

# Beneficios y consecuencias del recorte de pico en la productividad: Aspectos anatómicos, fisiológicos y neurobiología del dolor

Daniel Mota Rojas<sup>1\*</sup>, Agustín Orihuela<sup>2</sup>, Ismael Hernández Ávalos<sup>3</sup>, Adriana Domínguez Oliva<sup>1</sup>, Alejandro Casas Alvarado<sup>1</sup>, Pamela Anahí Lendez<sup>4</sup> y Marcelo Daniel Ghezzi<sup>4</sup>

**Resumen.** El recorte de pico en aves es una práctica que se lleva a cabo en las unidades de producción con la finalidad de prevenir el picaje severo al huevo o a los congéneres, así como el canibalismo. Sin embargo, el pico es una estructura indispensable para las aves, no sólo para alimentarse, sino también para explorar su ambiente. Adicionalmente, el pico se encuentra densamente innervado, por lo cual es capaz de responder a estímulos nocivos como lo es el recorte de pico. Aunque existen diferencias en la manera en la que las aves procesan la información nociceptiva (p. ej., los mecanismos de percepción y proyección), la semejanza del palio con la corteza cerebral de los mamíferos implica que éstos son capaces de percibir dolor. Debido a ello, aunque el recorte de pico se elige como la opción más fácil, económica y rápida para prevenir los casos de picaje, se deben considerar las consecuencias que se pueden presentar después del despique, como una reducción en el consumo de alimento o alteraciones en el comportamiento debido al dolor. Por ello, antes de adoptar el despique como una técnica invasiva, se sugiere el uso de alternativas como el enriquecimiento ambiental, así como mejorar el espacio vital de los animales y su nutrición con el fin de reducir la incidencia de picaje entre congéneres. El objetivo de esta revisión es describir la anatomía del pico y funcionalidad del pico en aves, así como la neurofisiología del dolor involucrada durante el recorte de pico. Se analizará la evidencia científica relacionada a los beneficios y consecuencias por el uso de esta práctica en las unidades de producción.

**Palabras clave:** Dolor, Recorte de pico, Despique, Picaje de plumas.

<sup>1</sup> Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Ciudad de México. México.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, México.

<sup>3</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. FESC. UNAM. Estado de México. México.

<sup>4</sup> Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), University Campus, Argentina.

\* Autor de correspondencia. e-mail: dmota@correo.xoc.uam.mx

**Abstract.** *Beak trimming in poultry is a common practice performed in laying hens to prevent severe pecking of eggs or conspecifics, as well as cannibalism. However, the beak is an essential structure for birds, not only for feeding but also for exploring their environment. The beak is densely innervated, which is why it is capable of responding to noxious stimuli such as beak trimming. Although there are differences in the way birds process nociceptive information (e.g., perception and projection mechanisms), the similarity of the pallium to the cerebral cortex of mammals implies that birds are capable of perceiving pain. For this reason, although beak trimming is chosen as the easiest, most economical, and fastest option to prevent pecking, the consequences that may occur after debeaking must be considered, such as a reduction in feed consumption or behavioral alterations due to pain. Therefore, before adopting beak trimming as an invasive technique, the use of alternatives such as environmental enrichment is suggested, as well as improving the animals' living space and their nutrition to reduce the incidence of pecking among conspecifics. The objective of this review is to describe beak anatomy and beak functionality in birds, as well as the pain neurophysiology involved during beak trimming. The scientific evidence related to the benefits and consequences of the use of this practice in production units will be analyzed.*

**Keywords:** *Pain, Beak trimming, Debeaking, Feather damage.*

## INTRODUCCIÓN

El recorte de pico o despique en las gallinas de postura, pavos, patos y codornices consiste en la amputación de un tercio, la mitad o hasta el 100% de esta estructura (Glatz, 2000; Gustafson *et al.* 2007; Glatz y Underwood, 2020; Baker *et al.* 2022) En la industria avícola, el recorte de pico se emplea como una estrategia para prevenir y reducir el daño del autopicaje o el picaje a congéneres. Estudios han mostrado que el corte de pico favorece la productividad de las aves al incrementar la ganancia de peso hasta por 8.7 g (Henderson *et al.* 2009). De igual manera, ayuda a reducir el desperdicio de alimento, previene pérdidas por depreciación al evitar mal emplume, mejora la conversión alimenticia y previene el picaje de huevos. El despique también reduce la incidencia de lesiones que pueden ocasionar dolor o complicarse al generar prolapso uterino y canibalismo (Sandilands y Savory, 2002; Li *et al.* 2020; Nielsen *et al.* 2023), y ha mostrado reducir la incidencia de canibalismo hasta en un 5% (Riber y Hinrichsen, 2017).

A pesar de que existe evidencia que indica la utilidad del recorte de pico, actualmente es una práctica controversial debido a que las ventajas a nivel productivo pueden contraponerse con los efectos a nivel de bienestar animal (Guesdon *et al.* 2006; Pizzolante *et al.* 2007; Mota-Rojas *et al.*, 2016). Esta tendencia surge de reconocer a los animales como seres sintientes en quienes una mayor producción no equivale a un buen bienestar (Cornish *et al.* 2016; Broom, 2019). En animales de granja, prácticas rutinarias y potencialmente dolorosas suelen enfocarse en mejorar aspectos productivos. Por ejemplo,

el corte de cola en cerdos se recomienda para reducir la incidencia de lesiones en la cola por congéneres (Morrison y Hemsworth, 2020), mientras que la misma práctica se emplea en corderos y becerros para reducir la probabilidad de miasis (Gascoigne *et al.* 2021; Steagall *et al.* 2021)the Veterinary Surgeons Act (1966. No obstante, debido a que la etiología de la caudofagia, miasis y picaje es multifactorial, es más fácil para los productores adoptar estas medidas rutinarias dolorosas que resolver el problema de raíz, lo cual es inadmisibles en la actualidad (Mota-Rojas *et al.*, 2016)

En este sentido, el picaje es común en las aves de postura, mostrando una prevalencia del 24 al 94% (Mens *et al.* 2020; Mota- Rojas *et al.* 2016). El picaje se ha clasificado como un comportamiento redirigido que es observado cuando a las aves no se les permite forrajear, establecer jerarquía (Cronin y Glatz, 2020). Esto ha sido reportado por Dixon *et al.* (2008), quien encontró que limitar las oportunidades de forrajeo de las aves genera un incremento en el picaje hacia congéneres. Huber-Eicher y Wechsler (1997) reportó que proporcionar sustrato para bañarse (arena) y forrajear (paja) a gallinas domésticas desde el primer día de vida redujo significativamente la frecuencia de picaje (0 a 20 eventos cada 30 min). Otras causas son asociadas a estrés por los ruidos que se presentan en las granjas o por el manejo animal (Cronin y Glatz, 2020). De igual forma, deficiencias nutricionales en cuanto a proteína, aminoácidos, energía, vitaminas, minerales y fibra generan que las aves desarrollen picaje (Fijn *et al.* 2020).

Además de la naturaleza multifactorial del picaje, se deben considerar las consecuencias o desventajas que implica el recorte de pico (Hartcher *et al.* 2015; Guinebretière *et al.* 2020). El despique genera dolor agudo debido a que el pico posee fibras neuronales y nociceptores que son estimulados por el trauma directo al realizar el corte del tejido (Lunam, 2005). Actualmente se conoce que la forma en que las aves procesan los estímulos dolorosos difiere de los mamíferos, lo cual hace complejo el reconocimiento del dolor y las consecuencias fisiológicas y conductuales en aves (Jongman *et al.* 2008; Machin, 2014; Douglas *et al.* 2018; Malik y Valentine, 2018). Por tal motivo, el objetivo de esta revisión es describir la anatomía y funcionalidad del pico y la neurobiología del dolor durante el despique, así como analizar la evidencia científica relacionada a los beneficios y consecuencias por el uso de esta práctica en las unidades de producción.

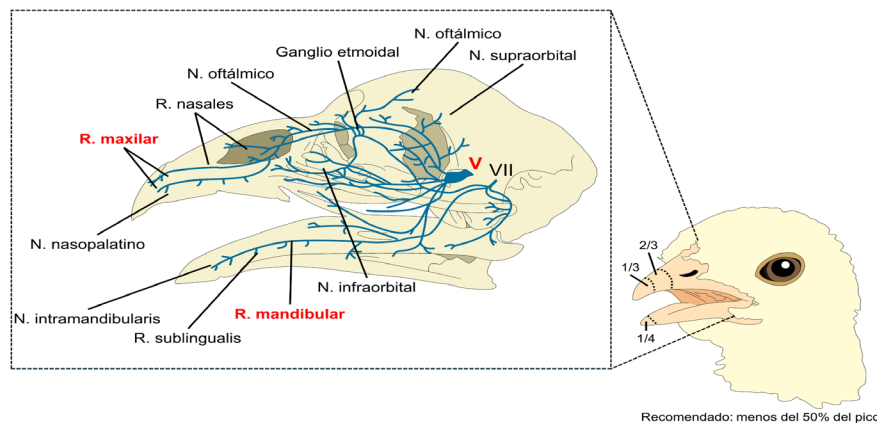
## **Anatomía y función del pico en aves**

Durante el desarrollo embrionario de las aves, en el extremo anterior de la valva superior se forma una estructura córnea dura conocida como “diente de huevo o nacimiento”, la cual usa para romper, eclosionar y nacer. El pico es una estructura esencial en las aves debido a su participación en la alimentación, conducta sexual y la termorregulación (Iqbal y Moss, 2021). La estructura del pico de las aves ha ido evolucionando de acuerdo con la funcionalidad del mismo, sirviendo como un medio de interacción con su ambiente al poder sostener objetos, acicalar las plumas, formar nidos y como método de

defensa contra predadores (Iqbal y Moss, 2021). También participa en la exhibición de comportamientos maternos como el alimentar a las crías y, en el caso de aves que emiten cantos, permite la creación del sonido (Friedman *et al.* 2019). La variación en la forma y estructura del pico tiene relación con las preferencias dietéticas y factores genéticos. Por ejemplo, las aves rapaces tienen un pico más largo y curvo que permite el desgarrar de la carne, lo que obedece a la presencia de genes reguladores (Bright *et al.* 2016). Sin embargo, en Psittaciformes, se ha encontrado que la dieta solo predice el 2.4% de la variación de la forma de pico y cráneos, pero la alometría evolutiva y la filogenia predicen la mitad de la variación (Bright *et al.* 2019).

Anatómicamente está conformado por el maxilar y la mandíbula, los cuales integran el límite dorsal y ventral de la cavidad oral en las aves. La superficie externa del pico está cubierta por un engrosamiento queratinizado de la córnea de la epidermis (Nickel *et al.* 1977; Speer y Powers, 2016). La innervación del pico está dada por tres divisiones del nervio trigémino: el nervio oftálmico, nervio maxilar y nervio mandibular. La región maxilar del pico está innervada por el nervio *ethmoidalis* (rama del nervio oftálmico) y el *palatinus major* (proveniente del nervio maxilar). Por otro lado, la mandíbula o pico inferior está innervado por tres porciones de la rama *mandibularis* que se divide en el nervio *angularis oris*, *sublingual* y *alveolar manbibulae* que también genera prolongaciones en las glándulas y la región inferior del pico (Figura 1) (Fahey *et al.* 2007; International Committee Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

**Figura 1.** Neuroanatomía del pico



De manera particular, aunque el pico está provisto por una densa cantidad de nervios, tanto el nervio (n) trigémino (V) como las ramas (r) maxilar y mandibular son las encargadas de transmitir estímulos nocivos desde el pico hasta estructuras cerebrales para llevar a cabo el procesamiento del dolor.

La inervación observada en la región facial viene acompañada de una densa vascularización, razón por la cual se sugiere que el pico es una área que contribuye a la termorregulación (Iqbal y Moss, 2021). De hecho, aunque el pico representa únicamente el 5% de la superficie total de las aves, contribuye con el 20% del intercambio térmico del cuerpo. En aves que habitan regiones tropicales, el intercambio de calor puede incrementar hasta el 400%, lo que significa que la vascularización del pico contribuye significativamente en el intercambio de calor (Tattersall *et al.* 2009).

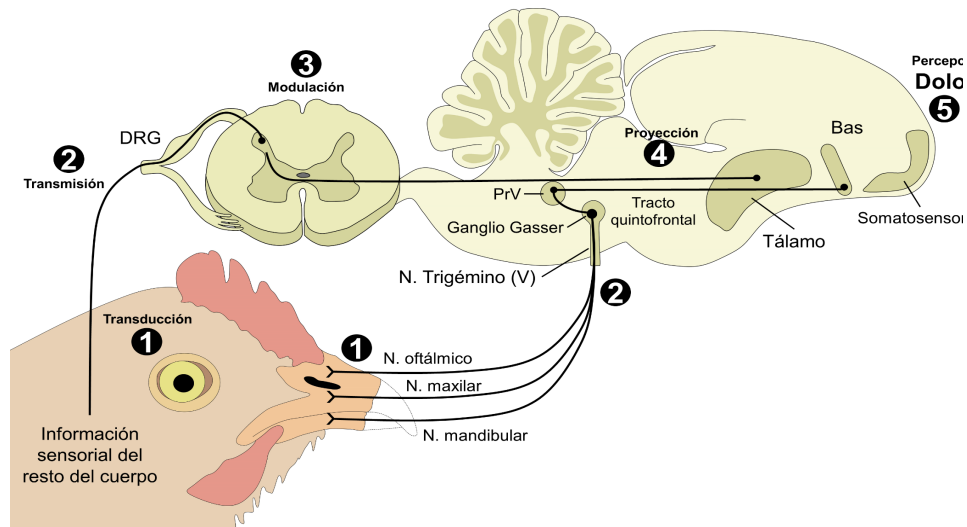
En el pico, Cristina-Silva *et al.* (2022) menciona la localización de canales iónicos de potencial transitorio (TRP), los cuales participan activamente para iniciar las respuestas termorreguladoras en respuesta a frío o calor. Estudios comparativos realizados por Soliman y Madkour (2017) han reportado la presencia de receptores sensoriales en muestras de pico de pato y codorniz, identificando que las mayores proporciones de receptores sensoriales como corpúsculos de Herbst y Grandryen se encuentran la punta del pico de pato. Por el contrario, en la codorniz se observó una mayor proporción de corpúsculos de Ruffini en el sitio medio de la mucosa oral de la parte cráneo-caudal. Con base a estos resultados se indicó que el pico del pato percibe sensaciones como estiramiento y presión en la región media y caudal, mientras que la punta del pico de codorniz reconoce sensaciones de estiramiento y vibración. Con estos hallazgos se puede comprender la estructura neuronal y la disposición de las terminaciones nerviosas libres en las aves. Con relación a esto, Saxon (1988) menciona que la variación neurosensorial en los picos de las aves puede estar asociada a interacciones morfogenéticas para el desarrollo de receptores cutáneos. A pesar de las diferencias entre la disposición de las terminaciones nerviosas en el pico, es más claro que el pico es una región sensible a estímulos mecánicos. Estos hechos concuerdan con lo descrito por Lunam (2005), quien menciona que esta región contiene abundantes terminaciones simpáticas que responden a estímulos traumáticos fácilmente.

El pico es una estructura sensible con funciones sensoriales, tróficas y termorreguladoras debido a la inervación y vasculatura que puede responder a los estímulos sensoriales. La presencia de inervación autónoma en el pico sugiere que esta zona es especialmente sensible a eventos traumáticos como el recorte del pico, mismo que puede desencadenar un evento nociceptivo.

### **Neurobiología del dolor en aves**

La base anatómica y neuronal del pico permiten comprender que es una región sensible, capaz de recibir y responder a señales nocivas como el traumatismo que se genera por el recorte de pico. Al igual que lo observado en mamíferos, el arco nociceptivo es el encargado de decodificar y procesar los estímulos nocivos que recibe un organismo a través de 5 elementos: transducción, transmisión, modulación, proyección y percepción (Figura 2) (Bell, 2018). Aunque, se ha observado un gran avance en el reconocimiento del dolor en animales; en relación a la especie avícola este avance es poco notorio, ya sea por el desconocimiento del proceso nociceptivo o por la falta de su reconocimiento en las aves (Jongman *et al.* 2008; Naser *et al.* 2021).

**Figura 2.** Arco nociceptivo



A. Transducción. es el proceso por el cual el estímulo nociceptivo es convertido en una señal eléctrica en los nociceptores, que en su caso origina cambios periféricos que son reconocidos como indicadores de dolor: enrojecimiento, hinchazón, tersura (Bell, 2018). B. Transmisión. es la conducción de la señal eléctrica generado en los nociceptores a lo largo de los axones de las neuronas de primer orden, mismas que hacen sinapsis con las neuronas de segundo orden en el asta dorsal de la médula espinal (Gaynor & Muir, 2015). La información es transmitida, a través de dos neuronas nociceptivas aferentes primarias: fibras C o nociceptores polimodales C (transmiten información nociceptiva mecánica, térmica, química) y fibras A delta (responden a estímulos mecánicos de alta intensidad, por lo cual son llamadas mecanorreceptores de umbral alto) (Corke, 2019). C. Modulación. es el proceso por el cual los mecanismos excitatorios e inhibitorios alteran la transmisión del impulso nervioso (Lamont, 2008). Representa los cambios que ocurren en el sistema nervioso en respuesta a un estímulo nociceptivo. D. Proyección. aquí la información nociceptiva es transportada al cerebro por medio de los tractos nerviosos que se originan en las láminas del asta dorsal entre las que destacan el tracto espinotalámico y propioespinal (estructuras supra-espinales) (Gaynor & Muir, 2015). E. Percepción. a este nivel se lleva a cabo el procesamiento e integración de la información que ocurre en múltiples áreas específicas del cerebro tales como la corteza cerebral en mamíferos, sin embargo, en aves se ha observado que el palio es la estructura encargada para definir características sensoriales, tales como el inicio, localización y tipo del estímulo nociceptivo (Ellison, 2017; Papini et al., 2019).



La asociación internacional del estudio del dolor (IASP, por sus siglas en inglés) define a éste como una “una experiencia sensorial y emocional aversiva causada por una real o potencial lesión tisular” (Apkarian, 2019). En las aves, la evidencia ha mostrado que poseen estructuras anatómicas y vías fisiológicas capaces de responder a estímulos nocivos mediante mecanismos endógenos (Douglas *et al.* 2018; Machin, 2014).

Aunque la estructura cerebral de las aves difiere anatómicamente de la de los mamíferos, se han reportado estructuras análogas entre ambas especies. Por ejemplo, la estructura y conformación del palio (*pallium*) se considera como una región que asemeja la corteza cerebral de los mamíferos (Güntürkün *et al.* 2021). Un estudio realizado por Rattenborg (2006) analizó electroencefalogramas durante el sueño en animales de diferentes especies (mamíferos, aves y reptiles), observando que tanto en mamíferos como en aves se registraron oscilaciones lentas (<1 Hertz) y oscilaciones de 1–4 Hertz. La detección de estas oscilaciones indica la comunicación de las neuronas presentes en la región cortical en mamíferos y la región del palio en las aves. Adicionalmente, la identificación de dichas oscilaciones neuronales sugirió una mayor actividad en las interconexiones intercorticales e interpaliales en los mamíferos y aves, respectivamente.

Aunque se requieren estudios adicionales para mapear a detalle las estructuras encargadas del procesamiento nociceptivo en aves, debido a que el palio es una estructura con una función similar a la corteza cerebral de mamíferos, las respuestas de estrés asociadas al dolor podrían ser moduladas por esta región (Ritchie, 2014; Papini *et al.* 2019; Güntürkün *et al.* 2021). A este respecto, Kim *et al.* (2010) investigaron la distribución del receptor transitorio anquirina 1 (TRPA1) en aves domésticas, un receptor asociado a estímulos dolorosos. Los autores reportaron que los TRPA1 de aves son capaces de responder a estímulos nocivos térmicos. Dichos receptores y axones mielinizados y amielínicos se encontraron en el ganglio trigémino, presentando también un marcaje a sustancia P de neuronas peptidérgicas y no peptidérgicas. Por otra parte, en el sistema nervioso central se observó inmunopositividad en láminas superficiales del núcleo caudal del trigémino y en la asta dorsal de la médula espinal. Al realizar una caracterización molecular del pico de pato embrionario, Schneider *et al.* (2017) encontraron una alta densidad de corpúsculos mecano sensoriales inervados que expresan canales de iones “piezo2”, los cuales producen una mecano corriente especializada al tacto. Esto ayuda a sostener la idea de que el pico es una región con propiedades sensoriales, aunque la vía de transmisión nociceptiva desde el pico hasta el palio aún no está completamente explicada.

De manera general, posterior a la transducción de los estímulos mecánicos y térmicos potencialmente nocivos, estos son transmitidos por las fibras tipo C amielínicas y las fibras tipo A $\delta$  mielínicas (Bell, 2018; Hernandez-Avalos *et al.* 2019). De acuerdo con Ellison (2017), la respuesta de estas fibras depende de la modalidad de transmisión del estímulo, en donde las fibras C son delgadas con una velocidad que no excede los 0.5–3 m/seg, mientras que las fibras tipo A son gruesas y presentan una velocidad de transmisión de 70 a 120 m/seg, por lo que son consideradas de transmisión rápida (Gaynor y Muir,

2015). En el caso de la especie aviar, Sandercock (2004) estudió la respuesta fisiológica de las fibras aferentes nociceptivas en el músculo esquelético del pollo (*Gallus domesticus*) a través de estimulación mecánica y química. En estas fibras se observó una variación en la velocidad de conducción de 2.8 a 11.3 m/s, con umbrales de respuesta a la compresión tisular entre 38 y 126 kPa. Estos estudios sugieren que las aves poseen neuronas capaces de transmitir impulsos nociceptivos de forma similar a lo observado en mamíferos.

No obstante, una de las principales diferencias nociceptivas en aves es la proporción de las fibras tipo C y A, donde se ha identificado que las fibras C son más abundantes en comparación con las fibras A $\delta$  (Hardy, 2002). Esto mismo fue informado por Abdalla y King (1982), quienes estudiaron el número medio de las fibras amielínicas del nervio vago en aves mediante microscopía electrónica, encontrando una proporción de 3:1, lo que representó un 72% de fibras amielínicas en esta especie. Por tanto, una existencia mayor de fibras C en las aves se reflejaría como una velocidad de transmisión más lenta y un umbral mayor de activación sin que esto signifique que los aves no son capaces de percibir dolor (Perl, 2007).

La proporción de neuronas especializadas en dolor sugiere que las aves perciben el dolor de manera diferente, además de que es necesario señalar que las fibras tipo C se encuentran en mayor cantidad en la piel en comparación con las fibras tipo A. Estas últimas se presentan en mayor proporción en tejido muscular y óseo (Corke, 2019; Gaynor y Muir, 2015), por lo que su posible función sería la transmisión de los estímulos inocuos y fríos (Olausson *et al.* 2007). Esta distribución permite explicar que si el tejido superficial o profundo es dañado, la percepción de dolor difiere por la velocidad de transmisión del impulso a través de las fibras periféricas, aunque se ha señalado que características como la edad, género y temperatura influyen en esta transmisión (Lawson *et al.*, 2019). Por otra parte, los estímulos nocivos que actúan sobre estructuras profundas como músculos, tendones, articulaciones, fascias y ligamentos también pueden ser captados por las fibras C y A, mientras que si el estímulo es recibido en tejido superficial como el pico, la señal nociceptiva solo será procesada por las fibras tipo C (Douglas *et al.*, 2018).

Aunque los estudios actuales muestran que las aves cuentan con nociceptores con funciones y umbrales de activación similares a la de los mamíferos, se requieren estudios adicionales para caracterizar las funciones del palio, que se indica como la estructura en las aves que aparentemente participaría en la percepción del dolor, cubriendo funciones como la corteza cerebral en los mamíferos. De igual manera, la falta de entendimiento del procesamiento nociceptivo ha llevado a obtener resultados poco confiables en el registro de la actividad cerebral, dado que no se tiene certeza de esta actividad en aves (Douglas *et al.* 2018; Rattenborg, 2006).

Adicionalmente, el reconocer que el dolor puede estar implícito durante el corte de pico, el abordaje de esta técnica con la adición de analgésicos (opioides, AINES, locales y adyuvantes) para disminuir



la percepción del dolor y sus consecuencias, podría ser otro medio para reducir la nocicepción derivada del daño a estructuras nerviosas localizadas en el pico (Abendschön *et al.* 2020; Saller *et al.* 2020).

El pico es una estructura sensible que cuenta con la inervación suficiente para captar las señales nocivas, de modo que una respuesta nociceptiva puede ser transducida, transmitida y modulada. De esta manera, la evidencia señala que el proceso nociceptivo en las aves ocurre de manera similar a los mamíferos, pero con la particularidad de transmitir el impulso nervioso más lento, lo que podría conferirle una cierta resiliencia al dolor.

### Recorte de pico: factores y ventajas

El recorte del pico se ha discutido como una opción para evitar comportamientos no deseados dentro de las unidades de producción avícola como el picaje entre congéneres (Nordquist *et al.* 2017; Schwarzer *et al.* 2021) el cual se presenta con una incidencia del 5–7 % (Kaukonen y Valros, 2019). Riber y Hinrichsen (2017) mencionan que la calidad del plumaje aumenta si se realiza el recorte de pico (63.6% versus 15.2%), observaciones que son similares a las reportadas por Lee y Craig (1991) en 50 gallinas White Leghorn de 4 semanas de edad. En estos animales, el recorte de pico mejoró significativamente la condición de las plumas y se registró una menor incidencia de canibalismo. De igual forma, Cruvinel *et al.* (2022) evaluaron a 770 codornices japonesas en fase inicial y 630 de 36 días que fueron distribuidas al azar en siete tratamientos diferentes conforme al nivel de recorte del pico.

De acuerdo a los hallazgos discutidos, el recorte de pico se recomienda como un método para prevenir el picaje de plumas y mejorar la calidad de estas. No obstante, la presencia del picaje severo o canibalismo obedece a otros factores como el linaje y el nivel de población en la unidad de producción y no únicamente a la integridad del pico (Janczak y Riber, 2015; Nicol, 2018). Un ejemplo de esto es lo reportado por Allinson *et al.* (2013), quienes evaluaron el efecto del recorte del pico y el sexo sobre el picaje y el rendimiento en 540 pavos británicos de 1 día divididos en tres tratamientos en base al nivel de recorte (sin recorte, 1/4 del pico y 1/3 del pico). Los resultados indicaron que los pavos sin recorte registraron un mayor consumo de alimento, consumo de proteína y mayor conversión alimenticia. En contraste, en los animales con 1/4 y 1/3 de pico recortado se presentó mayor daño y picoteo. Schwarzer *et al.* (2021) menciona que, entre los factores relacionados al picaje severo en ocho granjas convencionales de aves en Alemania, el picaje severo se correlaciona de manera positiva con el número de gallinas por metro cuadrado ( $r= 0.56$ ). Igualmente, el nivel de estrés de los animales influye en la presentación de picaje, ya que al comparar el comportamiento de las gallinas albergadas en gallineros con acceso a un jardín de invierno o a campo libre, se observó que el picaje se redujo significativamente. Por lo tanto, el recorte de pico no debería ser considerado como una solución a los problemas de picaje dentro de las unidades de producción avícola, sobre todo si se consideran las consecuencias que el despique genera.

Una de las alternativas que se recomiendan antes de elegir el recorte de pico es adoptar estrategias de enriquecimiento ambiental, mejoramiento de la nutrición y de las condiciones de alojamiento (p. ej., iluminación), las cuales han mostrado disminuir la frecuencia de picaje en unidades avícolas (Orihuela *et al.* 2018). Encuestas han mostrado que el 74% de productores considera que una apropiada iluminación, alimentación y enriquecimiento ambiental son factores que deben abordarse antes de decidir por el despique (Kaukonen y Valros, 2019). Por ejemplo, Colton y Fraley (2014) estudiaron el efecto del enriquecimiento ambiental con bolas de plástico estilo en patos pekineses y su efecto en el picaje. Se encontró que la frecuencia de autopicaje y picaje a congéneres se redujo en los animales que recibieron enriquecimiento ambiental.

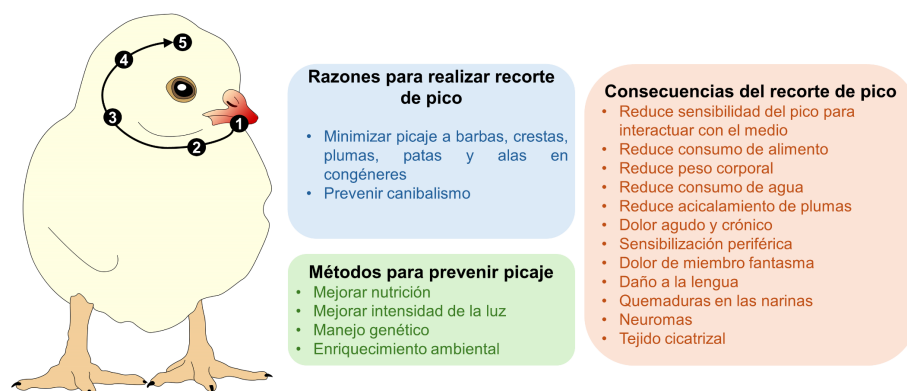
De igual forma, añadir objetos como piedras para picotear, grava, conchas de ostras, granos esparcidos en el sustrato, y juguetes redujo el daño a las plumas de la cola en 45 grupos de gallinas de huevo (Tahamtani *et al.*, 2022). En estas aves, se encontró una correlación moderada y negativa ( $r = -0.43$ ) entre la cantidad de plumas dañadas y la cantidad de piedras de grava proporcionadas, concluyendo que emplear la grava como enriquecimiento físico tiene efectos significativos para reducir el picaje, sobre todo cuando se proporciona a las aves de 16–20 semanas de edad. El añadir objetos que les ayuden a cubrir sus necesidades biológicas como los baños de arena y perchar pueden ayudar a disminuir la presencia del picaje de plumas o el canibalismo, ya que éstos se asocian a estrés o frustración cuando los animales no son provistos de sustratos que les permitan realizar su repertorio conductual (Dixon *et al.*, 2010; Schwarzer *et al.*, 2021; van Staaveren *et al.*, 2021). Como lo menciona van Staaveren *et al.* (2021) en su revisión sistemática, una mayor incidencia de daño a las plumas por picaje se observa en aves ponedoras a las que no les ha proporcionado enriquecimiento a temprana edad y que son alojadas en jaulas. Asimismo, según Guesdon *et al.* (2006) el uso de jaulas enriquecidas en esta especie puede reducir levemente el canibalismo y el porcentaje de huevos rotos en gallinas de postura. Pero, en el caso del daño sobre el plumaje se informa que el enriquecimiento no tiene un efecto similar a los observado con el recorte de pico en la semana 43 de producción (Hartcher *et al.* 2015). No obstante, aunque las estrategias de enriquecimiento reducen el daño al plumaje (un aproximado de  $-0.14 \pm 0.06$  en una escala del 1 al 4), es importante abordar el problema del picaje implementando mejoras al ambiente y manejo de las aves (van Staaveren *et al.* 2021).

Por consiguiente, el beneficio principal del recorte de pico sería la reducción de la incidencia del picaje severo en las aves. Sin embargo, debido a que el picaje es una alteración del comportamiento multifactorial que considera componentes ambientales, emocionales y fisiológicos, adoptar estrategias como el enriquecimiento ambiental o la mejora de las instalaciones y el manejo animal deben ser consideradas como una estrategia para abordar el problema del picaje y prevenir su reaparición en las aves.

## Consecuencias del despique

Al mismo tiempo que existen algunos beneficios con el recorte de pico, el mutilar una estructura altamente inervada con funciones sensoriales puede afectar el bienestar de los animales (Figura 3) (Riber y Hinrichsen, 2017; Ben-Mabrouk *et al.* 2022). El recorte de pico puede provocar cambios en el comportamiento, dolor agudo y disminución en el rendimiento productivo (Jendral y Robinson, 2004; Jongman *et al.* 2008). Además, se mencionan consecuencias menos tangibles como la intervención en la termorregulación, cambios en el comportamiento trófico y la defensa contra parásitos (Iqbal y Moss, 2021).

**Figura 3.** Ventajas y consecuencias del recorte de pico, así como los métodos para prevenir o reducir la presentación de picaje



1. Transducción; 2. Transmisión; 3. Modulación; 4. Proyección; y 5. Percepción.

El dolor ocasionado por el recorte de pico es una de las principales consecuencias. El recortar el pico de forma total o parcial genera un trauma a los nervios presentes, ocasionando una perturbación del potencial de acción de los nociceptores, mismos que provocan la percepción de dolor (Hernandez-Avalos *et al.* 2019). Un estudio enfocado en evaluar el efecto del recorte de pico sobre la actividad neuronal en gallinas adultas Brown Leghorn registró la actividad eléctrica de las fibras aferentes del nervio intra- mandibular, reportando el hallazgo de 192 unidades de fibras aferentes únicas, en las que 47 de ellas se clasificaron como nociceptores con patrón anormal de descarga y 89 con actividad anormal espontánea (Gentle, 1985). Lo cual demuestra que el pico, al presentar un complejo sistema neuronal, puede ocasionar dolor agudo o crónico, pero además el dolor inducido puede depender de la genética, las lesiones y

la propia edad realizada (Cheng, 2006). De hecho, un estudio electrofisiológico de la actividad neuronal en aves con el pico recortado mostró una sensibilidad reducida al calor y la presencia de descargas espontáneas anormales presentes durante tres meses posteriores al recorte debido al daño neuronal periférico (Breward, 1985).

La percepción de dolor por el acto de recortar el pico puede derivar en otras consecuencias en el comportamiento de las aves, como aumentar la inactividad, y mayor tiempo de vigilancia que puede ser asociado al dolor (Riber y Hinrichsen, 2017). Ejemplo de ello, es lo reportado en el pato almizclero y pekinés donde el recorte de pico generó que pasaran menos tiempo realizando comportamientos como acicalarse, alimentarse, beber y picotear con el pico, pero invertían más tiempo en descanso (Gustafson *et al.* 2007). Aunque hay estudios donde el recorte de pico no se ha asociado a una disminución en el consumo de alimento (Jongman *et al.* 2008), otros mencionan que la capacidad del ave para consumir el alimento se ve afectada por el dolor (Hester y Shea-Moore, 2003).

Este aspecto ha sido considerado por autores como Ben-Mabrouk *et al.* (2022), quienes evaluaron a 10 gallinas en jaula para valorar el efecto del recorte de pico y la inclusión de cáscara de avena sobre el rendimiento del crecimiento, preferencia alimenticia y comportamiento de picoteo exploratorio. El corte de pico redujo el consumo de alimento e incrementó la mortalidad de los animales sin afectar la ganancia de peso. La inclusión de cáscara de avena mejoró la uniformidad de la ganancia de peso, además de que se pudo observar que las gallinas a las que se realizó el recorte de pico prefirieron partículas gruesas en comparación a los animales con pico entero. Estos resultados muestran los cambios en la preferencia del alimento debido al recorte de pico e incluso a la forma de sostener el alimento que debe ser considerado en la unidad de producción (Yamauchi *et al.* 2017).

En resumen, la consecuencia principal del recorte de pico es el dolor ocasionado por el trauma directo a los nervios que rodean esta estructura. A partir de la percepción de este signo se puede tener un impacto sobre el comportamiento natural debido a que ocasiona adinamia, reducción de la conducta exploratoria y cambios en los comportamientos de alimentación, los cuales ocurren como una adaptación de la forma del pico para recoger el alimento. Esto demostraría que las consecuencias tienen un impacto negativo en el bienestar de las aves y que no son razones que justifiquen seguir con esta práctica.

## CONCLUSIONES

El pico es una estructura con una densa inervación la cual le otorga la propiedad de ser una región en la cual se pueden percibir estímulos dolorosos. Aunque el procesamiento del dolor difiere entre los mamíferos y las aves, la presencia de estructuras como el palio y la relación de las fibras tipo C y A sugieren que esta especie es capaz de percibir dolor.

El despique ha mostrado generar alteraciones fisiológicas como es la modificación en la termorregulación y la alimentación, pudiendo reducir el consumo de alimento después del recorte de pico debido a dolor agudo/crónico o a la sensibilización. Aunque el recorte de pico se emplea como un método preventivo contra el autopicaje o las agresiones a congéneres, se necesita considerar que el picaje es una alteración multifactorial que responde a factores ambientales, de salud y manejo. Por ello, la implementación de mejoras en los alojamientos de las aves y la adición de enriquecimiento ambiental debe ser considerado como primera alternativa para abordar el picaje y reducir las posibles consecuencias y dolor que el recorte de pico puede generar en las aves. Siempre resultará más efectivo prevenir los problemas de conductas atípicas o aberrantes abordando las necesidades biológicas fundamentales de los animales y tratando las causas subyacentes, en lugar de simplemente mitigar las consecuencias. Resulta inadmisibles considerar que en caso de autolesiones con los colmillos, se deba proceder con su limado o amputación; que ante comportamientos agresivos como el corneado, se deban remover los cuernos; o que en situaciones de autolesión como el mordisqueo de la cola, se deba optar por su amputación. Asimismo, frente a fenómenos como el picaje de huevos, el picaje de plumas o el canibalismo, recurrir al recorte del pico no es una solución justificada sin una evaluación exhaustiva de las causas subyacentes y alternativas más éticas. Las prácticas rutinarias que infligen dolor en los animales de granja no deben ser ni toleradas ni justificadas. En la actualidad, acciones tales como el descolmillado, la caudectomía, la castración y el descornado sin el uso de anestesia, así como el recorte de picos, ya han sido prohibidas en numerosos países europeos debido a su calificación como maltrato animal. Es importante destacar que el alto rendimiento productivo de los animales no siempre se traduce en un nivel equivalente de bienestar. Si bien el aumento de la productividad animal es un objetivo prioritario para los productores, este debe ser alcanzado respetando plenamente los derechos y el bienestar de los animales, nunca a expensas de estos últimos. Es esencial recurrir a la etología como una herramienta para mejorar la productividad, mientras se evitan prácticas dolorosas que, de lo contrario, podrían ser empleadas para justificar la ineficacia y la falta de conocimiento por parte de los productores. En consecuencia, aunque el recorte de picos pueda ser percibido como la alternativa más conveniente en términos de facilidad, coste y rapidez para prevenir el picaje, es esencial tener en cuenta las posibles repercusiones que pueden surgir tras la intervención, como la disminución en la ingesta de alimento o cambios en el comportamiento atribuibles al dolor.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abdalla, A. B., y King, A. S., 1982, “The unmyelinated fibre spectrum of the avian cervical vagus nerve” *Journal of Anatomy*, 134(1):85–89.
- Abendschön, N., Senf, S., Deffner, P., Miller, R., Grott, A., Werner, J., Saller, A. M., Reiser, J., Weiß, C., Zablotski, Y., Fischer, J., Bergmann, S., Erhard, M. H., Baumgartner, C., Ritzmann, M., y Zöls, S., 2020, “Local Anesthesia in Piglets Undergoing Castration—A Comparative Study to Investigate the Analgesic Effects of Four Local Anesthetics Based on Defensive Behavior and Side Effects” *Animals*, 10(10):1752. <https://doi.org/10.3390/ani10101752>
- Allinson, I. B., Ekunseitan, D. A., Ayoola, A. A., Iposu, S. O., Idowu, O. M. O., Ogunade, I. M., y Osho, S. O., 2013, “Effects of Beak Amputation and Sex on the Pecking Rate Damage and Performance Parameters of Turkey”, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(19):1022–1027. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.1022.1027>
- Apkarian, A. V., 2019, “Definitions of nociception, pain, and chronic pain with implications regarding science and society”, *Neuroscience Letters*, 702:1–2. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.11.039>
- Baker, P. E., Nicol, C. J., & Weeks, C. A., 2022, “The Effect of Hard Pecking Enrichment during Rear on Feather Cover, Feather Pecking Behaviour and Beak Length in Beak-Trimmed and Intact-Beak Laying Hen Pullets”, *Animals*, 12(6):674. <https://doi.org/10.3390/ani12060674>
- Bell, A., 2018, “The neurobiology of acute pain”, *The Veterinary Journal*, 237:55–62. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.05.004>
- Ben-Mabrouk, J., Mateos, G. G., de Juan, A. F., Aguirre, L., y Cámara, L., 2022, “Effect of beak trimming at hatch and the inclusion of oat hulls in the diet on growth performance, feed preference, exploratory pecking behavior, and gastrointestinal tract traits of brown-egg pullets from hatch to 15 weeks of age”, *Poultry Science*, 101(9):102044. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102044>
- Breward, J., 1985, “An Electrophysiological Investigation of the Effects of Beak Trimming in the Domestic Fowl (*Gallus gallus domesticus*)”, University of Edinburgh.
- Bright, J. A., Marugán-Lobón, J., Cobb, S. N., y Rayfield, E. J., 2016, “The shapes of bird beaks are highly controlled by nondietary factors”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(19):5352–5357. <https://doi.org/10.1073/pnas.1602683113>
- Bright, J. A., Marugán-Lobón, J., Rayfield, E. J., y Cobb, S. N., 2019, “The multifactorial nature of beak and skull shape evolution in parrots and cockatoos (Psittaciformes)”, *BMC Evolutionary Biology*, 19(1):104. <https://doi.org/10.1186/s12862-019-1432-1>
- Broom, D., 2019, “Sentience”, en J. Choe (ed.), *Encyclopedia of Animal Behavior*, Academic Press, USA, 131–133.
- Cheng, H., 2006, “Morphopathological changes and pain in beak trimmed laying hens”, *World's Poultry Science Journal*, 62:41–52. <https://doi.org/10.1079/WPS200583>



- Colton, S., y Fraley, G. S., 2014, "The effects of environmental enrichment devices on feather picking in commercially housed Pekin ducks", *Poultry Science*, 93(9):2143–2150. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03885>
- Corke, M. J., 2019, "Indicators of Pain", en J. Choe, (ed.), *Encyclopedia of Animal Behavior*, Academic Press, USA, 147–152.
- Cristina-Silva, C., Amaral-Silva, L., Santos, K. M., Correa, G. M., da Silva, W. C., Fernandes, M. H. M. R., da Silva, G. S. F., Gargaglioni, L. H., Almeida, M. C., y Bicego, K. C., 2022, "Cutaneous TRPV4 Channels Activate Warmth-Defense Responses in Young and Adult Birds", *Frontiers in Physiology*, 13:892828. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.892828>
- Cronin, G. M., y Glatz, P. C., 2020, "Causes of feather pecking and subsequent welfare issues for the laying hen: a review", *Animal Production Science*, 61(10):990–1005. <https://doi.org/10.1071/AN19628>
- Cruvinel, J. M., Montenegro, A. T., Ouros, C. C. dos, Alves, K. de S., Ribeiro, G. C., Santos, T. S. dos, Molino, A. de B., y Garcia, E. A., 2022, "Beak trimming in japanese quails at initial phase is an alternative to reduce the negative effects of feather pecking", *Animal Sciences*, 44:e54129. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.54129>
- Dixon, L. M., Duncan, I. J. H., y Mason, G., 2008, "What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour", *Animal Behaviour*, 76(3):1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.06.001>
- Dixon, L. M., Duncan, I. J. H., y Mason, G. J., 2010, "The effects of four types of enrichment on feather-pecking behaviour in laying hens housed in barred environments", *Animal Welfare*, 19(4):429–435.
- Douglas, J. M., Sanchez-Migallon Guzman, D., y Paul-Murphy, J. R., 2018, "Pain in Birds", *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 21(1):17–31. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2017.08.008>
- Ellison, D. L., 2017, "Physiology of Pain", *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 29(4):397–406. <https://doi.org/10.1016/j.cnc.2017.08.001>
- Fahey, A. G., Marchant-Forde, R. M., y Cheng, H. W., 2007, "Relationship Between Body Weight and Beak Characteristics in One-Day-Old White Leghorn Chicks: Its Implications for Beak Trimming", *Poultry Science*, 86(7):1312–1315. <https://doi.org/10.1093/ps/86.7.1312>
- Fijn, L. B., Staay, F. J. van der, Goerlich-Jansson, V. C., y Arndt, S. S., 2020, "Importance of Basic Research on the Causes of Feather Pecking in Relation to Welfare", *Animals*, 10(2):213. <https://doi.org/10.3390/ANI10020213>
- Friedman, N. R., Miller, E. T., Ball, J. R., Kasuga, H., Remeš, V., y Economo, E. P., 2019, "Evolution of a multifunctional trait: shared effects of foraging ecology and thermoregulation on beak mor-

- phology, with consequences for song evolution”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1917):20192474. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2474>
- Gascoigne, E., Moulard, C., y Lovatt, F., 2021, “Considering the 3Rs for castration and tail docking in sheep”, *In Practice*, 43(3):152–162. <https://doi.org/10.1002/inpr.29>
- Gaynor, J. S., y Muir, W. W., 2015, “Handbook of Veterinary Pain Management” Elsevier, Países Bajos.
- Gentle, M. B., 1985, “Neuroma formation and abnormal afferent nerve discharges after partial beak amputation (beak trimming) in poultry”, *Birkhäuser Verlag*, 41:1132–1134.
- Glatz, P. C., 2000, “Beak Trimming Methods - Review”, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(11):1619–1637. <https://doi.org/10.5713/ajas.2000.1619>
- Glatz, P. C., y Underwood, G., 2020, “Current methods and techniques of beak trimming laying hens, welfare issues and alternative approaches”, *Animal Production Science*, 61(10):968–989. <https://doi.org/10.1071/AN19673>
- Guesdon, V., Ahmed, A. M. H., Mallet, S., Faure, J. M., y Nys, Y., 2006, “Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality”, *British Poultry Science*, 47(1):1–12. <https://doi.org/10.1080/00071660500468124>
- Guinebretière, M., Mika, A., Michel, V., Balaine, L., Thomas, R., Keïta, A., y Pol, F., 2020, “Effects of Management Strategies on Non-Beak-Trimmed Laying Hens in Furnished Cages that Were Reared in a Non-Cage System”, *Animals*, 10(3):399. <https://doi.org/10.3390/ani10030399>
- Güntürkün, O., von Eugen, K., Packheiser, J., y Pusch, R., 2021, “Avian pallial circuits and cognition: A comparison to mammals”, *Current Opinion in Neurobiology*, 71:29–36. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2021.08.007>
- Gustafson, L. A., Cheng, H.-W., Garner, J. P., Pajor, E. A., y Mench, J. A., 2007, “The Effects of Different Bill-Trimming Methods on the Well-Being of Pekin Ducks”, *Poultry Science*, 86(9):1831–1839. <https://doi.org/10.1093/ps/86.9.1831>
- Hardy, J., 2002, “Pain Management—a Practical Guide for Clinicians”, CRC Press, USA.
- Hartcher, K. M., Tran, K. T. N., Wilkinson, S. J., Hemsworth, P. H., Thomson, P. C., y Cronin, G. M., 2015, “The effects of environmental enrichment and beak-trimming during the rearing period on subsequent feather damage due to feather-pecking in laying hens”, *Poultry Science*, 94(5):852–859. <https://doi.org/10.3382/ps/pev061>
- Henderson, S. N., Barton, J. T., Wolfenden, A. D., Higgins, S. E., Higgins, J. P., Kuenzel, W. J., Lester, C. A., Tellez, G., y Hargis, B. M., 2009, “Comparison of beak-trimming methods on early broiler breeder performance”, *Poultry Science*, 88(1):57–60. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00104>
- Hernandez-Avalos, I., Mota-Rojas, D., Mora-Medina, P., Martínez-Burnes, J., Casas Alvarado, A., Verduzco-Mendoza, A., Lezama-García, K., y Olmos-Hernandez, A., 2019, “Review of different methods used for clinical recognition and assessment of pain in dogs and cats”, *International*

- Journal of Veterinary Science and Medicine*, 7(1):43–54. <https://doi.org/10.1080/23144599.2019.1680044>
- Hester, P. Y., y Shea-Moore, M., 2003, “Beak trimming egg-laying strains of chickens”, *World’s Poultry Science Journal*, 59(4):458–474. <https://doi.org/10.1079/WPS20030029>
- Huber-Eicher, B., y Wechsler, B., 1997, “Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging”, *Animal Behaviour*, 54(4):757–768. <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0506>
- International Committee Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017, *Nomina Anatómica Veterinaria*, 160.
- Iqbal, A., y Moss, A. F., 2021, “Review: Key tweaks to the chicken’s beak: the versatile use of the beak by avian species and potential approaches for improvements in poultry production”, *Animal*, 15(2):100119. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100119>
- Janczak, A. M., y Riber, A. B., 2015, “Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens”, *Poultry Science*, 94:1454–1469. <https://doi.org/10.3382/ps/pev123>
- Jendral, M. J., y Robinson, F. E., 2004, “Beak trimming in chickens: historical, economical, physiological and welfare implications, and alternatives for preventing feather pecking and cannibalistic activity”, *Avian and Poultry Biology Reviews*, 15(1):9–23. <https://doi.org/10.3184/147020604783637444>
- Jongman, E. C., Glatz, P. C., y Barnett, J. L., 2008, “Changes in behaviour of laying hens following beak trimming at hatch and re-trimming at 14 weeks”, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(2):291–298. <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.60152>
- Kaukonen, E., y Valros, A., 2019, “Feather Pecking and Cannibalism in Non-Beak-Trimmed Laying Hen Flocks—Farmers’ Perspectives”, *Animals*, 9(2):43. <https://doi.org/10.3390/ani9020043>
- Kim, Y. S., Son, J. Y., Kim, T. H., Paik, S. K., Dai, Y., Noguchi, K., Ahn, D. K., y Bae, Y. C., 2010, “Expression of transient receptor potential ankyrin 1 (TRPA1) in the rat trigeminal sensory afferents and spinal dorsal horn”, *Journal of Comparative Neurology*, 518(5):687–698. <https://doi.org/10.1002/cne.22238>
- Lamont, L. A., 2008, “Multimodal Pain Management in Veterinary Medicine: The Physiologic Basis of Pharmacologic Therapies”, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 38(6):1173–1186. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.06.005>
- Lawson, S. N., Fang, X., y Djouhri, L., 2019, “Nociceptor subtypes and their incidence in rat lumbar dorsal root ganglia (DRGs): focussing on C-polymodal nociceptors, A $\beta$ -nociceptors, moderate pressure receptors and their receptive field depths”, *Current Opinion in Physiology*, 11:125–146. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.10.005>
- Lee, H.-Y., y Craig, J. V., 1991, “Beak Trimming Effects on Behavior Patterns, Fearfulness, Feathering, and Mortality Among Three Stocks of White Leghorn Pullets in Cages or Floor Pens”, *Poultry Science*, 70(2):211–221. <https://doi.org/10.3382/ps.0700211>

- Li, J., Chen, H., Dai, C., Sa, R., Wang, Z., Wang, J., Su, H., He, X., Guo, X., y Jiang, R., 2020, “Effects of beak trimming on the performance, beak length, behavior, and carcass traits of a local broiler breed reared in battery cages”, *Animal Science Journal*, 91(1):e13405. <https://doi.org/10.1111/asj.13405>
- Lunam, C. A., 2005, “The anatomy and innervation of the chicken beak: effects of trimming and re-trimming”, en Glatz, P. C., (ed.), *Poultry welfare issues: beak trimming* (pp. 51–68). Nottingham University Press, Reino Unido.
- Machin, K. L., 2014, “Recognition and Treatment of Pain in Birds”, en *Pain Management in Veterinary Practice*, John Wiley & Sons, USA, 407–415. <https://doi.org/10.1002/9781118999196.ch37>
- Malik, A., y Valentine, A., 2018, “Pain in birds: a review for veterinary nurses”, *Veterinary Nursing Journal*, 33(1):11–25. <https://doi.org/10.1080/17415349.2017.1395304>
- Mens, A. J. W., van Krimpen, M. M., y Kwakkkel, R. P., 2020, “Nutritional approaches to reduce or prevent feather pecking in laying hens: any potential to intervene during rearing?”, *World’s Poultry Science Journal*, 76(3):591–610. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1772024>
- Morrison, R., y Hemsforth, P., 2020, “Tail Docking of Piglets 1: Stress Response of Piglets to Tail Docking”, *Animals*, 10(9):1701. <https://doi.org/10.3390/ani10091701>
- Mota-Rojas, D., Ceballos, M. C., Orihuela, A., 2016, “Prácticas dolorosas en animales de granja”, en *Bienestar animal, una visión global en Iberoamérica*, B.M. Editores, México, 137–154.
- Naser, A., Albadrany, Y., y Shaaban, K., 2021, “Methods of Pain Assessment in Chicks as a Model”, *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 52(2):241–249. <https://doi.org/10.21608/ejvs.2021.64605.1219>
- Nickel, R., Schummer, A., y Siefert, E., 1977, “Anatomy of the Domestic Birds”, Verlag Paul Parey, Alemania.
- Nicol, C., 2018, “Feather pecking and cannibalism”, en J. A. Mench (ed.), *Advances in Poultry Welfare*, Woodhead Publishing, USA, 175–197.
- Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Gortázar Schmidt, C., Herskin, M., Miranda Chueca, M. Á., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H. C., Spooler, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Winckler, C., Michel, V., 2023, “Welfare of laying hens on farm”, *EFSA Journal*, 21(2):e07789. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7789>
- Nordquist, R., van der Staay, F., van Eerdenburg, F., Velkers, F., Fijn, L., y Arndt, S., 2017, “Mutilating procedures, management practices, and housing conditions that may affect the welfare of farm animals: Implications for welfare research”, *Animals*, 7:12. <https://doi.org/10.3390/ani7020012>
- Olausson, H., Cole, J., Rylander, K., McGlone, F., Lamarre, Y., Wallin, B. G., Krämer, H., Wessberg, J., Elam, M., Bushnell, M. C., y Vallbo, Å., 2007, “Functional role of unmyelinated tactile affe-



- rents in human hairy skin: sympathetic response and perceptual localization”, *Experimental Brain Research*, 184(1):135–140. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1175-x>
- Orihuela, A., Mota-Rojas, D., Velarde, A., Strappini-Asteggiano, A., Thielo de la Vega, L., Borderas-Tordesillas, F., Alonso-Spilsbury, M., 2018, “Environmental enrichment to improve behaviour in farm animals”, *CAB Reviews*, 13(059):1–25, <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201813059>
- Papini, M. R., Penagos-Corzo, J. C., y Pérez-Acosta, A. M., 2019, “Avian Emotions: Comparative Perspectives on Fear and Frustration”, *Frontiers in Psychology*, 9:2707. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02707>
- Perl, E. R., 2007, “Ideas about pain, a historical view”, *Nature Reviews Neuroscience*, 8(1):71–80. <https://doi.org/10.1038/nrn2042>
- Pizzolante, C., Garcia, E., Saldanha, E., Laganá, C., Faitarone, A., Souza, H., y Pelicia, K., 2007, “Beak trimming methods and their effect on the performance and egg quality of Japanese quails (*Coturnix japonica*) during lay”, *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 9(1):17–21. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2007000100003>
- Rattenborg, N. C., 2006, “Evolution of slow-wave sleep and palliopallial connectivity in mammals and birds: A hypothesis”, *Brain Research Bulletin*, 69(1):20–29. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.11.002>
- Riber, A. B., y Hinrichsen, L. K., 2017, “Welfare Consequences of Omitting Beak Trimming in Barn Layers”, *Frontiers in Veterinary Science*, 4:222. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00222>
- Ritchie, M., 2014, “Neuroanatomy and Physiology of the Avian Hypothalamic/Pituitary Axis”, *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 17(1):13–22. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2013.09.005>
- Saller, A. M., Werner, J., Reiser, J., Senf, S., Deffner, P., Abendschön, N., Weiß, C., Fischer, J., Schörwerth, A., Miller, R., Zablotski, Y., Bergmann, S., Erhard, M. H., Ritzmann, M., Zöls, S., y Baumgartner, C., 2020, “Local anesthesia in piglets undergoing castration—A comparative study to investigate the analgesic effects of four local anesthetics on the basis of acute physiological responses and limb movements”, *PLOS ONE*, 15(7):e0236742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236742>
- Sandercock, D. A., 2004, “Putative nociceptor responses to mechanical and chemical stimulation in skeletal muscles of the chicken leg”, *Brain Research Reviews*, 46(2):155–162. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2004.07.020>
- Sandilands, V., Savory, C. J., 2002, “Ontogeny of behaviour in intact and beak trimmed layer pullets, with special reference to preening”, *British Poultry Science*, 43(2):182–189. <https://doi.org/10.1080/00071660120121373>
- Saxod, R., 1988, “Morphogenetic interactions in the Development of Avian Cutaneous Sensory Receptors”, en Hník, P., Soukup, T., Vejsada, R., y Zelená, J., (eds.), *Mechanoreceptors* Springer, USA, 3–4.

- Schneider, E. R., Anderson, E. O., Mastrotto, M., Matson, J. D., Schulz, V. P., Gallagher, P. G., LaMotte, R. H., Gracheva, E. O., y Bagriantsev, S. N., 2017, “Molecular basis of tactile specialization in the duck bill”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(49):13036–13041. <https://doi.org/10.1073/pnas.1708793114>
- Schwarzer, A., Plattner, C., Bergmann, S., Rauch, E., Erhard, M., Reese, S., y Louton, H., 2021, “Feather Pecking in Non-Beak-Trimmed and Beak-Trimmed Laying Hens on Commercial Farms with Aviaries”, *Animals*, 11(11):3085. <https://doi.org/10.3390/ani11113085>
- Soliman, S. A., y Madkour, F. A., 2017, “A comparative analysis of the organization of the sensory units in the beak of duck and quail”, *Histology and Cytology Embriology*, 1:1–9.
- Speer, B., y Powers, L. V., 2016, “Anatomy and Disorders of the Beak and Oral Cavity of Birds”, *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 19(3):707–736. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2016.04.003>
- Steagall, P. V., Bustamante, H., Johnson, C. B., y Turner, P. V., 2021, “Pain Management in Farm Animals: Focus on Cattle, Sheep and Pigs”, *Animals*, 11(6):1483. <https://doi.org/10.3390/ani11061483>
- Tahamtani, F. M., Kittelsen, K., y Vasdal, G., 2022, “Environmental enrichment in commercial flocks of aviary housed laying hens: relationship with plumage condition and fearfulness”, *Poultry Science*, 101(4):101754. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101754>
- Tattersall, G. J., Andrade, D. V., y Abe, A. S., 2009, “Heat Exchange from the Toucan Bill Reveals a Controllable Vascular Thermal Radiator”, *Science*, 325(5939):468–470. <https://doi.org/10.1126/science.1175553>
- van Staaveren, N., Ellis, J., Baes, C. F., y Harlander-Matauschek, A., 2021, “A meta-analysis on the effect of environmental enrichment on feather pecking and feather damage in laying hens”, *Poultry Science*, 100(2):397–411. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.006>
- Yamauchi, Y., Yoshida, S., Matsuyama, H., Obi, T., y Takase, K., 2017, “Morphologically abnormal beaks observed in chickens that were beak-trimmed at young ages”, *Journal of Veterinary Medical Science*, 79:1466–1471. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0287>