 54 – Umbral audición humanos

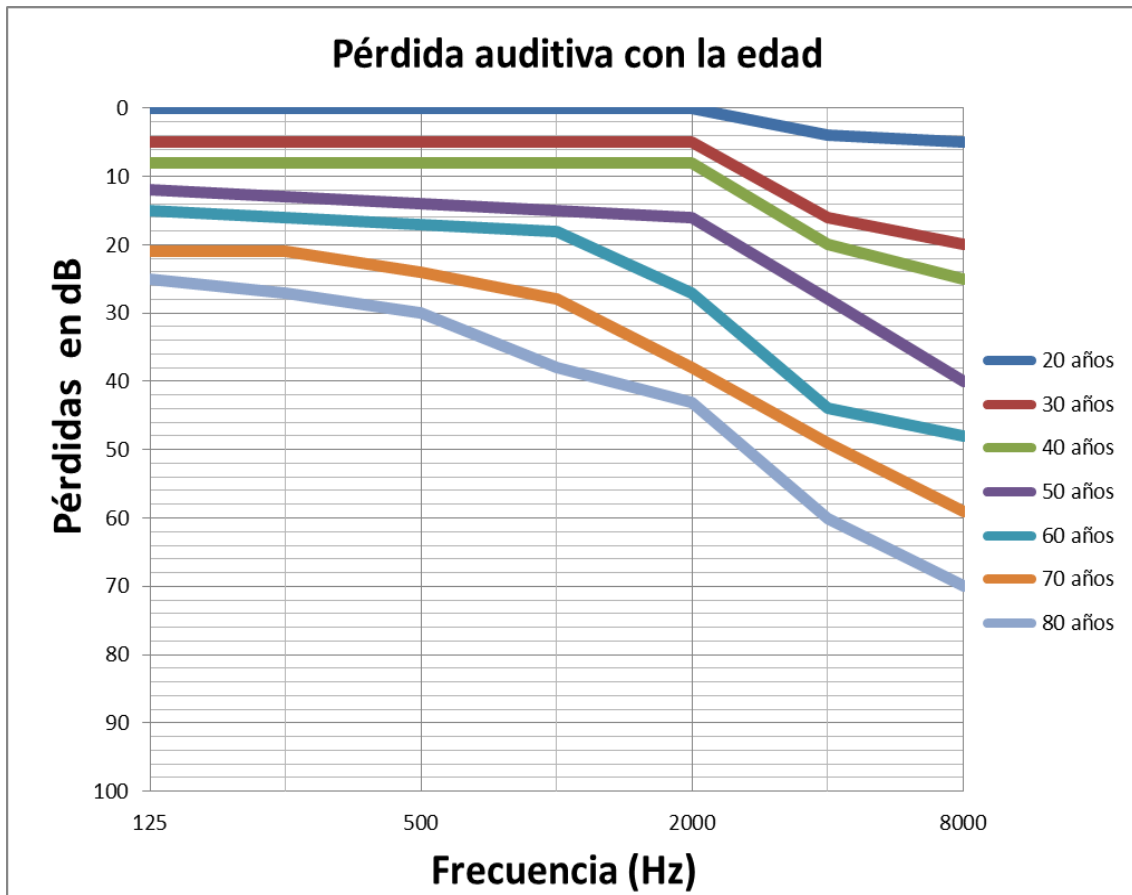


Imagen 55 – Pérdida auditiva de los humanos con la edad

De cara a los enjuiciamientos, creo que los Colegios de Jueces deberían controlar este aspecto de forma obligatoria para sus jueces de canto en activo. Al igual que creo que no sería correcto que una persona que sufra problemas visuales y estos no sean corregidos, enjuicie canarios de color o postura, tampoco sería correcto que una persona enjuiciase canarios de canto si sus facultades auditivas no están en condiciones normales. Aunque esta opinión es exclusivamente personal.

El Cerebro

El cerebro recibe los sonidos en forma de señales nerviosas a través del oído interno. Al recibir estas señales nerviosas, el cerebro reaccionará agradablemente, o no, en función de la canción que emita el pájaro.

Pero para llegar a desmembrar la interpretación del pájaro, voz, ritmo, complejidad, musicalidad, diferentes notas, etc., el cerebro necesita de un entrenamiento. Necesita de un proceso de aprendizaje por el cual aprenda a comparar los sonidos, en nuestro caso en forma canto de un canario discontinuo.

Durante un proceso de años, a base de escuchar muchos pájaros discontinuos, nuestro cerebro va almacenando estos sonidos en un “almacén” o banco de memoria auditiva. En este banco de memoria, clasifica los sonidos desde los malos o no deseados, hasta los buenos o deseados. Cuando este banco de memoria tiene

suficientes patrones es cuando el cerebro es capaz de identificar los aspectos de la canción de un pájaro, voz, ritmo, notas, etc.

Cuando nuestro oído capta la voz de un pájaro, inmediatamente y sin darnos cuenta, nuestro cerebro de canaricultor compara lo que escucha, con lo que tiene en su banco de memoria e identifica esa voz, catalogándola de Óptima, Buena, Regular o Mala.

En muchísimas ocasiones la memoria se pierde o se olvida, también la memoria auditiva, por eso el canaricultor debe reponer o reciclar esa memoria año tras año.

De los canaricultores que tienen entrenado su cerebro surgen los jueces, que no son más que simples canaricultores que han asumido el papel de reflejar en una planilla lo que su oído capta y su cerebro identifica e interpreta.

Si un canaricultor escuchara por primera vez el canto de un canario discontinuo no sabría valorarlo en referencia a su código de canto, ya que no tiene en su banco de memoria esos sonidos para poder compararlos, pero si sabrá si esos sonidos que escucha procedentes de este tipo de canario le resultan agradables o desagradables.

BIBLIOGRAFÍA

ROBERT C. BEASON - What can birds hear?

ELIZABETH F. BRITTAN-POWELL, ROBERT J. DOOLING, BRENDA RYALS, AND OTTO GLEICH - Electrophysiological and morphological development of the inner ear in Belgian Waterslager Canaries.

GEOFFREY A. MANLEY, OTTO GLEICH - Evolution and Specialization of Function in the Avian Auditory Periphery.

PETER MARLER - Science and birdsong: the good old days.

SARAH COLLINS - Vocal fighting and flirting: the functions of birdsong.

HENRIKE HULTSCH, DIETMAR TODT - Learning to sing.

DON KROODSMA - The diversity and plasticity of birdsong.

PETER MARLER - Bird calls: a cornucopia for communication.

HANS SLABBEKOORN - Singing in the wild: the ecology of birdsong.

ROBERT DOOLING - Audition: can birds hear everything they sing?

ERICH D. JARVIS - Brains and birdsong.

RODERICK A. SUTHERS -How birds sing and why it matters.

CAREL TEN CATE - Birdsong and evolution.

JEFFREY PODOS, STEPHEN NOWICKI - Performance limits on birdsong.

SANDRA L.L. GAUNT, D. ARCHIBALD MCCALLUM- Birdsong and conservation.

MEREDITH J. WEST, ANDREW P. KING, AND MICHAEL H. GOLDSTEIN - Singing, socializing, and the music effect.

ROBERT J. DOOLING, SUSAN S. PETERS, MARGARET H. SEARCY - Auditory sensitivity and vocalizations of the field sparrow (*Spizella pusilla*).

ROBERT J. DOOLING - Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines.

OLE NÆSBYE LARSEN, FRANZ GOLLER - Direct observation of syringeal muscle function in songbirds and a parrot.

A. M. UCHIDA, R. A. MEYERS, B. G. COOPER, F. GOLLER - Fibre architecture and song activation rates of syringeal muscles are not lateralized in the European starling.

RODERICK A. SUTHERS DANIEL MARGOLIASH - Motor control of birdsong.

OTRAS FUENTES

<http://www.xeno-canto.org>

<http://www.cochlea.eu>