Pigmentos.

Introducción.

Muchas veces observamos un ave, ya sea en nuestro jardín o en el campo o hasta en las exposiciones, y nos preguntamos, ¿Cómo puede algo tan chiquito tener tanto color? ó ¿De dónde saca ese pájaro esos colores?

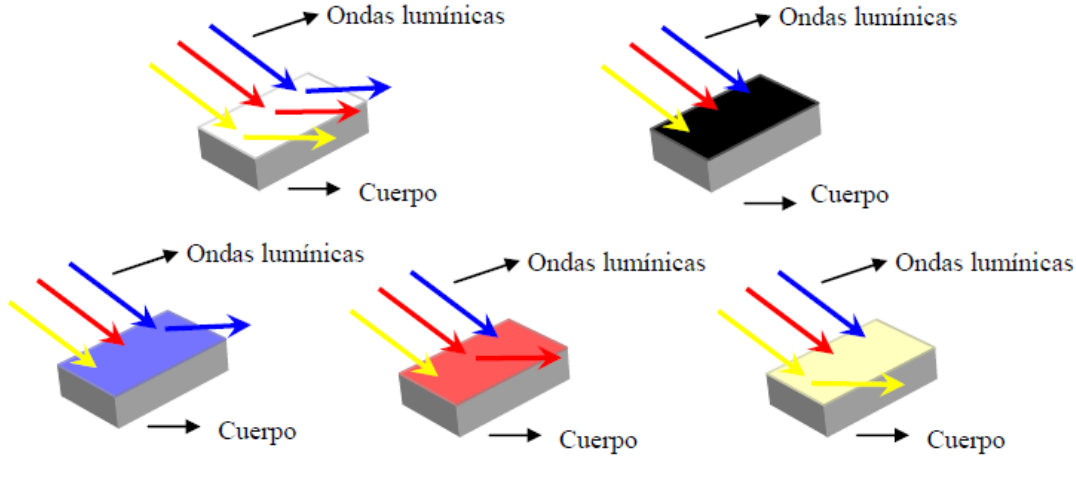
Seguramente estos interrogantes quedan siempre a la deriva y nunca nos hemos propuestos averiguar sus respuestas. Quizás por desinterés, por el poco tiempo con que contamos para dedicar a nuestros hobbies hoy en día o, lo que nos pasa a casi todos, la poca información con que contamos para responderlas. Hoy en día la información para responder estas preguntas es muy escasa, sobre todo en nuestro idioma. El objetivo del presente trabajo es tratar de responder a esas preguntas en la forma más completa posible. Basándonos en nuestra propia experiencia, la experiencia de amigos criadores y jueces ornitológicos y obviamente utilizando también bases y fuentes científicas que nos ayuden a dar forma a esta interesante redacción. Porque está claro que somos simples aficionados a la ornitología y para responder correctamente a las preguntas antes dadas se necesitarán además conocimientos en biología y bioquímica

Colores.

Para responder correctamente las interrogaciones planteadas, debemos primeramente entender el concepto de "colores". No nos extenderemos mucho en el tema, ya que no es necesario para lo que a nuestro campo respecta, pero si es importante saber que el "color" no es más que una impresión visual producida por un tono de luz en nuestros órganos visuales. Es una percepción visual producida en el cerebro al interpretar señales enviadas por las retinas de los ojos.

Todo cuerpo iluminado absorbe alguna de estas ondas de luz y refleja otras. Esto es captado por el ojo y luego interpretado por el cerebro como los distintos colores.

Cuando un cuerpo refleje todas y cada una de las ondas lumínicas recibidas, el mismo se observará de una tonalidad blanca. Por el contrario, cuando el cuerpo absorba todas y cada de las ondas, el mismo se mostrará visualmente de una tonalidad negra. Finalmente, el cuerpo podrá absorber algunas ondas y reflejar otras, lo que provocará que el cuerpo se muestre de la tonalidad de la o las ondas refractadas.



Ahora bien podremos abocarnos a responder las preguntas. Con una sola palabra bastaría para hacerlo, que es "pigmentos". Así es, los colores que podemos observar en las aves se deben ni más ni menos que a los pigmentos que poseen dispersos por todo su plumaje, y hasta por su piel, pico, patas y uñas. Sin embargo no nos quedaremos con esa simple respuesta. La idea de este trabajo es llevar más a fondo a la misma. Debido a que a pesar de que la misma es correcta, muchas veces los colores que se observan en el ave, si bien son generados por los pigmentos, no se deben exclusivamente a ellos. Así que bien, comencemos a desarrollar el tema con mayor profundidad.

Como ya hemos visto en la explicación anterior, los colores se producen con la absorción o refracción de las ondas lumínicas. Y los encargados de llevar a cabo esa tarea son los "pigmentos". Los mismos son sustancias que poseen los seres vivos y son los que provocarán la absorción o refracción antes mencionada, dándolo el color al cuerpo, en este caso al ave.
Ahora comenzaremos a analizar cada una de las tonalidades que podremos encontrar en las aves.

Color Blanco.
Es única excepción a la regla de que los pigmentos son los que les otorgan el color a las aves. Así es, el blanco surge y aparece en las aves no por la presencia sino por la ausencia total de pigmentos. Lo primero que diremos al respecto es que esta ausencia de pigmentos puede darse en forma parcial o total.
Con respecto a la forma parcial, diremos que la misma también puede ser desglosada en ausencias de pigmentos en forma parcial con respecto a cada pluma o al plumaje. ¿Qué es lo que se quiere reflejar con esto? Es simple. Muchas veces la ausencia de pigmentos se da en la totalidad de una pluma o simplemente en un sector de la misma. Podremos observar plumas en forma individual totalmente blancas y otras con zonas blancas y zonas pigmentadas. Cuando la pluma es totalmente blanca, por lo general, la misma es parte de una zona del plumaje despigmentado, que mostrará manchas blancas en determinados sectores del ave. Sin embargo cuando la pluma posee zonas pigmentadas y zonas apigmentadas, se forman, por lo general, diseños característicos de cada ave como motivo de la superposición de las plumas y el clásico contraste de las zonas recién detalladas.
Con respecto a la segunda manera en que puede darse la ausencia de pigmentos, es decir, la total, diremos que mayormente la misma está dada por mutaciones o bien, aberraciones. Esta clasificación también puede ser desglosada en dos. La despigmentación total del plumaje, y la despigmentación total del ave.
La primera hace referencia a aves con su plumaje completamente blanco, sin pigmento alguno. Sin embargo, no ocurre lo mismo con las partes corneas, las cuales continuarán poseyendo pigmentos. Y su tonalidad irá variando dependiendo el pigmento que posean.
Mientras tanto, la segunda, es decir, la despigmentación total del ave, no solo hace efecto sobre el plumaje sino también sobre sus partes corneas. Las patas, uñas y pico tampoco poseerán pigmentos y se las verá de una tonalidad "piel". La misma también afectará a los ojos, los cuales pasarán a tener una tonalidad roja rubí.

Daremos algunos ejemplos de cada uno de los casos que acabamos de describir, a modo ilustrativo y para facilitar la comprensión. Cabe aclarar que la mayoría de los ejemplos que citaremos serán de estríldidos.

Despigmentación parcial de pluma:
- Diamante Mandarín *(Poephila guttata)*: Tanto en su diseño pectoral de cebrado como en su diseño punteado de flancos.
- Diamante Goutele *(Emblema guttata)*: En su diseño de flancos.
- Diamante Star Finch *(Neochmia ruficauda)*: Sobre la máscara, pecho y flancos.

Diamante Mandarín

Pluma de diseño pectoral

Pluma de diseño de flancos

Diamante Goutele

Diseño de flancos

Diamante Star Finch

Diseño pectoral

Despigmentación parcial de plumaje:
- Calafate *(Padda oryzibora)*: En su diseño de mejillas.
- Diamante de Gould *(Chloebia gouldiae)*: En su mutación pecho blanco, en su diseño pectoral.
- Mutación Pío: En todas aquellas especies que no posean lipocromos de fondo.

Mejilla - Calafate

Pecho – Diamante de Gould

Diamante Mandarín - Pío

Despigmentación total del plumaje:
Todos los ejemplos que daremos de las distintas especies se basarán en su mutación blanca.
- Diamante Mandarín *(Poephila guttata).*

- Calafate *(Padda oryzibora)*.
- Isabelita del Japón *(Lonchura striata domestica).*

Despigmentación total del ave:
- Isabelita del Japón *(Lonchura striata domestica)* Albino.

Pigmentos.-
Realizada la explicación pertinente de la despigmentación en las aves, pasaremos a detallar, ahora sí, la pigmentación. Existen diferentes tipos de pigmentos, no solo en las aves, sino también en todos los seres vivos. Cada uno de ellos posee sus características propias que lo distingue al resto, y muchas otras características similares entre sí. La idea que tenemos para el presente trabajo es ir recorriendo cada uno de estos pigmentos e ir detallando y explicando no solo su descripción en general, sino también los diferentes comportamientos que posee dependiendo las distintas especies en que los encontramos. Una vez que se hayan detallado cadauno de los pigmentos pasaremos a explicar los comportamientos que surgen de la combinación de los mismos.-
Las aves aventajan a cualquier otro ser vivo por la riqueza de los colores, de su plumaje, debida a la conjugación de numerosos elementos. Los colores aparecen en el plumaje según dos procesos distintos: por los pigmentos que se forman en las plumas (pigmentación) y por la propia estructura de la masa queratínica de las mismas (coloración estructural).-
Un pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja como resultado de la absorción selectiva del color. En biología, un pigmento, es cualquier sustancia que produce color en las células animales o vegetales. Muchas estructuras biológicas, como la piel, los ojos, las plumas y el pelo, contienen pigmentos, los que les brindan su color característico.-
Los dos pigmentos más conocidos en el mundo de las aves son los lipocromos y las melaninas.

Lipocromos.

Los primeros son pigmentos grasos, que se generan en el ave, de acuerdo a su alimentación, y que se depositan en las plumas, dándole a estas su color específico. Los mismos son solubles en los aceites y las grasas. Este colorante observado también en los vegetales y llamado carotenoide, da lugar a los tonos amarillos y rojo del plumaje. Al igual que todas las tonalidades intermedias entre esos dos colores.

Cuando a animales nos referimos, decimos que los lipocromos son exógenos. Eso quiere decir que los mismos no son producidos por ellos. Los mismos solo se obtendrán mediante la alimentación. Ya que los únicos generadores de lipocromos son las plantas. Y las aves los incorporan en mayor o menor medida de acuerdo a su alimentación rica en carotenos.

A nivel biológico se puede comentar que los lipocromos suelen ser siempre más intensos y llamativos en los machos que en las hembras. Esto se debe a que la intensidad de los mismos es una de las distintas formas que tiene un macho de atraer y conseguir una pareja en época de reproducción. Incluso muchas especies realizan un replume denomino nupcial, anterior a la época de apareamiento, en el cual sacan a relucir en su plumaje nuevas zonas lipocrómicas con el mismo objetivo de conquistar a las hembras. Son ejemplos de este proceso aves como algunos tejedores africanos, tal como el Napoleón *(Euplectes afra)* o el Obispo *(Euplectes orix)* o algunos Carduelis como el Pardillo *(Carduelis canabina)* o el Pardillo Sizerin *(Carduelis flamea)*. Por su parte la hembra no deberá llamar tanto la atención, su plumaje deberá poder cumplir con un camuflaje adecuado para evitar ataques de depredadores durante el período de incubación y alimentación de los pichones, motivos por el cual los pigmentos lipocrómicos deberán ser menos evidentes e intensos que en los machos.

Rara vez los lipocromos son encontrados en la pluma de las aves en forma pura. La mayor parte de las ocasiones lo encontraremos combinado con algún pigmento melánico. Y en los casos en que los encontramos en forma pura en la pluma no suele darse a lo largo de todo el plumaje, sino en ciertas zonas del mismo.

Como mencionamos los lipocromos pueden ser rojos o amarillos. Y en las aves en que los encontramos en forma pura buscaremos siempre las tonalidades más luminosas a la hora de seleccionarlos, ya sea para la cría o para las exposiciones. A su vez deberá cumplir también con la característica de homogeneidad, es decir, que su tonalidad deberá ser pareja a lo largo de todas las zonas que presenten este pigmento.

Cuando la pigmentación lipocrómica se da en forma pura en la pluma, es decir, sin la intervención de melaninas, mayormente se debe a mutaciones que eliminan los pigmentos melánicos del ave, teniendo el ave lipocromos de fondo, lucirán exclusivamente este último pigmento. Las combinaciones de los lipocromos con las melaninas en la pluma irán otorgando al ave diferentes tonalidades, tales como verde, bordó, naranja, entre otros, los cuales estudiaremos posteriormente en el apartado de combinaciones.

Algo que si se podrá observar, en gran cantidad de especies, es la pigmentación lipocrómica en las partes corneas del ave, ya sea en su pico, patas y uñas, como así también se da en muchas especies que poseen su círculo ocular pigmentado con lipocromos.

Pasaremos ahora si a dar algunos ejemplos de las diferentes alternativas mencionadas anteriormente en las que podremos encontrar al lipocromo en forma pura, sin intervención de otro pigmento que altere la tonalidad fenotípica que se observará.

En cuanto al plumaje:

- Diamante Tricolor *(Erythrura trichroa)* Ino.
- Diamante Papagayo *(Erythrura psittacea)* Ino.
- Pinzón Degollado *(Amadina fasciata)* Ino.
- Diamante Star Finch en su máscara y vientre *(Neochmia ruficauda)*.

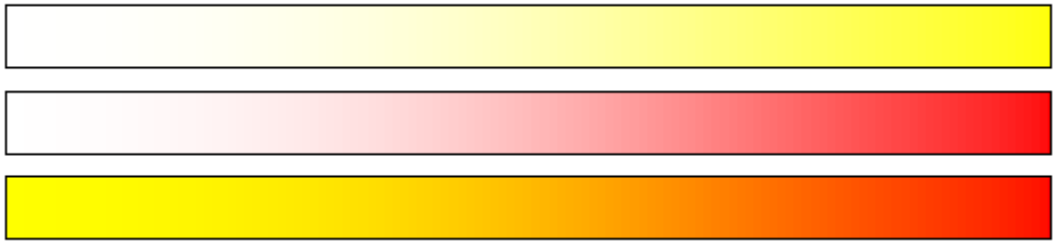
Como podemos observar en las fotos existen dos lipocromos característicos en las aves. Los mismos son los amarillos, que mayormente se debe al lipocromo llamado Luteína, y los rojos, que se lo deben a la Astaxantina o Cataxantina. En los estríldidos es normal encontrar aves que posean ambos lipocromos a lo largo de su plumaje, aspecto que no suele ocurrir en otras familias, tal como los fringílidos o los emberizos.
Los mismos no se combinan, sino que cada uno de los mismos poseen su zona propia de pigmentación y se contrastan en forma notable unos con los otros como podemos observar en la foto anterior del Diamante Papagayo Ino.
En los casos en que encontremos ambos pigmentos en las aves, los dos deberán manifestarse en forma pura y uniforme. Bajo ningún concepto uno de los dos podrá mostrar influencia en la pigmentación del otro, es decir, las zonas amarillas no podrán poseer reflejos rojizos, mientras que las zonas rojas, deberán ser intensas y brillantes, sin mostrar tonalidades anaranjadas debido a la mala alimentación.

En cuanto a las partes Corneas:
- Diamante Mandarín *(Poephila guttata)* Tanto en pico como en patas y uñas.
- Diamante Star Finch *(Neochmia ruficauda)* En su pico y patas.
- Diamante Enmascarado *(Poephila personata)* En su pico.
- Pinzón Melba *(Pytilia melba)* En su pico.

Será importante remarcar que existen infinita cantidad de tonalidades de expresión diferentes de los lipocromos. Incluso entre aves de la misma especie podremos encontrar distintas tonalidades de color rojo o amarillo según corresponda. Ello se debe a diferentes aspectos.

 Uno de ellos es el grado de concentración del pigmento que posea el ave en su plumaje, cuanto más concentrado se encuentre el pigmento, la tonalidad del rojo o el amarillo será más intensa y brillante. Mientras que cuanto más disperso se encuentre el pigmento, su tonalidad será más tenue y opaca.

 Como ya hemos explicado los lipocromos son pigmentos exógenos, es decir, que la tonalidad del color que podremos observar en el ave, también estará altamente relacionada con la dieta que el ave posea. Cuanto más rica en carotenos sea la misma, más brillantes e intensas se mostrarán las zonas lipocrómicas.
 Otro aspecto importante que interfiere en la tonalidad de los lipocromos en las aves es el sexo de las mismas. Ya que mayormente los machos muestran tonalidades lipocrómicas sumamente más brillantes, para atraer a las hembras, las que no deberán llamar tanto la atención, y camuflarse para evitar ataques de depredadores.
 La época del año también influye en algunas especies ya que en las épocas de reproducción los machos obtendrán su plumaje nupcial, mostrando sus lipocromos con mayor intensidad.
 El otro aspecto influyente es la existencia o no de mutaciones que alteren el lipocromo. En este caso la mutación marfil o verde mar, cuyo efecto es el de diluir dichos pigmentos, también será determinante en la tonalidad que podremos observar.
Cuadros de tonalidades lipocrómicas con que nos podremos encontrar:



El último recuadro hace referencia a todas tonalidades intermedias existentes entre el amarillo y el rojo. Es decir, colores en la gama del naranja.
No existe ningún pigmento lipocrómico color naranja. Estas tonalidades podrán aparecer por dos aspectos a remarcar. El primero es el excesivo consumo de carotenos por parte de aves con colores amarillos o viceversa, es decir, aves con colores rojizos, que consuman niveles muy bajos de carotenos.
El otro motivo por el cual puede encontrarse tonalidades anaranjadas en un ave es genético. Surge de malos cruzamientos entre aves de diferentes factores pigmentarios, lo que arrojará aves con tonalidades intermedias, que nunca llegarán a ser amarillas ni rojas, independientemente de la alimentación que las mismas reciban.

Melaninas.

Las melaninas son el otro gran grupo de pigmentos que les otorgan color a los animales. Es un pigmento oscuro que se encuentra en algunas de las células de los cuerpos de los animales. Las melaninas tienen por principal función biológica proteger a los individuos de los rayos ultravioletas, absorbiendo la radiación nociva y transforma la energía en calor que resulta inofensivo a través de un proceso llamado conversión interna ultrarrápida. Esta propiedad permite a la melanina disipar más del 99,9% de la radiación absorbida en calor.
Estos pigmentos son producidos por los mismos animales, a diferencia de los lipocromos que eran incorporados en base a su alimentación. Son una forma derivada del aminoácido tirosina. La tirosina es uno de los 20 aminoácidos que forman las proteínas, y como su nombre lo indica es producida por las glándulas tiroides. A través de un proceso denominado melanogénesis, que consta de una serie de hechos, permitirán que se sintetice la melanina a partir de la tirosina. Este proceso se lleva a cabo en los melanositos, siendo estas últimas células que tienen por finalidad realizar el proceso recién nombrado.
A pesar de que existen diferentes clases de melaninas, tres son las más comunes en las aves, o al menos en los estríldidos. Reciben el nombre de eumelanina negra, eumelanina marrón y feomelanina.

Eumelanina Negra.

Es un pigmento que encontraremos en prácticamente todas las especies en su variedad ancestral. Como bien su nombre lo indica otorgará al ave tonalidades negras, siempre que las plumas posean una estructura normal que le permita absorber todas las ondas lumínicas que la misma recibe. Al igual que en los lipocromos, la eumelanina negra podrá tener infinitas tonalidades dependiendo del el grado de concentración o dispersión de pigmento que se halle en la pluma. Cuanto más concentrado se encuentre el pigmento, observaremos tonalidades más negras, intensas y brillantes. Y cuanto más disperso se encuentre el mismo se verán tonalidades grisáceas en diferentes tonos. Como se podrá observar en el siguiente cuadro, nos podremos encontrar con todas esas infinitas tonalidades dependiendo el grado de concentración de la eumelanina.

Es importante diferenciar los dos términos recién empleados, concentrado y disperso. Un pigmento se encuentra en forma concentrada en el plumaje cuando el mismo se satura en la pluma. El nivel de pigmentación recibido en la misma es sumamente alto. Por su parte un pigmento se encontrará en forma dispersa cuando el mismo no se encuentra en una forma tan saturada. El nivel de pigmentación recibido en la pluma es inferior al caso anterior. Seguramente hay gran cantidad de niveles intermedios entre ambos casos, siempre dependerá de la cantidad de pigmento que llegue a la pluma y se exprese fenotípicamente.

Cabe destacar que cuando la eumelanina negra es encontrada en la pluma en forma altamente concentrada, la misma genera en el ave lo que denominamos "diseño". Entonces si quisiéramos dar una definición de esta última palabra, podremos decir que los diseños son las zonas donde encontraremos el mayor grado de concentración del pigmento en el ave.

Esta concentración puede producirse en toda la extensión de la pluma o bien en una zona determinada de la misma, originando así dos clases diferentes de diseños. Uno que abarcará toda una zona determinada del plumaje del ave y el otro que se extenderá en forma uniforme y contrastará con las zonas de la pluma que no poseen la mencionada concentración.

El primero de los casos, donde se pigmenta la totalidad de la pluma, obtendremos como resultado zonas completas de una tonalidad negra brillante, como pueden ser diseños de mentón, corona, capuchas, rabadilla, cola, etc. Coloreando por completo estas zonas de la tonalidad recién mencionada.

Podremos ejemplificar esto último mencionado con las siguientes aves, entre otras tantas que se podrían mencionar:

- Diamante Enmascarado *(Poephila personata)* En la zona de la máscara, calzón y cola.
- Calafate *(Padda oryzivora)* En la zona de la capucha.-
- Isabelita del Japón *(Lonchura striata domestica)* En la zona de la máscara.

El segundo de los casos, donde la pluma posee eumelanina negra concentrada en una determinada zona selectiva de la pluma, se formarán diseños por la exclusiva superposición de plumas, contrastando las zonas concentradas de las dispersas o despigmentadas. Mayormente estos diseños poseerán formas lineales, o escamadas, con inclinación vertical u horizontal dependiendo la forma en la que la melanina se deposite en la pluma.

Al igual que en el caso anterior, nombraremos unos pocos ejemplos a modo ilustrativo, pero dejando en claro que podrían ser muchos más los nombrados en este apartado:

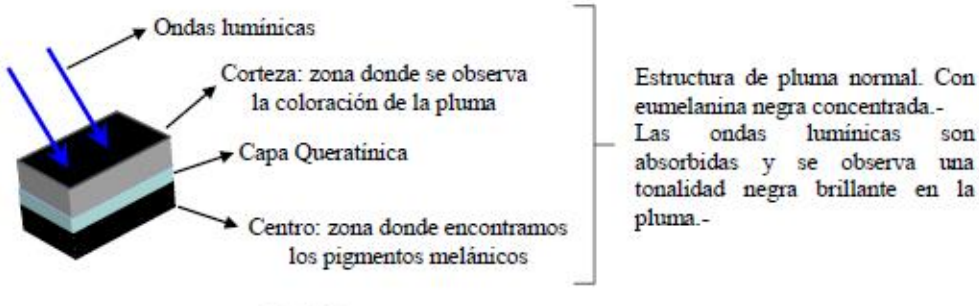
- Diamante Mandarín *(Poephila guttata)* En su cebrado pectoral o cola.
- Isabelita del Japón *(Lonchura striata domestica)* En su escamado ventral.
- Capuchino Cabeza Roja *(Amadina erythrocephala)* En su diseño pectoral y ventral.

Color estructural.

https://www.icoftalmologia.es/es/noticias/john-tyndall-una-mente-maravillosa/ (articulo sobre el investigador del color estructural, porque se da este fenómeno, John tyndall)

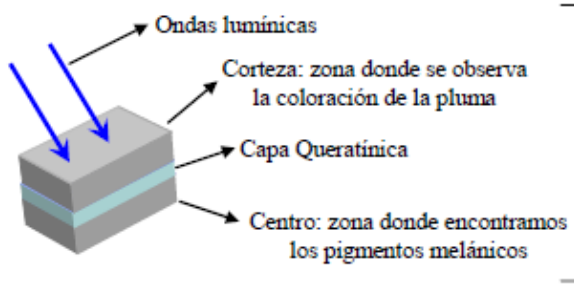
Hasta aquí todos aspectos correspondientes a estructuras de plumas normales, cuyos pigmentos absorben las ondas lumínicas. Sin embargo, no es la única estructura de pluma que existe. Todas las plumas poseen una cierta capa queratínica, que se encuentra cubriendo la zona central de la pluma donde encontramos los pigmentos melánicos.
Cuanto más pequeña es esa capa queratínica mayor es el grado de absorción de las ondas lumínicas. Mientras que si la capa queratínica posee dimensiones mayores, el grado de absorción es menor y se produce el efecto de refracción de las ondas lumínicas. En vez de ser absorbidas son reflejadas. Aspecto este último que producirá una variación en la tonalidad del plumaje. Cuando el pigmento que encontramos por debajo de la zona queratínica es eumelanina negra, el efecto de refracción provocará que la pluma se muestre visualmente de una tonalidad azulada.

Color negro.-



Pluma con estructura de pluma normal.- Pigmentada por eumelanina negra concentrada.-

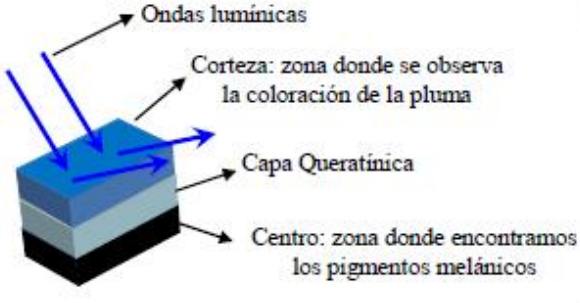
Color gris.-



Estructura de pluma normal. Con eumelanina negra dispersa.-
Las ondas lumínicas son absorbidas y se observa una tonalidad grisácea clara u oscura dependiendo el grado de dispersión.-

Pluma con estructura de pluma normal.-
Pigmentada por eumelanina negra dispersa.-

Color Azul.-



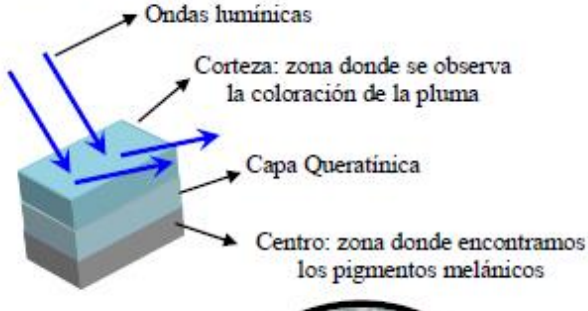
Estructura de pluma con refracción. Con eumelanina negra concentrada.-
Posee una capa queratínica más ancha y así las ondas lumínicas son refractadas y se observa una tonalidad azul oscura y brillante.-

Pluma con estructura de pluma con refracción.-
Pigmentada por eumelanina negra concentrada.-

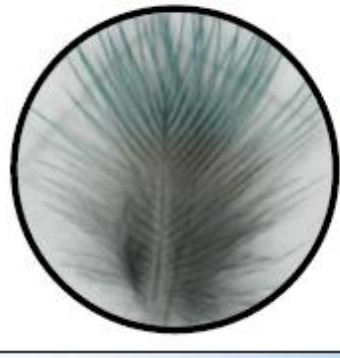
Ejemplos de aves que poseen pigmentación estructural de eumelanina negra concentrada:

- Diamante Tricolor *(Erythrura trichroa)* En su máscara.
- Diamante de Forbes *(Eythrura tricolor)* En su máscara, pecho y abdomen.
- Diamante de Gould *(Chloebia gouldiae)* En su dorso bajo efecto de la mutación azul.
- Diamante Coloria *(Erythrura coloria)* En su máscara.

Color Celeste.-

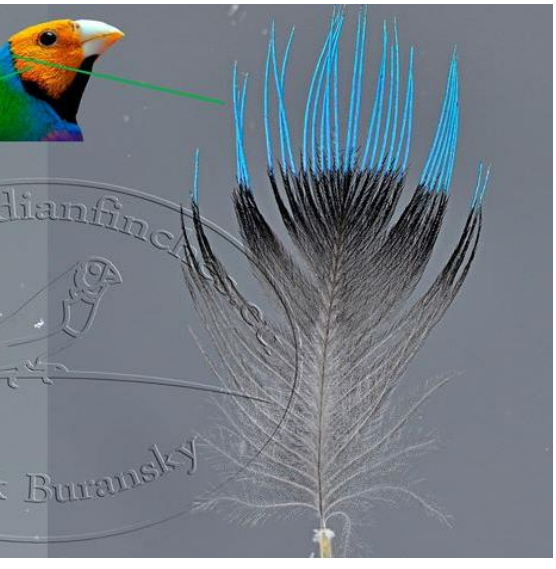


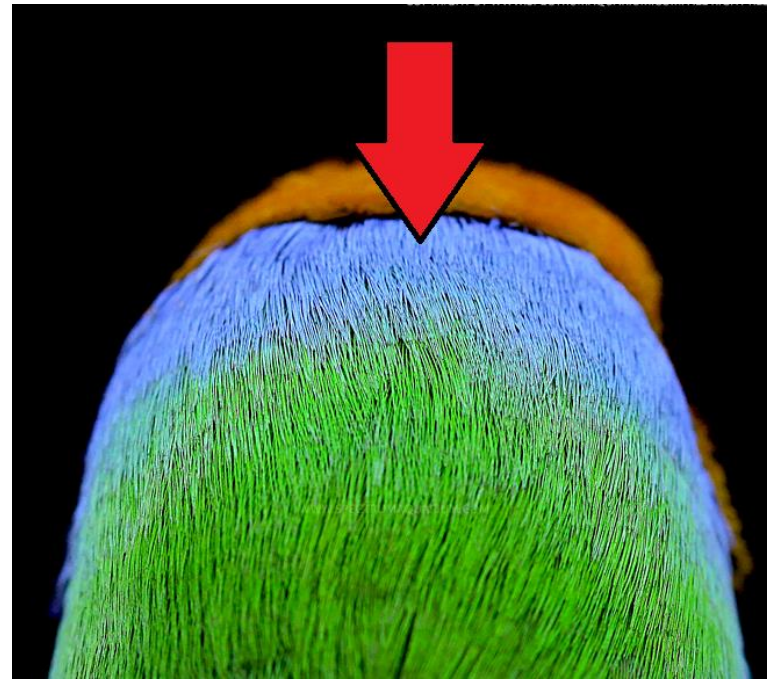
Estructura de pluma con refracción. Con eumelanina negra dispersa.- Posee una capa queratínica más ancha y así las ondas lumínicas son refractadas y se observa una tonalidad celeste intensa y brillante.-



Pluma con estructura de pluma con refracción.- Pigmentada por eumelanina negra dispersa.-

Ejemplos de aves que poseen pigmentación estructural de eumelanina negra dispersa:
 Diamante de gould (diadema).





A su vez, este efecto óptico de refracción lumínica puede darse de dos formas diferentes. La primera, es el efecto de refracción permanente, en el cual el plumaje refractará las ondas lumínicas sin importar la cantidad o calidad de luz recibida, ni el grado de inclinación que la misma posea. Y la segunda es la estructura de pluma que refractará en mayor o menor medida dependiendo la calidad y la cantidad de luz recibida, así como también dependerá del grado de inclinación que la misma posea.
Podrán observar a continuación ejemplos de plumas que se observan de diferente tonalidad dependiendo la luz. Las plumas que se encuentran una al lado de la otra pertenecen a la misma, pero varía la luz que recibe.

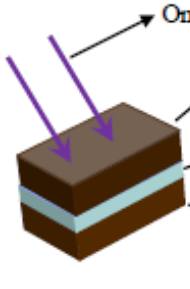
Ejemplo de ave que muestra refracción dependiendo la luz recibida:
Pinzón Pecho Castaño *(Nigrita bicolor).* En la zona dorsal.

Eumelanina Marrón.

La eumelanina marrón se da por una mutación. Dicha mutación produce alteración en las enzimas que intervienen en el proceso de melanogenesis, motivo por el cual se producen cambios en el mismo y la eumelanina ancestralmente negra, pasa a ser marrón.
En sí, este pigmento, posee las mismas características que todas las mencionadas en el apartado de eumelanina negra. La única variación que podremos mencionar es la tonalidad que aportará al plumaje del ave.
La misma, bajo estructura de pluma normal otorgará tonalidades pardas, marrones. Las mismas podrán evidenciarse en el siguiente cuadro:

Al igual que en la eumelanina negra, en la marrón también podremos encontrar infinita cantidad de tonalidades, dependiendo del grado de concentración de pigmento posea la pluma.
Todos los ejemplos que podremos dar sobre este pigmento corresponden a la mutación Canela o también llamada Bruno de las diferentes especies.

Marrón Oscuro.-



Ondas lumínicas

Corteza: zona donde se observa la coloración de la pluma

Capa Queratínica

Centro: zona donde encontramos los pigmentos melánicos

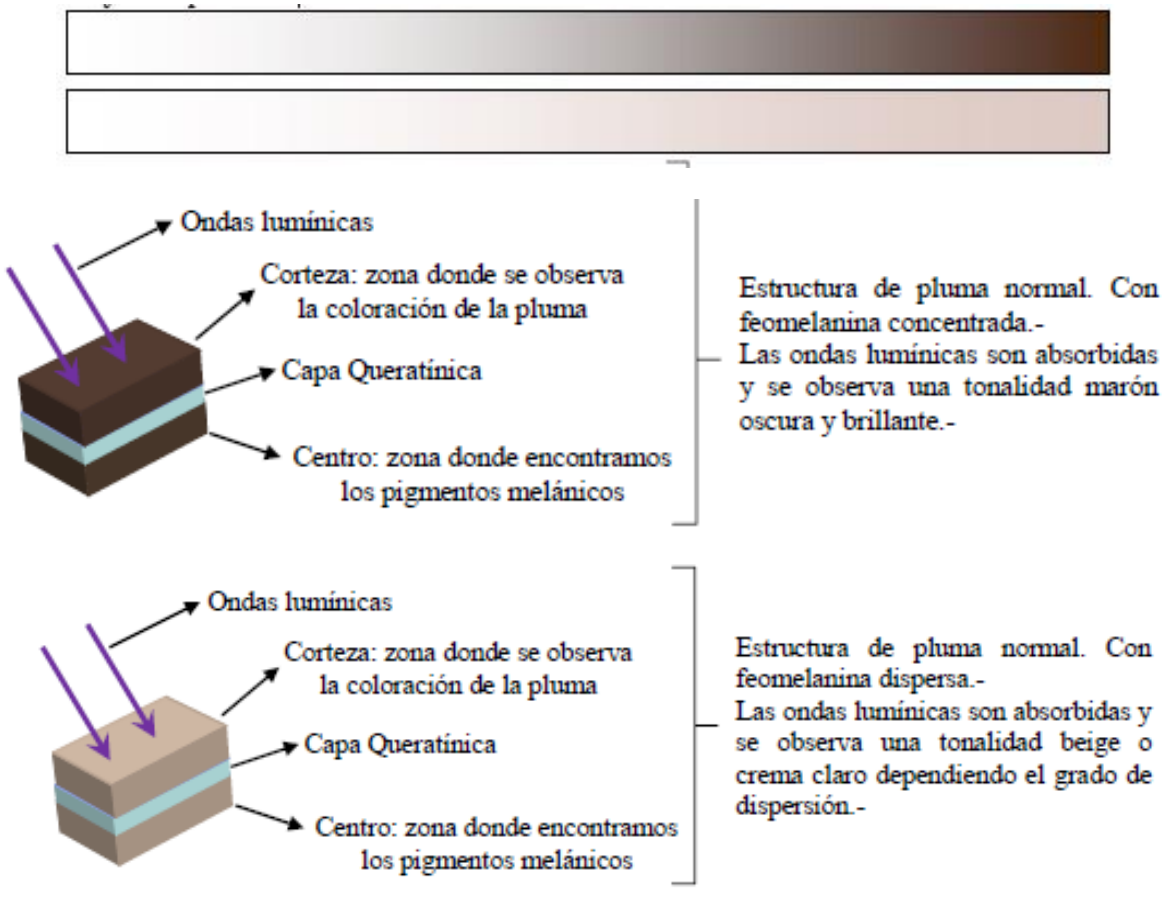
Estructura de pluma normal. Con eumelanina marrón concentrada.- Las ondas lumínicas son absorbidas y se observa una tonalidad marrón oscura y brillante en la pluma.-

Feomelanina.

Al igual que la eumelanina negra, la feomelanina la podremos encontrar en prácticamente todas las aves en su variedad ancestral.
Como característica común a los pigmentos ya detallados precedentemente podremos decir que las tonalidades que el pigmento muestre, variarán en su intensidad y brillo, dependiendo el grado de concentración que el ave posea de pigmento en su plumaje.
A su vez también mostrará diferentes tonalidades dependiendo de si la estructura de pluma absorbe las ondas lumínicas o bien si las refracta.-
La feomelanina es uno de los pigmentos más interesantes para analizar y estudiar, debido al gran abanico de tonalidades que el mismo nos ofrece dependiendo el grado de concentración de este. A diferencia de los pigmentos ya estudiados, los que su grado de concentración hacían variar la tonalidad observada pero la diversidad de tonalidades era siempre de una misma gama de color, más claro o más oscuro respectivamente, la feomelanina mostrará sí diversos colores y cada uno de ellos con mayor o menor grado de expresión. Iremos detallando cada uno de estos colores que observamos en forma individual. Primeramente con estructuras de pluma que absorben las ondas lumínicas y luego los casos en que se refractan.

Marrón.

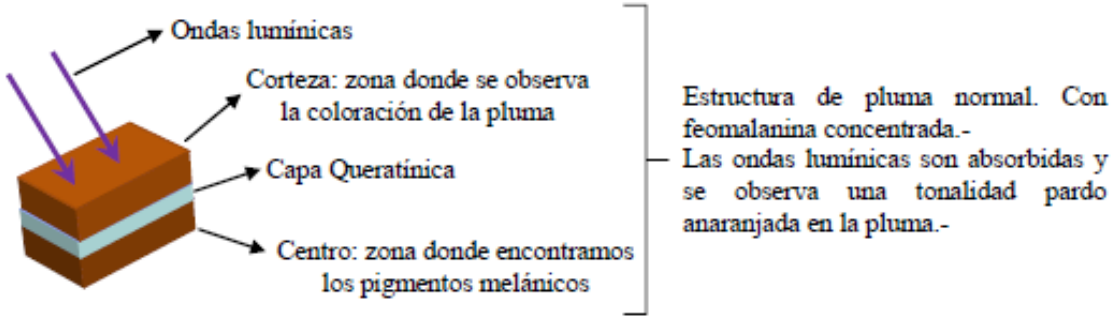
Es la tonalidad que más comúnmente observamos por acción de los pigmentos feomelánicos. Las tonalidades de marrón irán variando de más claro a más oscuro dependiendo del grado de concentración. Llegando a marrones muy oscuros en los casos de mayor concentración y tonalidades beige o crema claros en las zonas de mayor dispersión.



Al igual que en todos los pigmentos ya estudiados, se darán algunos ejemplos ilustrativos para facilitar la compresión del comportamiento del pigmento:

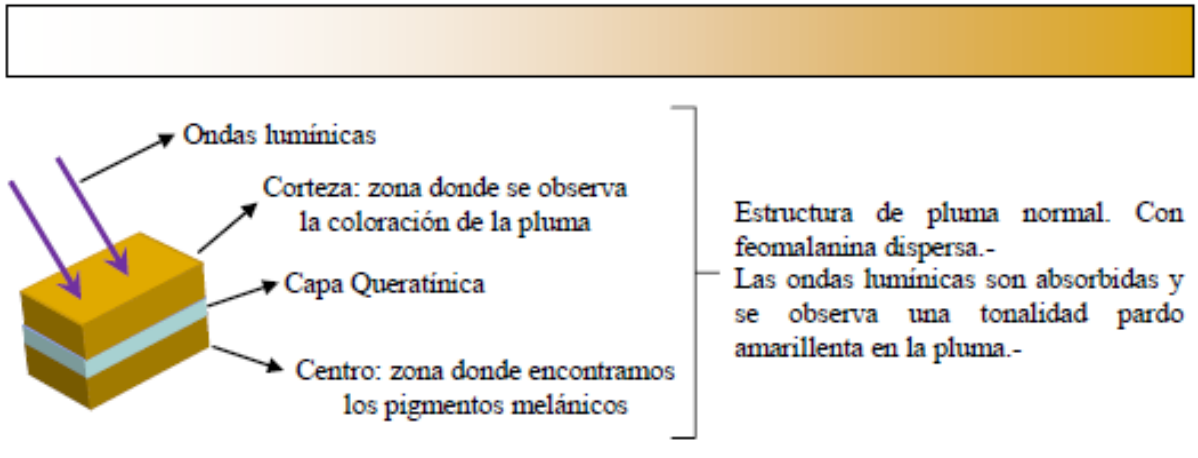
 Diamante Babeta *(Poephila acuticauda)* Mutación Phaeo; feomelanina concentrada en los diseños, y dispersa en el resto del plumaje.
 Azulito Cabeza Azul *(Uraeginthus cyanocephalus)* En la zona dorsal.
 Capuchino Pecho Castaño *(Lonchura castaneothorax)* En su mutación Phaeo; feomelanina concentrada en los diseños, y dispersa en el resto del plumaje.

Naranja.
Al igual que lo que ya hemos explicado anteriormente la intensidad anaranjada producida por la feomelanina será más o menos oscura dependiendo del grado de concentración del pigmento.
Mayormente las tonalidades anaranjadas feomelánicas se deben a una gran concentración pigmentaria de feomelanina, produciendo diseños, los que deberán contrastarse nítidamente con las zonas de dispersión. Esta tonalidad sigue observándose gracias a estructuras de plumas normales, que absorben las ondas lumínicas y no las refractan.
Ya hemos visto tonalidades anaranjadas cuando se estudiaron los lipocromos, sin embargo, esta tonalidad producida por pigmentos feomelánicos, son mucha más opacos y pálidos que las tonalidades anaranjadas lipocrómicas. Están dentro de la gama parda de colores. Como una correcta definición entonces podremos decir que el color obtenido es pardo anaranjado.



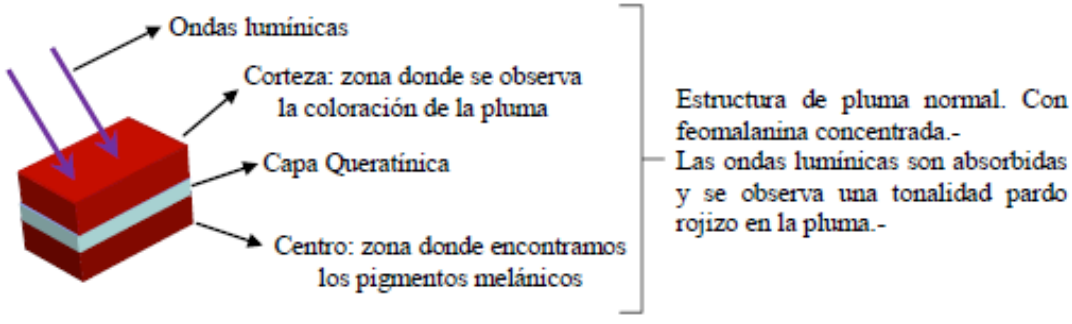
Ejemplos ilustrativos:
 Diamante Mandarín *(Poephila guttata)* En su diseño de mejillas y flancos.
 Calafate *(Padda orizyvora)* En su mutación Phaeo, en las zonas de mayor concentración.
 Isabelita del Japón *(Lonchura striata domestica)* En su mutación bruno rojo.

Amarilla.-
Como hemos dicho anteriormente la intensidad amarillenta producida por la feomelanina será más o menos oscura dependiendo del grado de concentración del pigmento. Mayormente las tonalidades amarillas feomelánicas son producidas en determinadas zonas de dispersión de dicho pigmento a lo largo del plumaje.
Ya hemos visto tonalidades amarillas cuando se estudiaron los lipocromos, sin embargo, esta tonalidad producida por pigmentos feomelánicos, son mucha más opacos y pálidos que las tonalidades amarillentas lipocrómicas. Están dentro de la gama parda de colores. Como una correcta definición entonces podremos decir que el color obtenido es pardo amarillento.



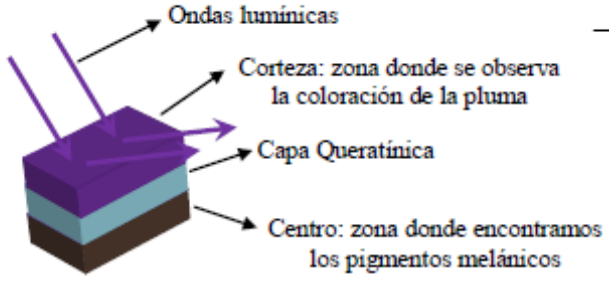
No existe gran cantidad de ejemplos que muestren esta situación, la mayoría de los mismos los encontramos dentro del género Lonchura:
- Capuchino Pecho Castaño *(Lonchura castaneothorax)* En la zona de la rabadilla.
- Capuchino Vientre Amarillo *(Lonchura flaviprymna)* En rabadilla y toda la zona pectoral y ventral.
- Estrilda Abisinia *(Estrilda ochrogaster)* En su zona ventral.

Rojo.
También podrán evidenciarse diferentes tonalidades rojizas dependiendo el grado de concentración del pigmento, sin embargo, mayormente la tonalidad rojiza feomelánica se encuentra cuando el pigmento se encuentra altamente concentrada. Esta tonalidad sigue observándose gracias a estructuras de plumas normales, que absorben las ondas lumínicas y no las refractan.
Ya hemos visto tonalidades rojizas cuando se estudiaron los lipocromos, sin embargo, esta tonalidad producida por pigmentos feomelánicos, son mucha más opacos y pálidos que las tonalidades rojizas lipocrómicas. Están dentro de la gama parda de colores. Como una correcta definición entonces podremos decir que el color obtenido es pardo rojizo.

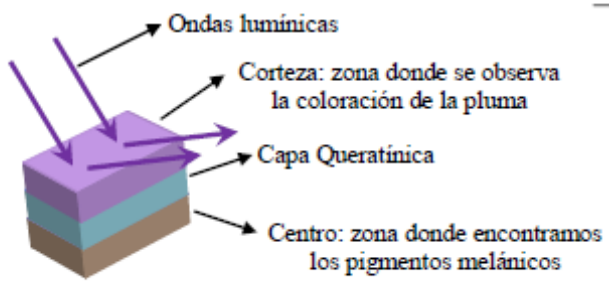


Ejemplos:
- Capuchino Cabeza Negra *(Lonchura atricapilla)* Dorso y vientre.
- Capuchino Cabeza Blanca *(Lonchura maja)* Dorso, pero principalmente rabadilla y cola.
- Pinzón Pecho Castaño *(Nigrita bicolor)* Máscara, pecho y vientre.-
- Granadina *(Uraeginthus granatinus)* Corona y vientre.

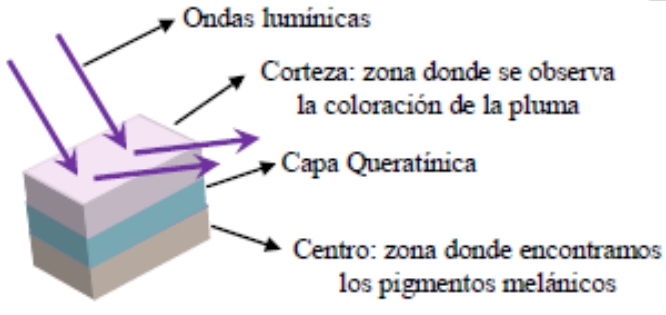
Color estructural.
Hasta aquí todos aspectos correspondientes a estructuras de plumas normales, cuyos pigmentos absorben las ondas lumínicas. Sin embargo, no es la única estructura de pluma que existe. Todas las plumas poseen una cierta capa queratínica, que se encuentra cubriendo la zona central de la pluma donde encontramos los pigmentos melánicos. Cuanto más pequeña es esa capa queratínica mayor es el grado de absorción de las ondas lumínicas. Mientras que si la capa queratínica posee dimensiones mayores, el grado de absorción es menor y se produce el efecto de refracción de las ondas lumínicas. En vez de ser absorbidas son reflejadas. Aspecto este último que producirá una variación en la tonalidad del plumaje. Cuando el pigmento que encontramos por debajo de la zona queratínica es feomelanina, el efecto de refracción provocará que la pluma se muestre visualmente de una tonalidad violeta. Cuya oscuridad, intensidad y brillo dependerá al igual que en todas las ocasiones del grado de concentración del pigmento en cuestión.



Estructura de pluma con refracción. Con feomelanina concentrada.-
Posee una capa queratínica más ancha y así las ondas lumínicas son refractadas y se observa una tonalidad violeta intensa y brillante.-

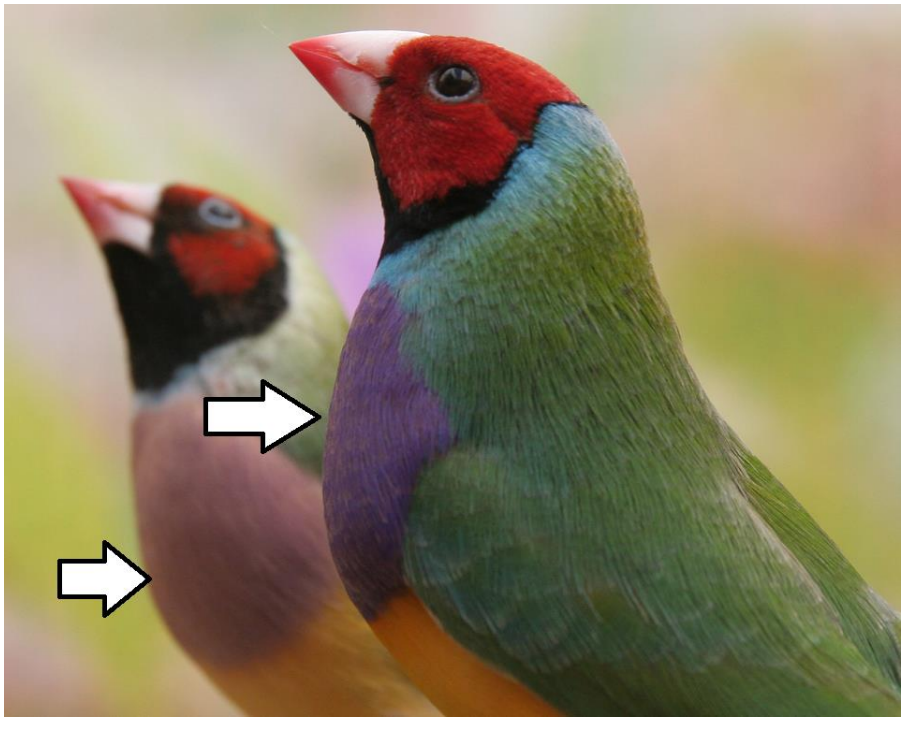


Estructura de pluma con refracción. Con feomelanina dispersa.-
Posee una capa queratínica más ancha y así las ondas lumínicas son refractadas y se observa una tonalidad violeta claro.-



Estructura de pluma con refracción. Con feomelanina sumamente dispersa.-
Posee una capa queratínica más ancha y así las ondas lumínicas son refractadas y se observa una tonalidad violeta sumamente claro, casi rosado.-

Ejemplos:
- Diamante de Gould *(Chloebia gouldiae)* En su pecho.



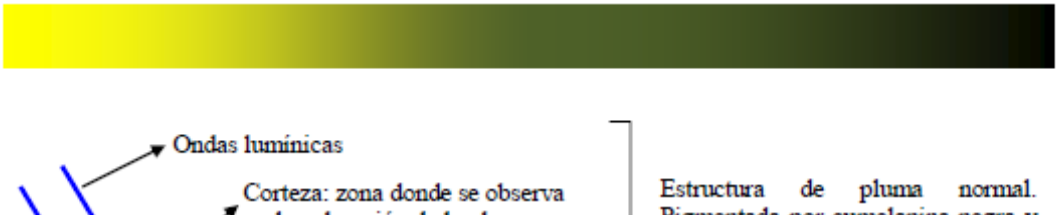
A su vez, este efecto óptico de refracción lumínica puede darse de dos formas diferentes. La primera, es el efecto de refracción permanente, en el cual el plumaje refractará las ondas lumínicas sin importar la cantidad o calidad de luz recibida, ni el grado de inclinación que la misma posea. Y la segunda es la estructura de pluma que refractará en mayor o menor medida dependiendo la calidad y la cantidad de luz recibida, así como también dependerá del grado de inclinación que la misma posea.

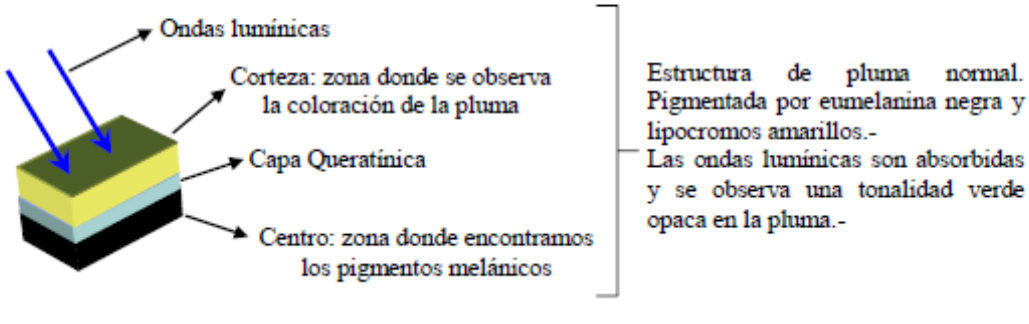
Podrán observar a continuación ejemplos de plumas que se muestran de diferente tonalidad dependiendo la luz. Las plumas que se encuentran una al lado de la otra pertenecen a la misma, pero varía su luz.

Ejemplos:
- Noneta *(Lonchura cuccullata)* Dorso y pecho.

Combinaciones.-
Hasta aquí hemos tratado de repasar todos y cada uno de los pigmentos en forma individual y las diferentes alternativas en las que podemos observar a cada uno de los mismos. Sin embargo no son los únicos casos con que nos podremos encontrar, todo lo contrario, la mayoría de las ocasiones los pigmentos los encontramos en forma combinada. Ya sea entre melaninas o entre melaninas y lipocromos. Obviamente la combinación de pigmentos arrojará diferentes tonalidades a las que arrojaba un solo pigmento en forma individual. A partir de ahora intentaremos repasar y estudiar todos los casos de combinación de los diferentes pigmentos ya estudiados.
Claro está que dicha combinación de pigmentos se observa cuando dos o más pigmentos son encontrados conjuntamente pigmentando a la misma pluma.

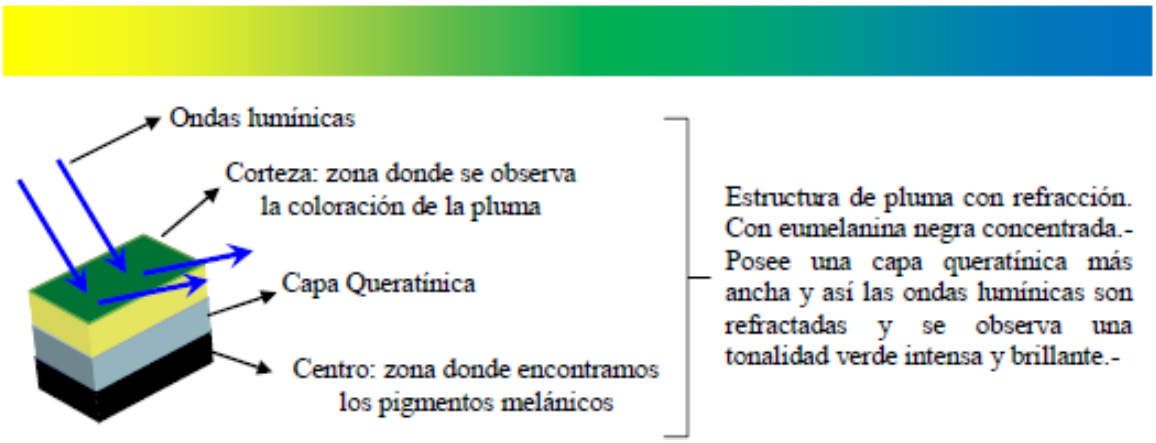
Eumelanina Negra y Lipocromo Amarillo.
Es una de las combinaciones de pigmentos que más usualmente podremos observar. Al igual que hemos visto en los pigmentos en forma individual, cuando ambos se encuentran en la misma pluma, también podrán encontrarse en diferentes grados de expresión. Podrá ser entonces que un ave posea una mayor concentración del pigmento lipocrómico, del pigmento melánico, o bien se expresen de forma pareja uno con el otro. En el primer (predominancia del pigmento lipocrómico) observaremos tonalidades verde claro, más cercanas al amarillo. En el segundo caso (predominancia del pigmento eumelánico) nos encontraremos con tonalidades verde oscuras, más cercanas al negro. Y en el último caso, es decir, grados de concentración similar de ambos pigmentos (no existe predominancia de uno sobre otro) observaremos sí tonalidades verde, sin embargo las mismas serán un verde opaco, sin mostrar un brillo excesivo.





Ejemplos:
 Pinzón de Dorso Verde *(Nesocharis ansorgei)* En su dorso y pecho principalmente. Es el caso donde predomina principalmente el pigmento lipocrómico.-
 Pinzón Melba *(Pytilia melba)* En su dorso. Es el caso donde ninguno de los dos pigmentos se muestra predominante. En el pecho si, predomina el pigmento lipocrómico.-
 Estrellita Verde *(Amandava formosa)* En su dorso. Es el caso donde ninguno de los dos pigmentos se muestra predominante.-

Al igual que hemos expresado en el caso individual de la eumelanina negra, este pigmento podrá observarse de una tonalidad azulada, debido a poseer el ave una estructura de pluma que en vez de absorber las ondas lumínicas, las refracta. En los casos antes vistos las ondas lumínicas eran absorbidas. En los casos que brindaremos a continuación el pigmento melánico refractará las ondas lumínicas.
También podrá mostrarse de diferentes tonalidades, dependiendo si posee predominancia de uno u otro pigmento o bien, ninguno de los dos predomina por sobre el otro. En el caso de que predomine el pigmento lipocrómico observaremos tonalidades verde amarillentas. Si predomina el pigmento eumelánico, observaremos tonalidades verde azuladas. En el último caso de que ninguno predomine por sobre el otro observaremos tonalidades verde intensas y brillantes.

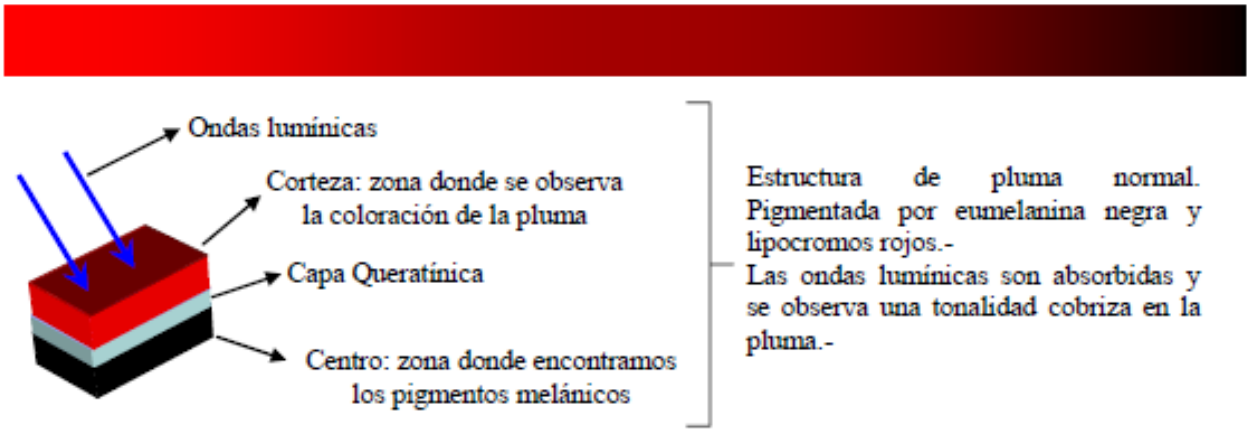


Ejemplos: en este caso, dentro de la familia de los Estríldidos sobresalen ante las demás especies las aves pertenecientes al género Erythruras. Los que muestran una perfecta combinación de estos dos pigmentos mencionados y relucen su plumaje verde brillante e intenso.

- Diamante Papagayo *(Erythrura psittacea)* Ninguno de los dos pigmentos predomina.
- Diamante Papagayo *(Erythrura psittacea)* En mutación verde mar, donde predominará el pigmento eumelánico.
- Diamante de Gould *(Chloebia gouldiae)* En su mutación doble dilución, donde predomina el pigmento lipocrómico.

Eumelanina Negra y Lipocromo Rojo.

Al igual que hemos visto en los pigmentos en forma individual, cuando ambos se encuentran en la misma pluma, también podrán encontrarse en diferentes grados de expresión. Podrá ser entonces que un ave posea una mayor concentración del pigmento lipocrómico, del pigmento melánico, o bien se expresen de forma pareja uno con el otro. En el primer (predominancia del pigmento lipocrómico) observaremos tonalidades roja ligeramente oscura u opaca, más cercanas al rojo lipocrómico. En el segundo caso (predominancia del pigmento eumelánico) nos encontraremos con tonalidades cobrizas oscuras, más cercanas al negro. Y en el último caso, es decir, grados de concentración similar de ambos pigmentos (no existe predominancia de uno sobre otro) observaremos sí tonalidades rojo oscuras o cobrizo claro, sin embargo las mismas serán un cobrizo opaco, sin mostrar un brillo excesivo.



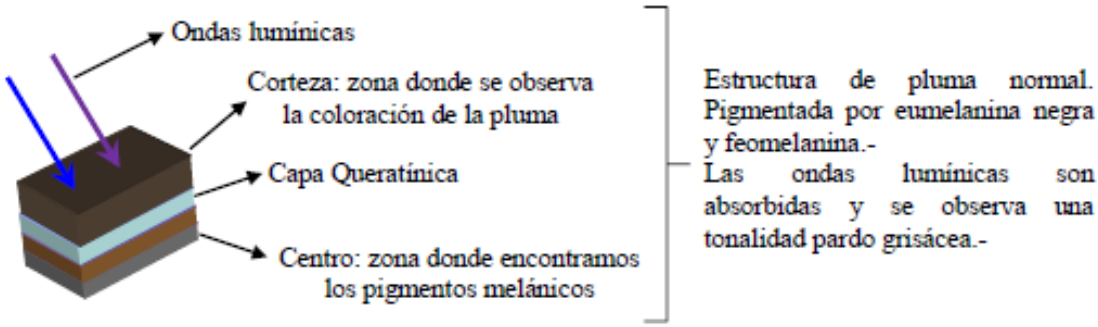
Ejemplos:
Emblema Picta *(Emblema Pictum)* En la zona de la máscara y pecho.
Amaranta *(Lagonosticta Senegala)*.
Pinzón de Cabeza Roja *(Spermophaga Ruficapilla)* En su cabeza y pecho.
Cascanueces Cabeza Roja *(Pyrenestes Ostrinus)* En su cabeza y pecho.

Feomelanina y Lipocromos.
Muchas veces nos encontramos con esta combinación de pigmentos. En las mismas mayormente predominan los pigmentos lipocrómicos. Y son los pigmentos que se expresarán más notoriamente. Sea lipocromo rojo o lipocromo amarillo respectivamente.
En caso del lipocromo amarillo nos encontraremos con tonalidades anaranjadas principalmente, que se expresarán más o menos brillantes dependiendo el grado de feomelanina que encontremos. Desde tonalidades amarillas anaranjadas hasta tonalidades naranja fuerte.
En cuanto al lipocromo rojo, la combinación de ambos pigmentos no será muy diferente a la anteriormente vista de eumelanina negra y lipocromo rojo. Donde las tonalidades lipocrómicas se mostrarán de una tonalidad más oscura, sin llegar a las tonalidades cobrizas oscuras antes descriptas.

El ejemplo más ilustrador dentro de este género. Que es el Diamante de Gould *(Chloebia gouldiae)* en sus mutaciones Cabeza Roja y Cabeza Naranja. En ambos casos se observará una tonalidad roja oscura o naranja brillante respectivamente. En ambos casos se combina el pigmento lipocrómico con el feomelánico.

Feomelanina y Eumelanina Negra.

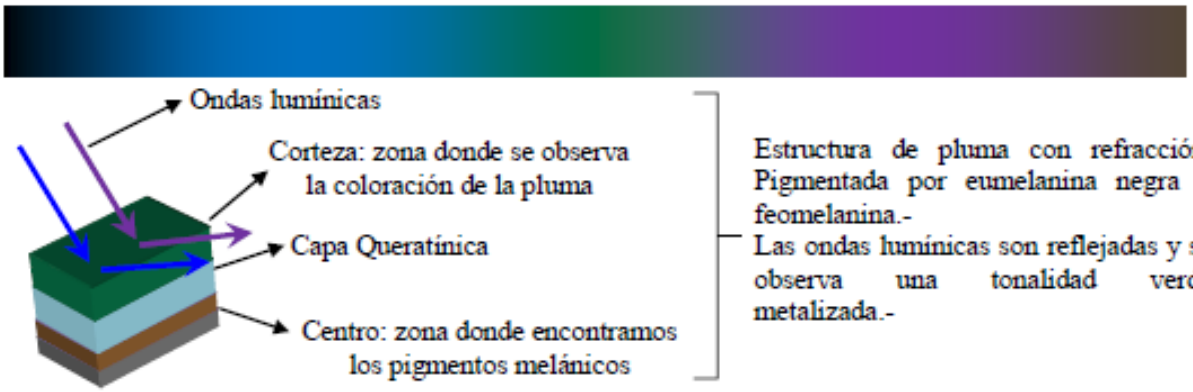
La combinación de ambos pigmentos otorgará al plumaje del ave una tonalidad parda grisácea. Esto se observa principalmente cuando ambos pigmentos se encuentran en forma dispersa. Por lo general esto se evidencia en los dorsos de gran cantidad de aves exóticas. Y se observarán tonalidades más cercanas del marrón o del gris, dependiendo cual sea el pigmento predominante.



Ejemplos:

- Diamante Mandarín *(Poephila guttata)* En dorso.
- Isabelita del Japón *(Lonchura striata domestica)* En dorso.
- Diamante Goutele *(Emblema guttata)* En dorso.

Esta última combinación de pigmentos puede encontrarse también en estructuras de pluma con capas queratínicas más anchas, refractando las ondas lumínicas. Así, dependiendo la cantidad y calidad de luz recibida, así como también del grado de inclinación de la misma, se observará un abanico de tonalidades sumamente grande, desde tonalidades azuladas, pasando por violáceas o bien verde metalizadas.



Ejemplos:

- Capuchino Bicolor (*Lonchura bicolor)* En cabeza y dorso.
- Noneta *(Lonchura cucullatus)* En los hombros.
- Paloma bravia (Columba livia) zona del cuello.