

Nuevos registros de aves con anormalidad pigmentaria en México y propuesta de clave dicotómica para la identificación de casos

Erick R. Rodríguez-Ruíz,¹ Wilberth A. Poot-Poot,² Régulo Ruíz-Salazar³ y Jacinto Treviño-Carreón^{2*}

Resumen

Las anormalidades pigmentarias en aves han adquirido mayor importancia e interés entre la comunidad ornitológica; sin embargo, resulta necesario contar con una herramienta de diagnóstico apropiada que brinde los criterios para lograr un sistema de identificación entre los distintos tipos de anormalidades. Para ello, proponemos una clave dicotómica para su identificación en campo con base en terminología obtenida de literatura especializada y una asociación de caracteres fenotípicos de aves. También, reportamos la presencia de anormalidades pigmentarias en la coloración corporal y de plumaje de cinco especies de aves que han sido observadas de forma ocasional en áreas perturbadas por impacto antropogénico en Tamaulipas, México: melanismo en la tortolita mexicana (*Columbina inca*), aberración ino en la paloma turca (*Streptopelia decaocto*), aberración ino en el correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*), leucismo parcial en el pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y leucismo parcial en el tordo de ojo rojo (*Molothrus aeneus*). Las evidencias de casos actuales sugieren un aparente aumento de especies en vida libre con variación en la pigmentación. Las causas que lo provocan aún son discutibles, por lo cual, relacionar qué factores naturales o artificiales están involucrados en estos padecimientos podrá contribuir a determinar su origen y detectar problemas a nivel de poblaciones. La clave dicotómica propuesta en la identificación de anormalidades pigmentarias puede ser una herramienta continua en contextos modernos, si se unifica la terminología empleada.

Palabras clave: Aberraciones cromáticas, coloración atípica, melanina, carotenos, leucismo, albinismo.

New bird records with abnormalities in pigmentation in Mexico and proposal of a dichotomous key for identifying cases

Abstract

Color abnormalities in birds have been receiving increasing attention within the ornithological community. However, it is important to create an appropriate tool to provide criteria to allow the accurate identification of the different types of abnormalities. Towards this end we have developed a dichotomous key for field identification of common abnormalities based on the terminology on the scientific literature and visible phenotypic characteristics of the birds. In addition, we report on color abnormalities in the body and plumage of five species of birds observed in anthropogenically disturbed areas in Tamaulipas, Mexico: melanism in the Inca Dove (*Columbina inca*), ino in the Eurasian Collared Dove (*Streptopelia decaocto*), ino in the Greater Roadrunner (*Geococcyx californianus*), leucism in the Groove-billed Ani (*Crotophaga sulcirostris*), and partial leucism in the Bronzed Cowbird (*Molothrus aeneus*). Evidence of current cases suggest a significant increase in free-living species with variation in pigmentation. The causes that trigger it are still disputable, therefore, to relate which natural or man-made factors are involved in these conditions will help determine its origin and to detect problems on a population level. This dichotomous key proposed for the identification of abnormalities in pigmentation can be a continuous tool in modern research, standardizing the terminology used.

Keywords: Color abnormalities, atypical coloration, melanin, carotenes, leucism, albinism.

Recibido: 27 de octubre de 2015. **Aceptado:** 31 de agosto de 2016

Editora asociada: Iriana Zuria Jordan

Introducción

El color del plumaje juega un papel importante en la comunicación, camuflaje y procesos fisiológicos en las 9 993 espe-

cies de aves modernas (Neornithes, Thomas *et al.* 2014). En la actualidad, se describen diversos tipos de anormalidades pigmentarias con base en el exceso, disminución, defecto o ausencia de pigmentos, principalmente melaninas (Grouw 2006,

¹ Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil, núm. 1301, Ciudad Victoria, Tamaulipas, C.P. 87010, México.

² División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Adolfo López Mateos, Ciudad Victoria, Tamaulipas, C.P. 87149, México.

³ Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional. Boulevard del Maestro s/n esquina Elías Piña, Col. Narciso Mendoza, Ciudad Reynosa, Tamaulipas, C.P. 88710, México. Correo electrónico: *jatrevino@docentes.uat.edu.mx

Davis 2007). Sin embargo, la terminología aplicada por más de un siglo ha sido confusa e inconsistente (Coues 1868). En consecuencia, no existe un consenso estricto referente a las definiciones presentadas con respecto a estas anomalías (C. Benesh com. pers. <www.birdforum.net/blog.php?b=79>) debido a que estos conceptos, en un principio, no fueron elaborados para aves, sino generados para aplicarse a la patología humana y otros mamíferos (Buckley 1982). En la última década, se han desarrollado esfuerzos por resolver estas inconsistencias mediante la generación de información específica para las anomalías que afectan la coloración del plumaje de las aves con base en descripciones detalladas sobre sus causas, métodos filogenéticos y reportes de especies afectadas (Grouw 2012, 2013, 2014).

La mayoría de los colores pigmentarios se producen por medio de la participación de tres tipos de moléculas: melanina (eumelanina y phaeomelanina), caroteno y porfirina. Las melaninas definen los colores café oscuro, gris y negro por medio del subtipo molecular eumelanina; mientras que los colores café claro a rojizo y algunos amarillos son definidos por medio del subtipo molecular phaeomelanina (McGraw *et al.* 2003, McGraw y Nogare 2004, Hill, McGraw 2006, Davis 2007). La melanina es un pigmento producido en la piel, escamas, plumas, pelo y ojos a través de una serie de reacciones bioquímicas complejas en la que la oxidación del aminoácido tirosina (mediante la enzima tirosinasa) da lugar a la formación de la melanina (Oetting *et al.* 2003, Fertl y Rosel 2009).

Por su parte, los carotenoides son colorantes químicos producidos por las plantas y obtenidos por las aves a través de la dieta, transformados vía enzimática para influir en la expresión de colores amarillo, naranja y rojo intenso, y que al combinarse con la melanina pueden producir el color verde olivo (McGraw *et al.* 2003, McGraw y Nogare 2004, Hill, McGraw 2006, Davis 2007).

Las porfirinas son producidas por modificación de aminoácidos y se distinguen por tener en su estructura átomos de nitrógeno. Este tipo de pigmentos produce el color rojo, café marrón y verde, los cuales se observan ante la iluminación de la luz ultravioleta. Los colores azul, violeta y verde son estructurales y se producen por la interferencia o difracción y por el ángulo de incidencia de la luz blanca en el cuerpo del ave (similar a un prisma), como resultado de la combinación de las capas de aire y la queratina dentro de la pluma, produce la coloración metálica o iridiscente en colores azul, verde o violeta (Gill 1990).

La expresión fenotípica de anomalías pigmentarias en la coloración del plumaje de las aves resulta del exceso, ausencia o deficiencia de melaninas, carotenos y porfirinas (Griffiths *et al.* 2000, Davis 2007). Dichas expresiones fenotípicas pue-

den ser causadas por anomalías en la estructura química del metabolismo (durante la elaboración de plumas), así como por factores físicos ambientales meramente externos a través de suciedad, cambios en la exposición a radiación solar o abrasión, que suceden principalmente de forma accidental (Davis 2007). Las anomalías pigmentarias se le han atribuido a la endogamia, hibridación, deficiencia nutricional, falta de exposición a la luz solar y contaminación ambiental (Bensch *et al.* 2000, Møller y Mousseau 2001).

Si consideramos que diversas anomalías pueden producir efectos similares en un individuo (Grouw 2013, 2014), resultaría difícil lograr determinarlas en campo por indefinición en terminología, falta de unificación de criterios o falta del interés por generar información concerniente; a esto también se suma la variabilidad en los patrones que rigen el origen y los mecanismos que provocan esas anomalías en las aves. Estos aspectos limitan la determinación acertada en campo (Davis 2007), errores que en la identificación de las anomalías pigmentarias han ocurrido por más de un siglo (Gutiérrez 1994), ya que los términos leucismo y albinismo se habían generalizado para nombrar diversos tipos de anomalías pigmentarias en aves (Grouw 2012, 2013).

Si tratamos de facilitar la identificación de anomalías pigmentarias con base en una clasificación esquemática, con definiciones explícitas y unificando la terminología sobre su conocimiento en aves, así como la ubicación fenotípica de los pigmentos en los individuos, podremos determinar correctamente el tipo de anomalía y comprender su ocurrencia a nivel poblacional. Así, con mayor información, se puede inferir sobre los patrones espaciotemporales y las causas que las provocan.

Con base en lo anterior, el objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una metodología que permita determinar las anomalías pigmentarias de las aves por medio del uso de claves dicotómicas, con el fin de alcanzar una mayor precisión y menor confusión en su identificación. Un siguiente objetivo fue generar e implementamos un sistema de claves dicotómicas que condensan la información especializada que unifique y facilite la identificación de estas anomalías. Finalmente, se buscó documentar la presencia de aves con problemas de pigmentación en el plumaje, lo cual nos permite evaluar las claves dicotómicas aquí generadas. Se entiende que la identificación puede tornarse difícil si sólo se toman en cuenta imágenes fotográficas o registros visuales, por lo que las claves dicotómicas facilitan la identificación de la anomalía durante el manejo directo del individuo (captura o colección científica). Para lograr una mejor apreciación de las anomalías pigmentarias a la hora de identificarlas, sugerimos tomar

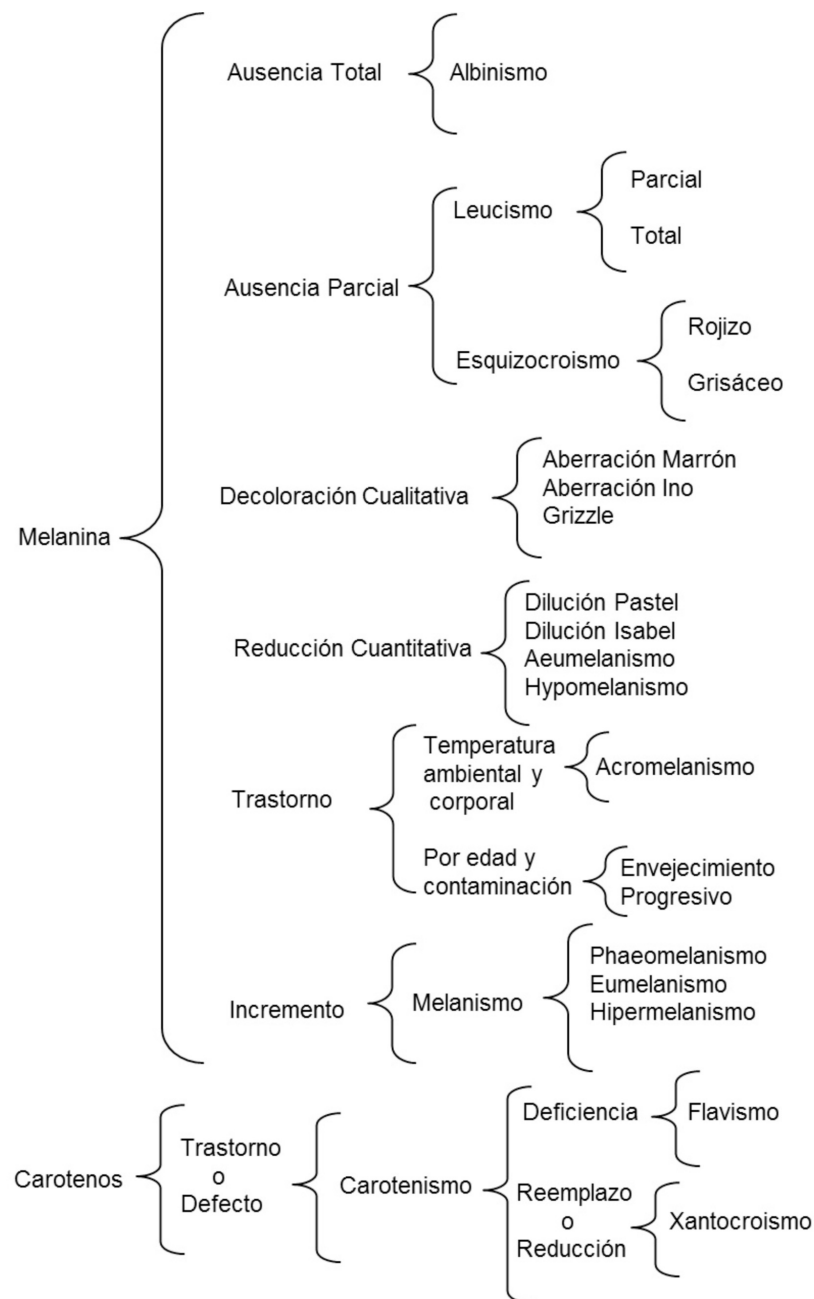
en cuenta aspectos de tipo ambiental como la luminosidad y temperatura, biología del ave, desgaste del plumaje, la temperatura corporal y la edad del individuo, datos que permiten asegurar una identificación correcta del tipo de anomalía.

Método

Elaboramos un esquema sinóptico de llave que representa una estructura organizada y coherente de la temática y sus

múltiples relaciones, lo que es útil para detectar semejanzas o diferencias entre variables fenotípicas (Figura 1). Posteriormente, diseñamos un cuadro comparativo con una lista de las anomalías pigmentarias, sus respectivas sinonimias y los efectos relacionados con la pigmentación (Cuadro 1). Finalmente, la información que generamos se integró en una clave dicotómica (Cuadro 2) y se relacionó con base en las características diagnósticas de algunos casos documentados en la tortolita mexicana (*Columbina inca*), paloma turca (*Streptopelia decaocto*), correcaminos nortero (*Geococcyx californianus*),

Figura 1. Esquema sinóptico de llave de anomalías pigmentarias en aves, con énfasis en pigmentos de melanina y caroteno.



Cuadro 1. Cuadro comparativo de los tipos de anomalías en la pigmentación corporal y del plumaje en aves presentadas en este trabajo, y las sinonimias empleadas con base en la terminología propuesta por Pettingill (1956), Harrison (1964), Buckley (1982), Grouw (1997, 2000a, 2000b, 2006, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014), Grouw y Nolzco (2012), Grouw y Blochb (2015) y Davis (2007). Se hace referencia en el texto a los pigmentos afectados y los cambios resultantes en la apariencia fenotípica del ave.

| Tipos de anomalías | Sinonimias | Pigmentos afectados | Apariencia fenotípica |
|--------------------|---|------------------------------------|---|
| Carotenismo | <ul style="list-style-type: none"> • Caroteno • Lutinos | Carotenoides | Disminución, aumento o cambio en la distribución de coloración amarilla, naranja o rojo intenso. |
| Flavismo | <ul style="list-style-type: none"> • Carotenismo | Carotenoides | La intensidad en la coloración amarillo o roja disminuye. |
| Xantocroismo | <ul style="list-style-type: none"> • Carotenismo • Erytrismo • Eritrismo • Eritromelánico • Eritromelanismo • Leucismo caroteno o carotenoide | Carotenoides | Dilución parcial por efecto de melanina, donde se exhiben pigmentos relacionados con carotenoides, principalmente el color amarillo, y remplazo de melanina por exposición de carotenos. |
| Melanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Melánico • Melanosis • Negro • Oscuro | Melaninas | Aumento total del pigmento melanina en plumaje y partes blandas del cuerpo, oscurecido de forma temporal o permanente. |
| Phaeomelanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Melanismo | Phaeomelanina | Exceso de phaeomelanina, incremento e intensidad en la coloración café claro y rojiza con apariencia rojiza a café oscura. |
| Eumelanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Melanismo | Eumelanina | Exceso de eumelanina, incremento e intensidad en la coloración café oscura y gris con apariencia oscura intensa. |
| Hipermelanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Melanismo | Phaeomelanina o eumelanina o ambas | Incremento total e intenso de pigmentos de melanina que afecta plumaje y partes blandas del cuerpo. |
| Acromelanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Melanismo • Albinismo • Leucismo | Phaeomelanina o eumelanina o ambas | Trastorno en la coloración del plumaje, con respecto a la temperatura ambiental y la exposición a la radiación solar. Ocurre de forma parcial o total. En ambientes fríos el plumaje se aclara, en lugares con temperaturas altas y sombra, el plumaje se oscurece. |
| Envejecimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Canoso • Viejo • Canoso progresivo • Vitiligo • Leucismo congénito • Leucismo parcial • Albinismo | Melaninas | Trastorno temporal (edad del ave) o físico por el entorno (contaminación ambiental, pesticidas, calidad nutricional). Se presenta en la coloración del plumaje en aves, con reducción en la pigmentación, aclarando las plumas a tonos blancos, gris claro. Con el paso del tiempo y la muda es más aparente. |

| Tipos de anomalías | Sinonimias | Pigmentos afectados | Apariencia fenotípica |
|-------------------------|--|---|---|
| Esquizocroismo | <ul style="list-style-type: none"> • Phaeocromatismo • Esquizocromatismo | Phaeomelanina o eumelanina o ambas | Ausencia total de algún pigmento de melanina o ambos. Individuos con plumajes desteñidos, lavados, descoloridos. |
| Esquizocroismo rojizo | <ul style="list-style-type: none"> • Esquizocroismo • Phaeo • Esquizocroismo de eumelanina • Esquizocroismo no eumelánico | Ausencia de eumelanina | Individuo de coloración beige, rojiza y café claro. |
| Esquizocroismo grisáceo | <ul style="list-style-type: none"> • Esquizocroismo gris • Grisáceo • Esquizocroismo de phaeomelanina • Aphaeomelanismo • Gris o plata • Esquizocroismo no feomelánico | Ausencia de phaeomelanina | Individuo de coloración gris claro a oscuros. |
| Albinismo | <ul style="list-style-type: none"> • Amelanismo total • Completo • Perfecto • Lutinos | Mutación genética heredable, ausencia de tirosina, pérdida total de melanina | Ausencia total de melanina, con individuos completamente blancos, el iris ocular rojizo a rosa pálido (consecuencia de la circulación sanguínea), tarsos algunas veces amarillo claro. Los individuos pueden presentar pigmentos de carotenos, porfirinas y queratina. |
| Leucismo total | <ul style="list-style-type: none"> • Amelanismo • Albinismo | Mutación genética heredable, recesiva con error en la deposición de melanina | Ausencia de melanina en plumaje y partes blandas del cuerpo al azar, con diferentes grados de afectación sin dañar la coloración del iris ocular. |
| Grizzle | <ul style="list-style-type: none"> • Leucismo canoso • Ceniciento • Cano | Mutación genética heredable, recesiva con error en la deposición de melanina | Aspecto canoso en el plumaje por deficiencia de pigmentación. |
| Leucismo parcial | <ul style="list-style-type: none"> • Amelanismo parcial • Albinismo parcial o imperfecto | Mutación genética heredable, recesiva, con error en la deposición de melanina | Aspecto blanco en diversas partes del cuerpo, total o parcialmente y ojos normales. Se presenta simetría bilateral con patrón en la deposición de melanina. Se presenta en las regiones corporales marginales en el ave (tarsos, alas, cola, cabeza y vientre). Algunas veces con presencia de carotenoides, porfirinas y queratinas. |
| Dilución | <ul style="list-style-type: none"> • Dilución • Leucismo • Albinismo | Reducción cuantitativa (concentración) en melanina | Coloración del plumaje original con un aspecto diluido. |
| Dilución Isabel | <ul style="list-style-type: none"> • Isabel • Dilución de ambas melaninas • Leucismo • Albinismo | Reducción en la concentración eumelanina | Coloración marrón grisácea se aclara a gris o rojiza. |

| Tipos de anomalías | Sinonimias | Pigmentos afectados | Apariencia fenotípica |
|--------------------|---|---|---|
| Dilución pastel | <ul style="list-style-type: none"> • Pastel • Dilución de eumelanina • Leucismo • Albinismo | Reducción en la concentración de phaeomelanina y eumelanina | Colores marrón o gris oscuros se aclaran o diluyen a grises y rojizos hasta amarillentos o beige. |
| Aberración marrón | <ul style="list-style-type: none"> • Marrón • Café • Pardo • Brown • Leucismo • Albinismo | Reducción cualitativa (cantidad) de eumelanina | El plumaje marrón, café oscuro a negro se decolora a marrón amarillento, café claro y beige. La phaeomelanina no se ve afectada. El plumaje se aclara con el tiempo por exposición a luz solar. |
| Aberración ino | <ul style="list-style-type: none"> • Ino • Leucismo • Albinismo | Intensa reducción cualitativa de melanina | Colores oscuros se decoloran a crema o beige. El plumaje se aclara con el tiempo por exposición a la luz solar. Iris ocular y tarsos rosados. |
| Aeumelanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Leucismo • Albinismo | Reducción casi total de melanina | Plumaje o partes blandas del cuerpo, se tornan café pardo a claro. |
| Hypomelanismo | <ul style="list-style-type: none"> • Fantasma • Pálido • Albinismo • Leucismo • Helado • Blanquecino • Leucismo • Albinismo | Reducción intermedia en la concentración de melanina | Plumaje o partes blandas del cuerpo presentan desteñido total, sin embargo, las bandas de la cola y líneas superciliares pueden mantener la pigmentación. |

pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y tordo de ojo rojo (*Molothrus aeneus*). Estos casos de anomalías los obtuvimos a partir de observaciones ocasionales en áreas con impacto antropogénico en Tamaulipas, México, entre 2012 y 2016.

A lo largo de la clave dicotómica se describen los pigmentos afectados y sus cambios expresados en el fenotipo de las aves, en cuanto a coloración del plumaje, pico y partes blandas del cuerpo (tarsos, piel e iris ocular), con base en la terminología propuesta por Pettingill (1956), Harrison (1964), Buckley (1982), Grouw (1997, 2000a, 2000b, 2006, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014), Grouw y Nolzco (2012), Grouw y Blochb (2015) y Davis (2007). Lo anterior nos permitió la identificación y comparación de los distintos tipos de anomalías pigmentarias en relación con caracteres excluyentes (Vilches *et al.* 2012).

Los caracteres que utilizamos para las opciones de la clave dicotómica tienden a ser constantes, de tal manera que las anomalías pigmentarias puedan ser identificadas sin dificultad, comenzando con características generales muy contrastantes (p. ej., con o sin presencia de melanina). Para la estructuración de la clave dicotómica, asignamos a cada una de las opciones un símbolo (número y letra) que las identi-

fique, y que permita el flujo de la información hasta lograr la determinación (Vilches *et al.* 2012). Para relacionar los aspectos morfológicos externos del plumaje y las partes blandas del cuerpo (presencia o ausencia total o parcial, disminución o aumento y con o sin distribución de simetría bilateral en la expresión de melaninas, así como los defectos de la expresión de carotenos). Por lo cual, es necesario observar detalladamente las características corporales de las aves, de forma cualitativa y cuantitativa, para generar la opción múltiple en cada articulación de la clave.

Estudios de caso

Tortolita mexicana (*Columbina inca*)

El 27 de abril de 2015, en Ciudad Mante (balneario El Campestre), Tamaulipas (22°42'42.22"N, 98°58'40.60"O; 86 msnm), registramos dos individuos adultos de *Columbina inca* en un huerto de mango (*Mangifera indica*), forrajeando a nivel de suelo. Ambos individuos presentaban un incremento notable de melanina que oscurecía su plumaje, por lo que el patrón

Cuadro 2. Clave dicotómica para determinar anomalías pigmentarias de aves.

| | |
|--|--------------------------------|
| 1 a. Incremento de melanina parcial o total, de forma permanente o temporal | Melanismo (2) |
| 1 b. Disminución o ausencia de melanina parcial o total | 3 |
| 1 c. Defecto y desorden en pigmentos de caroteno, parcial o total. | Carotenismo (4) |
| 2 a. Incremento de phaeomelanina con apariencia oscurecida en los pigmentos color café claro y rojizo en el plumaje | Phaeomelanismo |
| 2 b. Incremento de eumelanina con apariencia oscurecida en el color café oscuro y gris | Eumelanismo |
| 2 c. Incremento intenso de phaeomelanina o eumelanina o ambas, que afectan el plumaje y partes blandas del cuerpo. | Hipermelanismo |
| 3 a. Ausencia total de melaninas, se presenta coloración blanca en el plumaje, en partes blandas del cuerpo (iris ocular, tarsos y piel) y pico, con coloración roja a rosada por presencia de carotenos, el iris ocular gris opaco a claro, el cual en ciertas condiciones de iluminación puede observarse una coloración rosa a rojiza violácea, proveniente de la retina que se refleja a través del iris (por contener niveles bajos de pigmento) o en otros casos por el flujo sanguíneo ocular. | Albinismo |
| 3 b. Trastorno en la melanina respecto a la coloración del plumaje. Las áreas del cuerpo con mayor exposición a luz solar se aclaran y con baja exposición oscurecen, como puede ocurrir de forma total por condición del entorno: en lugares con alta temperatura el plumaje oscurece y con temperaturas bajas se aclara. | Acromelanismo |
| 3 c. Trastorno temporal (edad del ave) o físico por el entorno (contaminación ambiental). Se presenta en la coloración del plumaje de aves, con reducción en la pigmentación, aclara las plumas a tonos blancos, gris claro, con el paso del tiempo, y en el cambio de mudas es más aparente su condición, con un aumento de pérdida de pigmentos muy notorio. | Envejecimiento |
| 3 d. Ausencia parcial o casi total de melanina, excepto en iris ocular. | 5 |
| 3 e. Ausencia de phaeomelanina o eumelanina. | 6 |
| 3 f. Decoloración de melanina parcial o total en el plumaje con apariencia diluida. | 7 |
| 4 a. Deficiencia en pigmentos de caroteno, donde la intensidad en el color amarillo o rojo del plumaje disminuye | Flavismo |
| 4 b. Ausencia parcial de melanina en plumaje, se presenta plumaje color blanco, con remplazo de pigmentos de caroteno (amarillo, rojo y naranja) y en las partes blandas del cuerpo puede presentar coloración roja a rosada o grisácea a cristalino. | Xantocroismo |
| 5 a. Ausencia total de melaninas en el plumaje, se presenta color blanco en el plumaje, pero rara vez en partes blandas del cuerpo y nunca en el iris ocular. Puede presentar coloración por presencia de carotenos o refracción de luz en plumas por queratinas. | Leucismo total |
| 5 b. Ausencia parcial de melanina con simetría bilateral, con plumas completamente blancas y rara vez ausencia de pigmento en partes blandas del cuerpo, pero nunca pérdida de coloración en el iris ocular. Puede presentar coloración por presencia de carotenos o refracción de luz en plumas por queratinas | Leucismo parcial |
| 6 a. Ausencia de eumelanina sin coloración negra, gris o café oscuro en el plumaje y sólo presencia de coloración café claro y rojiza | Esquizocroismo rojizo |
| 6 b. Ausencia de phaeomelanina, sin coloración amarilla o rojiza, con presencia de coloración negra, gris o café claro a oscuro. | Esquizocroismo grisáceo |
| 7 a. Decoloración cualitativa en la pigmentación de melanina | 8 |
| 7 b. Dilución cuantitativa en la pigmentación de melanina en el plumaje | 9 |
| 8 a. Decoloración del pigmento eumelanina, sin afectar la phaeomelanina o los carotenos. Ocurre en aves con plumajes oscuros, donde el color negro se muestra café pardo o marrón a claro y se exhibe casi decolorado. Difiere del leucismo en que, la base de las plumas, mantienen su coloración original, debido a la exposición solar | Aberración marrón |
| 8 b. Decoloración en los pigmentos de melanina, en donde la phaeomelanina es casi ausente y poco menos la eumelanina en el plumaje, los colores café oscuro se aclaran. Difiere del leucismo en que la base de las plumas mantiene su coloración original, debido a la exposición solar. Se recomienda el monitoreo continuo del individuo para registro de nueva muda y para evitar la confusión en la identificación | Aberración ino |
| 8 c. Decoloración parcial de melaninas en el plumaje, se presenta coloración canosa en el plumaje (color gris claro a plateado), pero no en las partes blandas del cuerpo | Grizzle |

Continúa cuadro 2

| | |
|--|-----------------|
| 9 a. Reducción mayor o igual a 50% en la concentración de pigmentos de ambas melaninas, en donde las plumas oscuras se tornan grises y la gama de café y rojo se decoloran a café claro, beige, crema y amarillo claro. | Dilución pastel |
| 9 b. Reducción mayor o igual a 50% sólo del pigmento eumelanina, en donde las plumas oscuras se tornan en una gama de grises | Dilución Isabel |
| 10 a. Reducción en los pigmentos de melanina (phaeomelanina mayor o igual al 95% y eumelanina 85%) en el plumaje o partes blandas del cuerpo. El plumaje oscuro se torna café pardo | Aeumelanismo |
| 10 b. Reducción mayor o igual a 50% en la concentración de pigmentos de melaninas en el plumaje o partes blandas del cuerpo. Se presenta desteñido total, sin embargo las bandas de la cola y líneas superciliares pueden mantener la pigmentación | Hypomelanismo |

escamoso característico de la especie apenas era distinguible (Figura 2a). La frecuencia de reportes sobre casos de anomalías pigmentarias en Columbiformes ha sido común (Braun y Boyd 1979, Yusti-Muñoz y Velandia-Perilla 2013). Existe conocimiento sobre melanismo para la especie en otras regiones del mundo <www.internationaldovesociety.com/SeedSpecies/IncaDove.htm>; sin embargo, parece ser el primer caso reportado de melanismo en México (Rodríguez-Ruíz *et al.* 2015).

Paloma turca (*Streptopelia decaocto*)

El 28 de marzo de 2015, a las 14:09 h, en el Ejido El Olmo (balneario El Salto del Tigre), municipio de Güemez, Tamaulipas (24°0'52.26"N, 99°19'09.77"O; 283 msnm), registramos un individuo adulto de *Streptopelia decaocto* (Figura 2b) que presentaba un ala y el dorso sin melanina en el plumaje, mientras que el resto mostraba la coloración típica de la especie. Esto lo identificamos como caso de aberración ino, una mutación común en la especie (H. van Grouw com. pers.) debido a una sensibilidad alta a luz solar, que aclara el plumaje en un periodo corto. El ave fue detectada posando en un árbol de framboyán (*Delonix regia*) y después sobre un cable de energía eléctrica, en compañía de otro individuo de la misma especie. El 19 de junio de 2016, frente al Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas (23°45'08.29"N, 99°09'53.92"O; 327 msnm), detectamos la presencia de un individuo adulto de *S. decaocto* con decoloración gradual en el cuerpo, pero principalmente en alas, lo que coincide con la aberración ino (Figura 2c). La incidencia de casos sobre anomalías pigmentarias para la especie no parece ser un hecho aislado ni en México ni a nivel mundial. Situaciones similares han sido asociadas a la calidad del hábitat, contaminación ambiental, dieta y baja variabilidad a nivel genético en poblaciones reducidas y semi-aisladas (Bensch *et al.* 2000) en áreas urbanas pequeñas, suburbanas o agrícolas (Contreras y Ruíz 2011, Ayala-Pérez *et al.* 2015). Una propuesta es

realizar estudios biogeográficos que ayudarían a identificar las poblaciones expuestas a estrés ambiental o endogamia.

Correcaminos norteno (*Geococcyx californianus*)

El 20 de febrero y 1 de mayo de 2015, en el ejido El Ébano, municipio de Llera, Tamaulipas (23°32'57.09"N, 99°02'25.84"O; 471 msnm), avistamos un individuo de *Geococcyx californianus* con el plumaje y partes blandas del cuerpo completamente blancos e iris ocular y tarsos ligeramente rosados (Figura 2d); por lo que la clasificamos como aberración ino. Descartamos la posibilidad de un albinismo por ser una condición extrema y muy rara en la naturaleza, al ser una mutación incapaz de producir melanina. Además, rara vez se observan aves albinas gregarias adultas debido a que los polluelos mueren poco después de abandonar el nido por su mala visión que interfiere en la búsqueda de alimento y sitios de descanso, y por su visible exposición a depredadores (Grouw 2012, 2013). El ave se observó por vez primera junto a dos individuos, y en una segunda ocasión acompañado de tres individuos (Figura 2e). Este reporte representa el segundo para la especie, pues el primero fue documentado en Hurricane, Utah, EUA, en 2007, por Harlan Daubs (determinado como albino <www.utahbirds.org/featarts/2008/AlbinoBirdPhotos.htm>). Coincidentemente ambos casos se encuentran en áreas marginales de su distribución geográfica, lo que podría ser un factor que influye en la anomalía de su pigmentación (Krecsák 2008). Sin embargo, las implicaciones ecológicas y los factores que causan los patrones de anomalías pigmentarias en aves aún no son bien conocidas.

Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*)

El 1 de mayo de 2015, en el poblado Loma Alta, municipio de Gómez Farías, Tamaulipas (22°54'19.92"N, 99°01'37.18"O;

75 msnm), avistamos un individuo de *Crotophaga sulcirostris* con plumaje blanco iridiscente (con presencia de queratina) y tres motas negras pequeñas en la zona dorsal, pecho y abdomen con simetría bilateral en el cuerpo del ave, mientras que el pico, ojos y patas presentaban el color oscuro típico de la especie. El individuo se encontraba en un cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y se desplazó hacia las ramas de un huizache (*Acacia farnesiana*), en compañía de tres individuos con coloración de plumaje normal. Adicionalmente, el 12 de mayo de 2015, observamos al individuo con plumaje aberrante en el mismo sitio con tres individuos posados en un arbusto de guazima (*Guazuma ulmifolia*). En ambos casos no fue posible obtener una imagen fotográfica como evidencia. Existen registros de leucismo parcial para la especie en Guayas, Ecuador, acompañados de fotografías (Cadena-Ortiz *et al.* 2015).

Tordo de ojo rojo (*Molothrus aeneus*)

Con base en los registros de observaciones ocasionales obtenidos durante un monitoreo que desarrollamos en las épocas de invierno y primavera (noviembre a abril) de 2012 a 2016, en el Parque Bicentenario de Ciudad Victoria, Tamaulipas (23°45'03.96"N, 99°06'02.07"O; 263 msnm), registramos la

presencia de un individuo macho adulto de *Molothrus aeneus* con dos plumas rectrices centrales sin melanina, es decir, completamente blancas (Figura 2e). El resto del plumaje presentaba la coloración típica de la especie, al igual que las partes blandas del cuerpo (piel, ojos y tarsos) y el pico. Lo identificamos como un caso de leucismo parcial; excluimos el envejecimiento, ya que en este último se magnifica el aclaramiento de las plumas, mientras que el leucismo permanece con el paso del tiempo. Esto hace evidente la relevancia de monitorear al individuo para observar si existe un incremento en la aparición de plumaje blanco (Grouw 2011). Otra de las características excluyentes es que cuando sucede el leucismo, aunque es poco común, se muestra de forma simétrica (condición de simetría bilateral); comúnmente se presenta en las áreas marginales de plumas rectrices, cabeza, alas, vientre y tarsos (Grouw 2013). Otra causa de pérdida de melanina en las plumas rectrices puede deberse a un accidente o lesión por ataque de algún depredador o que en la nueva muda no se haya presentado pigmentación (H. van Grouw com. pers.). Sin embargo, este individuo fue observado durante cuatro años consecutivos en la misma zona durante la época migratoria en parvadas mixtas con el tordo cabeza café (*M. ater*) y el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*). Las parvadas estaban constituidas, aproximadamente, por 1 250 individuos, de los cuales se cuantificaron 450 *M. aeneus*, 600 *M. ater* y 33 *Q. mexicanus*. Lo anterior nos



Figura 2. a) Dos individuos de tórtola (*Columbina inca*) con melanismo, incremento de coloración en el plumaje; b) Paloma turca (*Streptopelia decaocto*) con aberración ino en alas; c) Paloma turca (*Streptopelia decaocto*) con aberración ino en alas con diferente grado de decoloración; d) Correcaminos nortero (*Geococcyx californianus*) con aberración ino con todo el plumaje decolorado; e) Tordo de ojo rojo (*Molothrus aeneus*) con leucismo parcial en plumas rectrices.

indicaría que, la incidencia de esta anomalía, fue inferior a 1%. Cabe destacar que la permanencia del individuo en el grupo resulta importante, pues a pesar de su condición no fue excluido y llegó a la etapa adulta, lo que concuerda con lo que recientemente se reportó para *M. ater* en un área urbana del noroeste de México (Hernández *et al.* 2016).

Discusión

A nivel mundial se han documentado casos sobre anomalías pigmentarias en diversos grupos taxonómicos por exceso o disminución de pigmentos, principalmente melaninas (Grown 2006, Davis 2007). Actualmente, se conocen más de 100 mutaciones en el gen de la tirosinasa, el cual ha sido asociado con albinismo en aves, mamíferos, reptiles, anfibios y peces (Fertl y Rosel 2009, Oetting *et al.* 2003). Además, tiende a observarse un interés creciente por el desarrollo de estudios y conocimiento de anomalías pigmentarias en diversos grupos de vertebrados: aves (Gross 1965, Nemésio 2001, Piacentini 2001, Urcola 2011, Cadena-Ortiz *et al.* 2015), mamíferos (Arriaga-Flores *et al.* 2016), reptiles (Krecksák 2008), anfibios (Galán 2010) y peces (Veena *et al.* 2011). En diversos estudios sobre anomalías pigmentarias se han reconocido alrededor de 572 especies de vertebrados a nivel mundial con alguna de estas aberraciones; las aves ocupan la mayoría de estos casos (más de 350 especies, Hayley-McCardle 2012). Con respecto a estudios de anomalías pigmentarias de aves en México, únicamente se ha documentado la existencia de leucismo parcial o total y albinismo (Tinajero y Rodríguez-Estrella 2010, Carbó-Ramírez *et al.* 2011, Ayala-Pérez *et al.* 2015, González-Arrieta y Zuria 2015).

Vale la pena reflexionar acerca de la problemática abordada. ¿La información científica es suficiente o faltan científicos para abordar el tema? ¿La terminología empleada para consignar las anomalías pigmentarias es apropiada? O bien, ¿la determinación de la anomalía pigmentaria ha sido la adecuada? Un caso donde se manejaron errores de identificación ocurrió con el albinismo de *Q. mexicanus* y el leucismo de *C. inca* (Rodríguez-Ruíz *et al.* 2015), los cuales se debieron clasificar como aberración ino o envejecimiento por presentar plumas envejecidas o descoloridas por luz solar, con aberración marrón en otras plumas (H. van Grouw com. pers.). Por lo cual, pensamos que la identificación de alguna anomalía pigmentaria debería ser abordada con mayor rigor y mediante el uso de claves dicotómicas.

Las claves dicotómicas propuestas y la forma de emplearlas en anomalías pigmentarias pretenden contribuir a la

unificación de criterios terminológicos, que han sido difusos por más de un siglo (Coues 1868, Davis 2007). Además, tiende a facilitar la determinación y brindar certeza, con lo que se podría aumentar el número de reportes de anomalías pigmentarias en la literatura especializada y abonar al modelaje de patrones de incidencia, cambios en la concentración y distribución de los pigmentos, entre otros temas importantes. También, resulta conveniente registrar las consecuencias, costos ecológicos y genéticos de las poblaciones e individuos que lo padecen, mapeo de sitios y la relación que guardan con ciertas variables ambientales, a fin de dar seguimiento a los individuos con anomalías pigmentarias en lo que corresponde a supervivencia, comportamiento (Bensch *et al.* 2000) y aceptación colectiva dentro de su especie. Es indispensable que los estudios realizados presenten una descripción detallada de las anomalías pigmentarias, debido a que pueden presentarse confusiones (Grouw 2006, 2010, 2011).

Se ha demostrado que la pérdida de pigmentación conlleva a modificar los hábitos de los individuos afectados (Caro 2005, Rodríguez-Ruíz *et al.* 2014). Ejemplo de ello es la desventaja de supervivencia por la susceptibilidad mayor a depredadores naturales, exclusión social intraespecífica y reducción en la atracción reproductiva, lo que implicaría menor posibilidad de sobrevivir (Caro 2005, Espinal *et al.* 2011).

La reducción en la expectativa de vida de los individuos leucísticos sería más sensible en especies gregarias (Nogueira y Alves 2011). Sin embargo, en nuestro caso, los individuos con anomalías pigmentarias, al parecer, no son segregados por la población de la que forman parte, sino que son aceptados; tal como ha sido observado en numerosas especies de vertebrados, quienes logran reproducirse y seguir su ciclo de vida normal (Atauchi 2015). Documentar este tipo de casos puede contribuir a evaluar la frecuencia con la que ocurren dichas anomalías pigmentarias y el grado de variación entre poblaciones de aves (Ayala-Pérez *et al.* 2014, 2015). También se cuenta con información de los efectos negativos que ocurren en las relaciones intraespecíficas de individuos con anomalía pigmentaria (Beier y Noos 1998, Fahrig 2003, Laiolo y Arroyo-Solís 2011), donde las anomalías frecuentes en el plumaje de aves podría ser indicativo de endogamia en poblaciones pequeñas y aisladas, propiciadas por estrés ambiental (Bensch *et al.* 2000).

La frecuencia en la detección de anomalías pigmentarias en aves asociadas a centros urbanos podría depender de mecanismos interactuantes a nivel poblacional, en particular el tamaño reducido del núcleo familiar (Arriaga-Flores *et al.* 2016). Sin embargo, estas poblaciones suelen tener una variabilidad genética reducida entre individuos de distintas poblaciones (Martínez-Sánchez *et al.* 2001), lo que conlleva

a mayores probabilidades de manifestar anomalías pigmentarias.

Los registros de especies ecológicamente tolerantes a la presencia humana en áreas urbanas también sugieren que los individuos con anomalías pigmentarias podrían ser fácilmente detectados, mayor aún si desarrollan actividad diurna o si emiten llamados o vocalizaciones constantes. Del mismo modo, su presencia en estas áreas podría deberse a una menor tasa de depredación o mayor disponibilidad de recursos (Cadena-Ortiz *et al.* 2015). En ocasiones, las plumas blancas también pueden ser el resultado de una lesión o una mala nutrición, con la probabilidad de que en la siguiente muda se recupere el patrón de coloración normal en el cuerpo del ave. Sin embargo, existe otra anomalía pigmentaria nombrada envejecimiento, donde el ave tiende a perder la coloración del plumaje con respecto a la edad, cuando se trata de casos tempranos se puede discernir del leucismo, pero en edades avanzadas es casi imposible diferenciarla en campo (Grouw 2012, 2013). Algo semejante podemos encontrar en colecciones científicas producto de la manipulación frecuente o el factor tiempo que provoca el desgaste y en consecuencia la pérdida del patrón de pigmentación original en el ejemplar de estudio.

Los reportes de albinismo son escasos entre aves (<1%), lo cual podría deberse a la baja tasa de supervivencia que presentan los individuos con esta condición en vida libre (Grouw 2006). Las causas pueden ser atribuidas a diversos factores: fotofobia (intolerancia a la luz, que conlleva a afecciones irritantes del globo ocular), alta perceptibilidad ante los depredadores, o dificultades en la termorregulación (helioterma) ya que, debido a la ausencia total de melanina, estas aves tienen una baja capacidad de absorción de la radiación solar, lo cual implica una seria desventaja con el resto del grupo, ya que la probabilidad de supervivencia se ve drásticamente afectada, por lo que disminuye la posibilidad de encontrar individuos adultos (Rivera *et al.* 2001).

Mientras la presencia de individuos melánicos es común en condiciones asociadas con el aislamiento, ya sea en las islas oceánicas o en picos de montaña (regiones alpinas restringidas), lo que se atribuye a procesos ecológicos a corto plazo asociados a competencia interespecífica (Wilson 1961). En aves, el melanismo ocurre cuando las poblaciones se encuentran apartadas geográficamente y concentradas con altas densidades dentro de tierras continentales y, por lo tanto, la probabilidad sobre la frecuencia de individuos melánicos es mayor (Ferrer-Sánchez y Rodríguez-Estrella 2014).

El melanismo puede presentar propiedades térmicas y camuflaje en regiones insulares donde existen superficies oscuras. Las causas pueden derivar por alta nubosidad en las re-

giones costeras, así como protección contra la refracción de luz solar proveniente del suelo arenoso y salino (Kettlewell 1973), por lo que el melanismo bajo estas condiciones se ha clasificado de forma monomórfica en algunas poblaciones (Pérez-Mellado 1984). Por otro lado, para el caso de especies continentales el melanismo es considerado como una anomalía pigmentaria rara y restringida (Galán *et al.* 2011). Adicionalmente, algunos factores como dieta deficiente o falta de exposición a la luz solar, pueden causar melanismo temporal y los individuos pueden adquirir una coloración normal en la siguiente muda, una vez eliminada la posible causa del exceso pigmentario (Grouw 2006). Sin embargo, cuando los patrones atípicos son permanentes, la producción de melanina es una consecuencia de alteraciones genéticas (Griffiths *et al.* 2000).

La ocurrencia de anomalías pigmentarias en aves puede comprender hasta 4.5% de la población, principalmente en especies insulares que son puras o que presentan el efecto de cuello de botella con poblaciones reducidas; aunque dichas anomalías pueden alcanzar 13% en condiciones alteradas por impacto antropogénico (particularmente en áreas urbanas o agropecuarias). Esto ha sucedido en poblaciones de golondrinas en los alrededores de Chernobyl, Ucrania, donde la radiación nuclear (nivel siete) ha causado probablemente los mayores niveles de mutación genética con alteración del pigmento de las aves (Nogueira *et al.* 2011). Sin embargo, Acosta (2005) reporta un caso de leucismo parcial en el semillero oliváceo (*Tyris olivacea*) en cautiverio, donde menciona una frecuencia alta de individuos que presentan anomalías pigmentarias, sin asignar un valor porcentual; en cambio, E.R. Rodríguez-Ruiz (obs. pers.) estima que más del 50% de individuos en cautiverio del perico australiano (*Melopsittacus undulatus*) mostró incidencia de anomalías pigmentarias principalmente por leucismo parcial, el cual es nombrado comúnmente como “perico australiano mariposa” y altamente apreciado por su valor ornamental por el humano e interés comercial en diversas regiones de México.

La incidencia de casos cercanos a áreas perturbadas sugiere un aumento aparente de especies e individuos con variación en la pigmentación, posiblemente por el estrés ambiental al que se enfrentan y que es ocasionado, en su mayoría, por diversas actividades humanas como la agricultura y ganadería, la industria y la alta urbanización (Rodríguez-Ruiz *et al.* 2014), lo que se manifiesta en trastornos de la expresión genética (Møller y Mousseau 2001, Nogueira y Alves 2011), estrés fisiológico (Philips 1954) y desórdenes alimenticios (Grouw 2006). Determinar aquellos factores naturales o artificiales involucrados en estos padecimientos podría contribuir a determinar las poblaciones que presentan problemas genéticos a corto plazo (González-Arrieta y Zuria 2015).

Finalmente, se espera que el uso de la clave dicotómica propuesta sea incorporado en la identificación de anomalías pigmentarias, como una herramienta continua y apropiada en contextos modernos. Sin embargo, el manejo y resultado de esta clave dependerá de aquello que se desee identificar, por lo que sugerimos observar detalladamente los caracteres morfológicos principales correspondientes a cada opción de la clave y esquematizarlos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a M.A. Martínez-Morales por su importante participación como editor en jefe de la revista Huitzil y participar en la revisión del presente escrito, a los revisores P. Carbó-Ramírez, I. Zuria, al Laboratorio de Aves y revisores anónimos, así como también a J.A. Rangel-Lucio y J.F. Gómez-Rodríguez por sus comentarios, a I. Cumpián-Medellín y C. Aguilar-Pérez por su colaboración en campo, a D.J. Brightsmith por su colaboración en la traducción del resumen. Finalmente agradecemos a H. van Grouw por el interés brindado en el escrito y su revisión con respecto a los casos de anomalías pigmentarias aquí presentados.

Literatura citada

- Acosta, L. 2005. Primer caso conocido de leucismo parcial en *Tiaris olivacea* en Cuba. *Huitzil* 6:14-15.
- Arriaga-Flores, J.C., E.R. Rodríguez-Ruíz, J.P. Gallo-Reynoso, and I. Castro-Arellano. 2016. Leucism in Neotropical otters (*Lontra longicaudis annectens*) from northern Mexico. *The Southwestern Naturalist* 61:63-68.
- Atauchi, P.J. 2015. Leucismo en el rascón plumizo (*Pardirallus sanguinolentus*: Rallidae) en el Humedal de Lucre-Huacarpay, al sur de los Andes de Perú. *The Biologist* (Lima) 13:157-160.
- Ayala-Pérez, V., N. Arce y R. Carmona. 2014. Observaciones de Leucismo en cuatro especies acuáticas en Guerrero Negro, Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:982-986.
- Ayala-Pérez, V., N. Arce y R. Carmona. 2015. Registro de aves con Leucismo en Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 31:309-312.
- Beier, P. y R.F. Noss. 1998. Corridors provide connectivity? *Conservation biology* 12:1241-1252.
- Bensch, S., B. Hansson, D. Hasselquist y B. Nielsen. 2000. Partial albinism in a semi-isolated population of great reed warblers. *Hereditas* 133:167-170.
- Braun, C.E. y R.L. Boyd. 1979. Albinism in Mourning Doves. *The Southwestern Naturalist* 24:198-200.
- Buckley, P.A. 1982. Avian genetics. Pp. 21-110. In: M. Petrak (ed). *Diseases of Cage and Aviary Birds*, 2a. ed. Lea and Febiger. Philadelphia, EUA.
- Cadena-Ortiz, H., D. Bahamonde-Vinueza, D.F. Cisneros-Heredia y G. Buitrón-Jurado 2015. Alteraciones de coloración en el plumaje de aves silvestres del Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías* (Quito) 7:B75-B90.
- Carbó-Ramírez, P., P. Romero-González e I. Zuria. 2011. Primer reporte para México de coloración aberrante (leucismo parcial) en el cuillacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*). *Huitzil* 12:1-4.
- Caro, T. 2005. The adaptive significance of coloration in mammals. *BioScience* 55:125-136.
- Contreras, B.A.J. y G. Ruíz. 2011. Primer informe de Leucismo en la paloma de collar *Streptopelia decaocto* (Columbiformes), especie exótica en México. *Cuadernos de Investigación UNED* 3:85-88.
- Coues, E. 1868. Instances of albinism among our birds. *American Naturalist* 2:161-162.
- Davis, J.N. 2007. Color abnormalities in birds: A proposed nomenclature for birders. *Birding* 39:36-46.
- Espinal, M., J.M. Mora, C. O'Reilly y J.M. Solís 2011. Leucismo y Reproducción en el Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) en el Golfo de Fonseca, Honduras. *Ceiba* 52:206-208.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34:487-515.
- Ferrer-Sánchez, Y. y R. Rodríguez-Estrella. 2014. Partial albino turkey vultures (*Cathartes aura*) in the island of Cuba. *Ornitología neotropical*. 25:119-122.
- Fertl, D. y P.E. Rosel. 2009. Albinism. Pp. 24-26 In: F. P. Williams, B. Wursig y J.G.M. Hans Thewissen (eds). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press. Amsterdam.
- Galán, P. 2010. Mutación leucística en *Lissotriton boscai* de Galicia. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 21:58-61.
- Galán, P., R. Vázquez, y M. Cabaña. 2011. Melanismo parcial en *Podarcis bocagei* de Galicia. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 22:79-81.
- Gill, F.B. 1990. *Ornithology*. W.H. Freeman and Company, New York, EUA.
- González-Arrieta, R.A. y I. Zuria. 2015. Coloración aberrante (leucismo parcial) en el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) en una zona urbana del centro de México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 31:318-320.

- Griffiths, A.J.F., J.H. Miller, D.T. Suzuki, R.C. Lewontin y W.M. Gelbart. 2000. An Introduction to Genetic Analysis. 8a. ed. W.H. Freeman and Company Press. New York, EUA.
- Gross, A.O. 1965. The incidence of albinism in North American Birds. *Bird Banding* 36:67-71.
- Grouw, H.V. y S. Nolazco. 2012. The nature of melanism and some other colour aberrations in the vermilion flycatcher (*Pyrocephalus rubinus obscurus*) Boletín informativo UNOP 7:26-37.
- Grouw, H.V. 1997. Color genetics of the Ringneck dove. Pigeon Genetics News, Views & Comments, September, Plain City. EUA.
- Grouw, H.V. 2000a. Genetica bij duiven. Derde druk. Amerongen.
- Grouw, H.V. 2000b. Kleurmutaties bij vogels. *Het Vogeljaar* 48:6-10.
- Grouw, H.V. 2006. Not every white bird is an albino: sense and nonsense about colour aberrations in birds. *Dutch Birding* 28:79-89.
- Grouw, H.V. 2010. How to recognize colour aberrations in birds (in museum collections). *Journal of Afrotropical Zoology* 6:53-59.
- Grouw, H.V. 2011. Notes and reports Lappet-faced Vultures with white feathers. *Vulture News* 60:13-14.
- Grouw, H.V. 2012. What colour is that sparrow? A case study: colour aberrations in the house sparrow *Passer domesticus*. *International Studies On Sparrows* 36:30-55.
- Grouw, H.V. 2013. What colour is that bird? The causes and recognition of common colour aberrations in birds. *British Birds* 106:17-29.
- Grouw, H.V. 2014. Some black-and-white facts about the Faeroese white-speckled Common Raven *Corvus corax varius*. *Bulletin British Ornithologists' Club* 134:4-13.
- Grouw, H.V. y D. Blochb. 2015. History of the extant museum specimens of the Faroese white-speckled raven. *Archives of Natural History* 42:23-38.
- Gutiérrez, R. 1994. Albino, esquizocroico o leucístico? Butlletí de Contacte del Grup Català d'Anellament 11:34-35.
- Harrison, J.M. 1964. Plumage: Abnormal and aberrant. Pp. 643-646. In: A.L. Thomson (ed). *A New Dictionary of Birds*. McGraw-Hill Book Company. New York, EUA.
- Hayley-McCardle, B.S. 2012. Albinism in wild vertebrates. Tesis de maestría, Science Texas State University, San Marcos, Texas, EUA.
- Hernández, V.S.D., J.A. Rodríguez M. y M.G. Viggers C. 2016. Primer reporte de leucismo parcial en el tordo cabeza café (*Molothrus ater*) en el estado de Durango, México. *Huitzil* 17:239-243.
- Hill, G.E. y K.J. McGraw. 2006. *Bird Coloration II Function and Evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, EUA.
- Kettlewell, H.B.D. 1973. *The evolution of melanis*. Clarendon Press, Oxford. Oxford, Reino Unido.
- Krecsák, L. 2008. Albinism and leucism among European viperinae: a review. *Russian Journal of Herpetology* 15:97-102.
- Laiolo, P. y A. Arroyo-Solís. 2011. La fragmentación del hábitat como determinante de la diferenciación de comunicación animal. *Ecosistemas*, 20:46-53.
- Martínez-Sánchez, J.C., M. Jean-Michel, E. van den Berghe. S. Morales y E.A. Castañeda. 2001. Biodiversidad Zoológica en Nicaragua. Helios, Managua, MARENA/PNUD, Nicaragua.
- McGraw, K.J. y M.C. Nogare. 2004. Carotenoid pigments and the selectivity of psittacofulvin-based coloration systems in parrots. *Comparative Biochemistry and Physiology* 138:229-233.
- McGraw, K.J., G.E. Hill, y R.S. Parker. 2003. Carotenoid pigments in a mutant cardinal: implications for the genetic and enzymatic control mechanisms of Carotenoid metabolism in birds. *Condor* 105:587-592.
- Miller, J.D. 2005. All about albinism. *Missouri Conservationist* 66:5-7.
- Møller, A.P. y T.A. Mousseau. 2001. Albinism and phenotype of barn swallows (*Hirundo rustica*) from Chernobyl. *Evolution* 55:2097-2104.
- Nemésio, A. 2001. Colour production and evolution in parrots. *International Journal of Ornithology* 4:75-102.
- Nogueira, D.M. y M.A.S. Alves. 2011. A case of leucism in the burrowing owl *Athene cunicularia* (Aves: Strigiformes) with confirmation of species identity using cytogenetic analysis. *Zoología* 28:53-57.
- Oetting, W.S., J.P. Fryer, S. Shriram y R.A. King. 2003. Oculocutaneous albinism Type 1: The last 100 years. *Pigment Cell Research* 16:307-311.
- Pérez-Mellado, V. 1984. Sobre un ejemplar melánico de *Podarcis hispanica* (Steindchner, 1987). Doñana. *Acta Vertebrata* 21:320-321.
- Pettingill, O.S. 1956. *A Laboratory and Field Manual of Ornithology*, third edition. Burgess Publishing Company, Minneapolis. EUA.
- Piacentini, V.Q. 2001. Novos registros de plumagens aberrantes em Muscicapidae e Emberizidae neotropicais. *Tangara* 1:183-188.
- Rivera, X., O. Arribas, y F. Martí. 2001 Anomalías pigmentarias en las especies de reptiles presentes en la península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. *Butlletí Societat Catalana d'Herpetologia* 15:76-88.

- Rodríguez-Ruíz, E.R., I. Martínez-Sánchez y J. Treviño-Carreón. 2015. Nuevos registros de aberraciones cromáticas en el plumaje de dos especies de aves en zonas urbanas de Hidalgo y Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 31:466-469.
- Rodríguez-Ruíz, E.R., J. Valencia-Herverth, H.A. Garza-Torres, C. Aguilar-Pérez, y L. López-Moctezuma. 2014. Leucismo parcial en el gorrión casero *Passer domesticus* (Passeriformes: Passeridae) en México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 30:692-695.
- Romagosa, C.M. y R.F. Labisky. 2000. The establishment and dispersal of the Eurasian Collared Dove (*Streptopelia decaocto*) in Florida. *Journal of Field Ornithology* 71:159-166.
- Thomas, D.B, K.J. McGraw, M.W. Butler, M.T. Carrano, O. Madden y H.F. James. 2014. Ancient origins and multiple appearances of Carotenoid-pigmented feathers in birds. *Proceedings of the Royal Society of London B* 281:20140806.
- Tinajero, R. y R. Rodríguez-Estrella. 2010. Albinism in the crested caracara and other raptors in Baja California Sur, México. *Journal of Raptor Research* 44:325-328.
- Urcola, M.R. 2011. Aberraciones cromáticas en aves de la colección ornitológica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". *Revista del Museo Argentino de Ciencia Naturales* 13:221-228.
- Veena, S.S.T., S.G. Raje y R. Durgekar. 2011. Case of leucism in the spadenose shark, *Scoliodon laticaudus* (Müller and Henle, 1838) from Mangalore, Karnataka. *Indian Journal of Fisheries* 58:109-112.
- Vilches, A., T. Legarralde y G. Berasain. 2012. Elaboración y uso de claves dicotómicas en las clases de biología. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.*
- Wilson, E.O. 1961. The nature of the taxon cycle in the Melanesian ant fauna. *American Naturalist* 95:169-193.
- Yusti-Muñoz, A.P. y J.H. Valendia-Perilla. 2013. Un caso de Leucismo en *Columbina talpacoti* (Columbidae) en el Valle de Cauca, Colombia. *Ornitología Colombiana* 13:79-82.



Sociedad para el Estudio y Conservación
de las Aves en México, A.C.