



CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Trabajo de Fin de Grado

FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Curso 2022/2023



**EL PAPEL DE LA EDAD EN LA JERARQUÍA
INTRAESPECÍFICA DE UN BUITRE DEL NUEVO
MUNDO: EL ZOPILOTE REY**

Silvia García Salas

Tutores: José Antonio Sánchez Zapata y Lara Naves-Alegre.

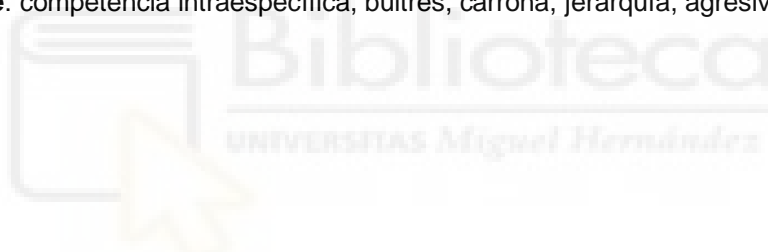
Departamento de Biología Aplicada

Área de Ecología

Resumen:

La competencia intraespecífica es un factor importante en la dinámica de poblaciones. Los buitres son un grupo de aves gregarias que compiten entre sí, tanto con su misma especie como con otras especies de buitres, por el único recurso que consumen, la carroña. Estas aves tienen un papel importante para los ecosistemas al ser los consumidores prioritarios de la carroña, pero sus poblaciones se están viendo cada vez más disminuidas. En este trabajo se estudia la competencia intraespecífica de un buitre del Nuevo Mundo, el Zopilote Rey, por la carroña y cómo afecta la edad en la jerarquía de la competencia. Los resultados muestran que existe una mayor agresividad y dominancia de los individuos de mayor edad frente a los individuos de menor edad, así como un mayor éxito en las interacciones llevadas a cabo por individuos de edades más altas. Además, se observa una relación entre la competencia y otros factores como la cantidad de carroña disponible.

Palabras clave: competencia intraespecífica, buitres, carroña, jerarquía, agresividad.



Abstract:

Intraspecific competition is an important factor in population dynamics. Vultures are a group of gregarious birds that compete with each other, both within their own species and with other vulture species, for the sole resource they consume, carrion. These birds play a significant role in ecosystems as primary consumers of carrion, but their populations are increasingly declining. This study examines the intraspecific competition of a New World vulture, the King Vulture, for carrion and how age affects the hierarchy of competition. The results show that older individuals exhibit greater aggression and dominance over younger individuals, as well as greater success in interactions among higher age groups. Additionally, a relationship is observed between competition and other factors such as the amount of available carrion.

Keywords: intraspecific competition, vultures, carrion, hierarchy, aggression.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| Interacciones intraespecíficas | 4 |
| Importancia de la carroña y de los carroñeros | 6 |
| Justificación y objetivos | 8 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 10 |
| Área de estudio y comunidad de carroñeros | 10 |
| Especie de estudio | 11 |
| Diseño del estudio y variables consideradas | 13 |
| Análisis estadístico | 16 |
| RESULTADOS | 18 |
| Agresividad de las interacciones según las clases de edad | 18 |
| Interacciones entre las distintas clases de edad | 19 |
| Factores que influyen en la agresividad y el resultado de las interacciones..... | 21 |
| DISCUSIÓN | 23 |
| CONCLUSIONES | 26 |
| BIBLIOGRAFÍA | 27 |

INTRODUCCIÓN

Los seres vivos durante su ciclo de vida son afectados por su entorno y por los recursos disponibles. Todos los organismos forman parte de una población de individuos de la misma especie, lo que hace que compartan necesidades similares con el fin de asegurar su propia supervivencia, crecimiento y reproducción (Begon et al., 2006).

Existen varios factores que determinan el tamaño de una población, como son los factores intrínsecos o genéticos, que son los propios de cada especie, y los extrínsecos, que se diferencian en abióticos (temperatura, humedad, pH, salinidad...), y en bióticos, que son las interacciones intraespecíficas y las interacciones interespecíficas (Alvarez Martinez, 2016).

Entender los procesos que permiten a multitud de especies coexistir ha sido siempre un tema fundamental en ecología. Una de las teorías más famosas es la de segregación de nicho, mediante la cual dos especies para poder coexistir se diferencian en qué comen (repartición de recursos), en qué momento (repartición temporal), o en qué lugar (repartición espacial) (Chesson, 2000; Jonathan Davies et al., 2007). La segregación espacial y temporal es un mecanismo que puede favorecer la coexistencia de especies con necesidades similares de recursos reduciendo la competencia interespecífica. Del mismo modo, estos mecanismos pueden contribuir a relajar la competencia entre organismos de la misma especie (Simberloff and Dayan, 1991). Es una cuestión clave para la ecología entender cómo las comunidades ecológicas mantienen su diversidad, a pesar de los procesos de competencia (Bascompte, 2010; Fukami, 2010).

Interacciones intraespecíficas

La forma en la que se comportan los individuos puede tener un impacto directo en la dirección y la intensidad de las interacciones (Gross et al., 2017). En lo que respecta al comportamiento de una especie, ha evolucionado en respuesta a las especies con las que coexiste, especialmente aquellas con las que interactúa (Wong and Candolin, 2015).

Cuando diferentes individuos utilizan los mismos recursos se produce competencia, que puede ser tanto interespecífica como intraespecífica, entre estos. La competencia es una de las interacciones más estudiadas (HilleRisLambers et al., 2012). La intensidad

de esta depende de la disponibilidad de los recursos y de la densidad de la población de las especies que los consumen. Pudiéndose dar el caso de que el recurso sea escaso y menor que la demanda de los individuos (Begon et al., 2006). La competencia intraespecífica se refiere a la interacción competitiva entre individuos de la misma especie. Debido a esta competencia, algunos individuos pueden reducir sus recursos necesarios y provocar así una reducción de la supervivencia, del crecimiento o de la reproducción, y, también, la emigración de algunos individuos a otros territorios (Alvarez Martinez, 2016; Begon et al., 2006; Smith and Smith, 2007). De esta forma, la competencia intraespecífica puede tener implicaciones significativas en la estructura y dinámica de las poblaciones animales.

Una población puede presentar dos tipos diferentes de competencia intraespecífica: competencia de explotación y competencia de interferencia. En la competencia de explotación, un individuo consume un recurso sin interacción directa con otros individuos, consumiendo el recurso en función de su disponibilidad, la cual puede verse reducida por la presencia de individuos que consumen este mismo recurso. Puede darse el caso en el que ningún individuo consiga los recursos necesarios para su supervivencia, o que haya individuos que consigan encontrar más recursos que otros. Por otro lado, en la competencia de interferencia, los individuos reclaman los recursos, no los comparten con otros individuos y evitan que estos los consuman, dando lugar a enfrentamientos, y siendo los únicos afectados por esta competencia los individuos que fracasan en los enfrentamientos (Smith and Smith, 2007).

En la competencia intraespecífica puede ocurrir que en la población se desarrollen organizaciones sociales y jerarquías, determinando los individuos que acceden a un determinado recurso y que se reproducen (Smith and Smith, 2007). La organización jerárquica de muchas interacciones sociales en animales se basa en la dominancia. Las jerarquías de dominancia son estructuras sociales que consisten en relaciones de dominancia entre todos los pares de individuos dentro de un grupo (Chase et al., 2002). La dominancia desempeña un papel fundamental en la mayoría de las investigaciones sobre el comportamiento social de los animales y es esencial para el entendimiento de la dinámica social (Drews, 1993). La dominancia consiste en la asimetría en la agresión entre individuos, donde un animal exhibe un mayor nivel de agresión hacia otro (Drews, 1993; Tibbetts et al., 2022). La dominancia entre grupos se establece como una posición duradera que se caracteriza por una agresión asimétrica y por el acceso prioritario a los recursos que incrementan la capacidad de adaptación, como el alimento, el agua, la reproducción, etc. (Tibbetts et al., 2022). En cuanto a la estructura de la dominancia en

las jerarquías, hay variaciones en los grupos. Puede darse una jerarquía lineal, que consiste en que un individuo domina a todos los individuos del grupo, un segundo individuo domina a todos excepto al primero, y así sucesivamente hasta llegar al último individuo que es dominado por todos los demás. Es importante destacar que las relaciones de dominancia en esta jerarquía son siempre transitivas, lo que significa que, si un individuo A domina a un individuo B y este último domina a un individuo C, entonces A también ejerce dominio sobre C. También se puede dar jerarquías no lineales, en las que ocurren relaciones intransitivas (A domina a B, B domina a C, pero C domina a A). Por lo general, para grupos de menos de 10 individuos es más común que las jerarquías sean lineales (Chase et al., 2002; Jameson et al., 1999; Tibbetts et al., 2022)

El rango en la jerarquía de dominancia está condicionado por los atributos individuales de los individuos que interactúan. Este rango se puede establecer a partir de interacciones competitivas entre dos rivales. Los individuos que tienen más probabilidad de ganar las peleas y ser más dominantes son los que tienen más potencial para mantener recursos (RHP) y/o motivación (Parker, 1974; Tibbetts et al., 2022). El RHP depende de distintos rasgos morfológicos, fisiológicos y comportamentales, muchos de los cuales están asociados con el rango de dominancia, como el tamaño corporal, la edad y la condición física, entre otros (Favre et al., 2008; Tibbetts et al., 2022).

En las interacciones agonísticas, el éxito en la adquisición de recursos por parte de los individuos depende de las características o atributos de cada individuo (Parker and Sutherland, 1986). Según Ebenman (1988), un proceso importante dentro de la competencia intraespecífica que puede afectar a la dinámica de una población es la competencia entre clases de edad.

Importancia de la carroña y de los carroñeros

La carroña, nombre que reciben los cuerpos de animales muertos, cumple un papel fundamental como fuente de nutrientes para numerosas especies, desde vertebrados e invertebrados hasta microbios y plantas. Los nutrientes derivados de la carroña se integran directamente en los ecosistemas, influyendo en todos los niveles tróficos y haciendo que todos los reinos biológicos se puedan beneficiar de esta (Butler-Valverde et al., 2022). Se considera un componente ecológico crucial para definir las dinámicas de las poblaciones, la estructura de las comunidades y el funcionamiento del ecosistema (DeVault et al., 2003; Espadas et al., 2010).

La carroña es un recurso muy nutritivo, efímero, y que se concentra en el tiempo y en el espacio, lo que hace que pueda ser consumido por una gran variedad de organismos. La disponibilidad de la carroña depende de la causa de la muerte, que puede ser muy variada (malnutrición, enfermedades, accidentes...), y de la localización de los cuerpos de los animales (DeVault et al., 2003). La ubicación de la carroña puede ser impredecible y las condiciones climáticas y las interacciones bióticas pueden influir en la accesibilidad a estas para los carroñeros. Las comunidades de carroñeros ayudan en la estructura y proporcionan servicios importantes para el ecosistema. Estas comunidades son diversas y llevan a cabo roles ecológicos diferentes (Butler-Valverde et al., 2022; Inagaki et al., 2022). Los carroñeros se pueden diferenciar entre carroñeros obligados, que son los que dependen totalmente de la carroña, y los carroñeros facultativos, que pueden alimentarse de más cosas a parte de carroña. Los carroñeros obligados detectan más fácilmente la carroña y la consumen con mayor rapidez, de esta forma señalan la ubicación de las carroñas y facilitan el acceso a estas a otros carroñeros abriendo las carroñas (Inagaki et al., 2022).

La capacidad de localizar la carroña y de consumirla puede estar condicionada por las interacciones inter- e intraespecíficas entre los carroñeros obligados y facultativos (Moleón et al., 2019). Por un lado, los carroñeros que detectan antes una carroña y acceden a esta, pueden señalar a los demás carroñeros dónde se encuentra esta (Cortés-Avizanda et al., 2012; Kendall, 2013; Moleón et al., 2019). Por otro lado, hay ciertas especies de carroñeros, como grandes mamíferos y algunos buitres, que abren la carroña y dan acceso a su interior a otros carroñeros (Moleón et al., 2019; Selva et al., 2003). Cabe destacar la limitación en el acceso a la carroña que conlleva la competencia, tanto de explotación como de interferencia, para los carroñeros que son competitivamente inferiores (Begon et al., 2006; Moleón et al., 2019).

El grupo más importante de carroñeros obligados son los buitres. Hay 23 especies de buitres repartidas por todo el mundo. Se dividen en dos grandes grupos: los buitres del Viejo Mundo, familia Accipitridae, y los buitres del Nuevo Mundo, familia Cathartidae. El primer grupo se compone de un total de 16 especies y se encuentran en Europa, Asia y África, el segundo grupo son 7 especies distribuidas por toda América (Buechley and Sekercioglu, 2016; Pedro Ospina et al., 2021; O'Neal, 2016).

Los buitres tienen una importancia especial para los ecosistemas, debido a que las carroñas son un vector de enfermedades y tienen patógenos que son eliminados por los

buitres al consumirlas. Históricamente se ha visto a los buitres como seres indeseables, pero gracias a ellos se eliminan rápidamente desechos, se controlan plagas y se previenen posibles brotes de enfermedades (Buechley and Sekercioglu, 2016; Ogada et al., 2012)

Sin embargo, un 60% de buitres de todo el mundo están actualmente en peligro de extinción o en situación crítica. Estas especies están constantemente expuestas a amenazas como la pérdida de hábitat y la consecuente escasez de alimento, así como a envenenamientos tanto accidentales como intencionados (Buechley and Sekercioglu, 2016; Pedro Ospina et al., 2021). Los buitres son aves que tienden a congregarse con otros individuos tanto de su misma especie como de otras durante el consumo de carroña. Sin embargo, los estudios comportamentales sobre como estos organismos gestionan la competencia intraespecífica son aún escasos (Bosè et al., 2012).

Justificación y objetivos

Un factor importante en la dinámica de poblaciones es la competencia intraespecífica. Los buitres, por lo general, son aves gregarias que se alimentan en grupos jerarquizados formados tanto por individuos de una misma especie como de especies distintas. Por esta razón, resulta fundamental comprender cómo se establecen las relaciones intraespecíficas en este grupo, con el fin de establecer posibles estrategias y planes de conservación y recuperación de las especies.

En el grupo de los buitres del Nuevo Mundo, se encuentra el Zopilote Rey (*Sarcoramphus papa*). Esta es una especie de buitre en la cual se puede diferenciar claramente las distintas clases de edad a través de la evolución del plumaje con los años. Según Ebenman (1988), la competencia entre las clases de edad es un proceso importante en las relaciones intraespecíficas. Es por esto por lo que esta especie puede resultar una buena opción para comprender y ampliar el conocimiento sobre las relaciones intraespecíficas en los buitres y poder, así, aplicarlo en el estudio de otras especies de buitre.

El objetivo principal del presente trabajo es estudiar las relaciones intraespecíficas del Zopilote Rey (*Sarcoramphus papa*) durante el consumo de carroña, con especial atención a la influencia de la edad en las interacciones. Además, como objetivos

específicos, quisimos determinar como otros factores extrínsecos pudieron afectar a las dinámicas de la jerarquía.

Así establecimos las siguientes hipótesis:

- Las clases de edad de los individuos que llevan a cabo la interacción influirán en el tipo de interacción, es decir, si es agresiva o no.
- La edad del individuo que inicia la agresión y la edad del individuo que recibe la agresión, influyen en el resultado de la interacción, es decir, si es exitosa o no.
- Factores como el porcentaje de consumo de la carroña o el número de individuos comiendo de las distintas clases de edad, influirán en el número de agresiones y en el resultado (exitoso o no) de las interacciones.



MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y comunidad de carroñeros

El estudio se llevó a cabo en la sabana del bioma del Cerrado, en el estado de Piauí al nordeste de Brasil. El Cerrado brasileño es uno de los mayores puntos calientes de biodiversidad del mundo (Strassburg et al., 2017). En este bioma se encuentran distintos dominios morfoclimáticos que influyen en las formaciones vegetales, como pueden ser el Amazónico, el Cerrado y las Áreas de Transición entre estos. Debido a esto, se encuentra una gran variedad de ecosistemas, tales como la selva latifoliada subcaducifolia, la selva mixta subcaducifolia, la selva latifoliada caducifolia no espinosa y las áreas de transición entre la mata de *babaçu/cerrado*, la mata seca/*cerrado* y el *cerrado/caatinga* (Gomes Reis Lopes et al., 2020).

El entorno del Cerrado tiene una superficie de aproximadamente 2 millones de km² dentro de las limitaciones del territorio de Brasil (Gmach et al., 2018; Ratter et al., 1997). En cuanto a su área, solo lo supera una formación vegetal en Brasil, la selva amazónica. Aproximadamente 700.000 km² del área del Cerrado pertenecen a la cuenca del Amazonas. También se encuentran zonas del Cerrado en Bolivia y Paraguay (Ratter et al., 1997).

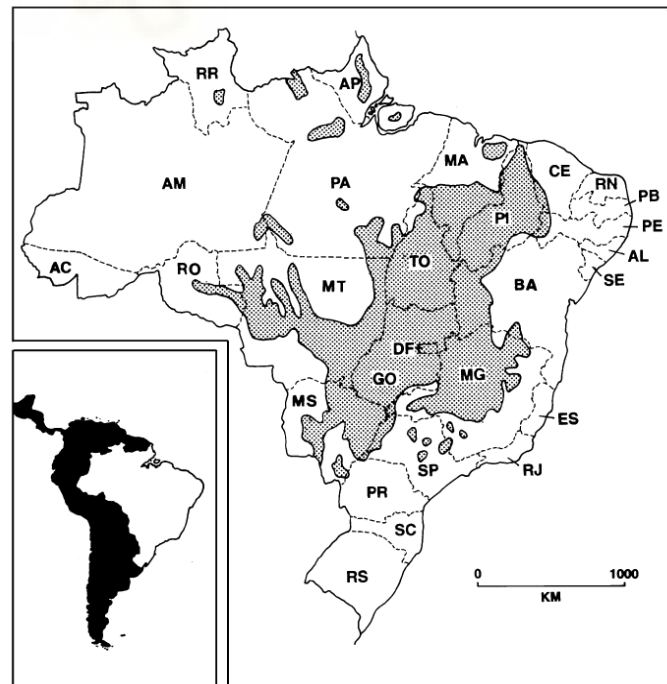


Fig. 1. Distribution of cerrado vegetation in Brazil (letters are state abbreviations). Those referred to in connection with geographical patterns are: DF, Federal District; GO, Goiás; MA, Maranhão; MG, Minas Gerais; MS, Mato Grosso do Sul; MT, Mato Grosso; PA, Pará; TO, Tocantins.

Figura 1. Distribución de la vegetación del Cerrado en Brasil. Fuente: Ratter et al. (1997).

El clima del Cerrado es uno de los más húmedos del mundo, con periodos de muchas precipitaciones de octubre a marzo y una estación seca muy fuerte durante los meses de abril a septiembre aproximadamente. La precipitación anual se encuentra entre 1200 y 1300 mm y la temperatura media anual está entorno a los 23°C. Esto, junto con las condiciones edáficas, da lugar a que las formaciones vegetales del Cerrado sean muy variadas, como pueden ser densos pastizales con poca cobertura de arbustos y árboles pequeños, sabanas, bosques secos y bosques muy densos (L. Naves-Alegre et al., 2022; Ratter et al., 1997).

A pesar de la importante biodiversidad del Cerrado, este bioma está sufriendo una grave deforestación que podría llevar a la extinción de un gran número de especies endémicas de plantas (Strassburg et al., 2017). Los incendios tienen una gran importancia debido a que, aunque la vegetación del Cerrado está adaptada al fuego, la alta frecuencia de incendios, tanto naturales como antropogénicos, dan lugar a la desaparición de zonas forestales, dando paso a la vegetación herbácea y a la disminución de la vegetación leñosa (Naves-Alegre et al., 2021; Ratter et al., 1997).

En el Cerrado brasileño se pueden encontrar cuatro especies de buitres del Nuevo Mundo, que son el buitre pavo (*Cathartes aura*), el aura sabanera (*Cathartes burrovianus*), el buitre negro americano (*Coragyps atratus*) y el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*). Además, también se encuentran 14 especies de carroñeros facultativos y varias especies de rapaces y reptiles (Naves-Alegre et al., 2022).

Especie de estudio

El Zopilote Rey (*Sarcoramphus papa*) es un buitre que pertenece al grupo de los buitres del Nuevo Mundo. Es el tercer buitre más grande de este grupo (Arroyo-Arce et al., 2018). Según BirdLife International (2016) se encuentra catalogado como especie de Preocupación Menor, la tendencia de la población es decreciente, aunque la velocidad de decrecimiento de momento no es suficiente como para catalogarlo como vulnerable. El Zopilote Rey está presente desde el sureste de México hasta el norte de Argentina (Figura 2).

El hábitat de esta especie es, por un lado, los bosques bien conservados, como los tropicales de tierras bajas, el bosque tropical caducifolio y el bosque de galería, los cuales utiliza para posarse, comer y reproducirse, y, por otro lado, las praderas abiertas

cercanas a los bosques para alimentarse (Haenn et al., 2014; Sánchez Soto et al., 2013).



Figura 2. Mapa de la distribución del Zopilote Rey. Fuente: BirdLife International (2016).

El *Sarcoramphus papa* se caracteriza por su apariencia. Los adultos son blancos con la mitad de las plumas del ala y las plumas de la cola negras. Tienen la cabeza y el cuello calvos y la piel colorida en diferentes tonos de amarillo, naranja, azul, púrpura y rojo, que contrastan con el blanco del iris. Además, poseen una carúncula carnosa de color naranja adjunta a la cera. Los jóvenes son totalmente negros y van desarrollando las plumas blancas y las carúnculas con los años hasta hacerse adultos, para lo cual tardan entre 5 y 6 años (Catanach and Pirro, 2023; Clinton-Eitniear, 1982).



Figura 3a. Adulto de Zopilote Rey. Fuente: Tingle, J. (2016).



Figura 3b. Juvenil de Zopilote Rey. Fuente: Ruano, J. E. (2018).

Es la especie que domina sobre las demás especies de buitres con los que coexiste, por ello su nombre (Clinton-Eitniear, 1982). Tiene un papel ecológico importante ya que es el único buitre del grupo que puede penetrar las gruesas pieles de las carroñas, facilitando así el acceso a la carroña a otras especies. Suelen alimentarse en solitario o en pequeños grupos de hasta tres individuos, lo que los diferencia de las otras especies de buitres de la familia Cathartidae. (Arroyo-Arce et al., 2018; Clinton-Eitniear, 1982).

Diseño del estudio y variables consideradas

Para llevar a cabo el estudio se utilizó el método de fototrampeo que consiste en la colocación de cámaras trampa que utilizan sensores para detectar el movimiento y el calor corporal de animales que pasan por el campo de visión de estas. Es frecuente el uso de cebos y señuelos para atraer a los animales que se quiere estudiar (O'brien and Kinnaird, 2008). El fototrampeo es un método no invasivo que permite estudiar especies con facilidad y con un mínimo de incidencia en el entorno y en la vida silvestre. A partir de este método, se puede obtener información sobre la presencia y comportamiento de determinadas especies, así como estudiar la riqueza de especies, la abundancia relativa de estas y las relaciones ecológicas entre las especies registradas por las cámaras (Chaluleu Baeza, 2020).

Para estudiar los patrones de comportamiento de la especie se colocaron 11 carroñas de forma aleatoria, con una distancia mínima entre ellas de 1,5 km (Morales-Reyes et al., 2017; Lara Naves-Alegre et al., 2022; L. Naves-Alegre et al., 2022; Naves-Alegre et al., 2021). A 5-10 metros se colocaron dos cámaras automáticas (Browning Strike Force Pro HD) atadas a un árbol y configuradas para tomar automáticamente dos imágenes cada 30 segundos y vídeos de un minuto cada dos minutos siempre que hubiera movimiento, se programaron para funcionar las 24 horas del día y se dejaron hasta que la carroña fuera totalmente consumida. Se utilizaron dos tipos de carroña, cabras domésticas (*Capra hircus*) de 20-40 kg de peso y vacas (*Bos Taurus*) de 40 kg de peso (Lara Naves-Alegre et al., 2022; L. Naves-Alegre et al., 2022; Naves-Alegre et al., 2021).

En total se obtuvieron 24.624 archivos de imagen y video. Para este estudio se utilizaron únicamente los videos, se visualizaron para identificar en los que aparecía el Zopilote Rey y se clasificaron los videos en los que hubo interacciones entre individuos de esta misma especie. Al final se trabajó con 52 vídeos.

Primero, clasificamos los individuos de Zopilote Rey según la edad en función del plumaje. Nos basamos en el artículo de Eitniear (1996) en el que estima las clases de edad de esta especie. Se identificaron seis clases de edad y se enumeraron del 1 al 6, siendo los individuos de la clase de edad 1 los más jóvenes y los individuos de la clase 6 los adultos. A partir de los videos se extrajeron imágenes para elaborar un esquema de las diferentes clases de edad (Figura 4) y se definieron las características de coloración del plumaje para cada clase de edad (Tabla 1).

A continuación, se procedió a registrar las interacciones en un Excel y se tuvo en cuenta una serie de variables relacionadas con la interacción y los individuos. Para cada interacción se determinó el "Agresor", que era el individuo que iniciaba la interacción, la "Clase de edad del agresor", identificando la edad exacta, del 1 al 6, en función del plumaje, y si en el momento de la agresión estaba alimentándose o no. Se identificó lo mismo para el "Receptor", que era el individuo que recibía la interacción, la "Clase de edad del receptor" y si se encontraba alimentándose cuando se dio la interacción. Posteriormente, se determinó el tipo de interacción, que podía ser de desplazamiento, agresiva o robo. Como solo se registró una interacción de robo, para los análisis se incluyó con las interacciones de agresión. También se observó el resultado de la interacción, si había sido exitosa (1) o no (0), el "porcentaje de consumo" de la carroña en el momento de la interacción (de 0, cuando aún no había sido comenzada a consumirse, hasta 100, cuando estaba completamente consumida), el número total de

individuos de cualquier especie que había en el momento de la interacción y la riqueza de especies. Por último, se indicó el número total de individuos de Zopilote Rey, el número total de individuos de Zopilote Rey que se encontraban comiendo y el número de adultos y de subadultos que comían en el momento de las interacciones, a partir de estos datos se calculó el porcentaje de individuos adultos de Zopilote Rey que estaban comiendo durante la interacción.



Figura 4. Diferencias en el plumaje según la clase de edad en el zopilote rey. Los números indican las distintas clases de edad utilizadas para la clasificación de los distintos individuos. La especificación de las características se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de color del plumaje para estimar las clases de edad en el zopilote rey.

| Clase de edad | Características de coloración |
|---------------|--|
| 1 | Coloración negro hollín con plumas vellosas observables en los tractos femoral y crural. |
| 2 | Tracto ventral con cantidad variable de blanco. |
| 3 | Plumas del tracto ventral blancas; tracto alar sin plumas blancas. |
| 4 | Plumas del tracto ventral blancas; plumas del tracto alar menos del 50% blancas. |
| 5 | Quedan manchas negras en las coberteras alares menores del tracto alar. |
| 6 | El plumaje blanco incluye: regiones interescapular y dorsal del tracto espinal, tracto ventral y coberteras infra-alares del tracto caudal. Siete coberteras medias superiores, coberteras carpianas y todas las coberteras infra-alares, así como todas las plumas de los tractos femoral y crural. |

Análisis estadístico

Una vez obtenido el Excel con las distintas variables se procedió a hacer el análisis estadístico. Para determinar la proporción de agresividad según las clases de edad, se utilizó Excel. Se recopilaron en una tabla dinámica los datos de las interacciones que habían sido agresivas para cada clase de edad de los agresores (incluyendo la interacción de robo), se registró, también, el número de agresiones que había sufrido cada clase de edad de los receptores y se representaron gráficamente.

Por otro lado, usamos modelos lineales generalizados (GLMs) para comprobar las otras hipótesis establecidas. Para el objetivo dos, estudiar el resultado de las interacciones entre las distintas clases de edad, se llevaron a cabo distintos modelos, para los que se utilizó la variable respuesta de “éxito”. En el primero se analizó si la variable respuesta se vio afectada por la variable explicativa “Clase de edad Agresor”, en el segundo se hizo lo mismo, pero como variable explicativa “Clase de edad Receptor”, en el tercero se usaron las dos variables explicativas anteriores “Clase de edad Agresor” y “Clase de edad Receptor”, por último, se añadió a estas dos variables explicativas la variable explicativa “Número total de zopilotes que comen”. El mejor modelo fue el tercero, por lo que nos quedamos con este y se analizó la variable respuesta “éxito” a las variables explicativas “Clase de edad Agresor” y “Clase de edad Receptor”.

Para el tercer objetivo, determinar qué otros factores pueden influir en la agresividad y el resultado de las interacciones, se analizó si las variables respuesta “éxito” en un modelo y “agresión+robo” en otro se veían afectadas por la variable explicativa “porcentaje de consumo” (porcentaje de consumo de la carroña). También se llevaron a cabo otros modelos distintos, pero los anteriores resultaron ser los mejores. Por un lado,

se analizó si la variable respuesta “agresión+robo” se veía afectada por la variable explicativa “Individuos de Zopilote presentes”, y en otro modelo se añadieron como variables explicativas las clases de edad del agresor y del receptor, también se llevaron a cabo otros modelos en los que se usaron como variables explicativas la riqueza de especies y el total de individuos. Posteriormente, para comprobar si los resultados tenían alguna relación con las clases de edad, se calculó el porcentaje de adultos de Zopilote Rey que se encontraban comiendo y se analizó si había variaciones en este (variable respuesta) en función de la variable explicativa “porcentaje de consumo”.

Consideramos que una variable explicativa tenía apoyo estadístico en un modelo cuando su valor de *p-valor* era menor de 0.05, Así, rechazamos las hipótesis nulas cuando $p \text{ valor} < 0,05$). Para los GLM, se utilizó la función *glm* del paquete *lme4* (Bates et al., 2023). La selección de modelos se basó en el criterio de información de Akaike para muestras de pequeño tamaño (AICc). Todos los análisis se llevaron a cabo en R 3.3.3 (R Core Team, 2013).



RESULTADOS

Agresividad de las interacciones según las clases de edad

El número total de interacciones agresivas fueron 90 de 120 interacciones, de estas, 44 fueron efectuadas por individuos de la clase de edad 6, con una diferencia importante con respecto a las otras clases de edad (Figura 7). Se puede observar que el número de agresiones aumenta conforme aumenta la clase de edad.

En la figura 8 se observa el número de agresiones efectuadas por las distintas clases de edad y el número de agresiones recibidas por cada clase de edad. En las clases de edad de los agresores en las que no se encuentran todos los colores es porque no se han encontrado agresiones de esa clase de edad del agresor a esa clase de edad del receptor. Los individuos adultos de clase de edad 6 son los que llevan a cabo más agresiones hacia otros adultos, aunque, en general, también agreden más a las demás clases de edad. Tanto los individuos de la clase de edad 1 como los de la clase de edad 6 aparecen en todas las clases de edad de los agresores.

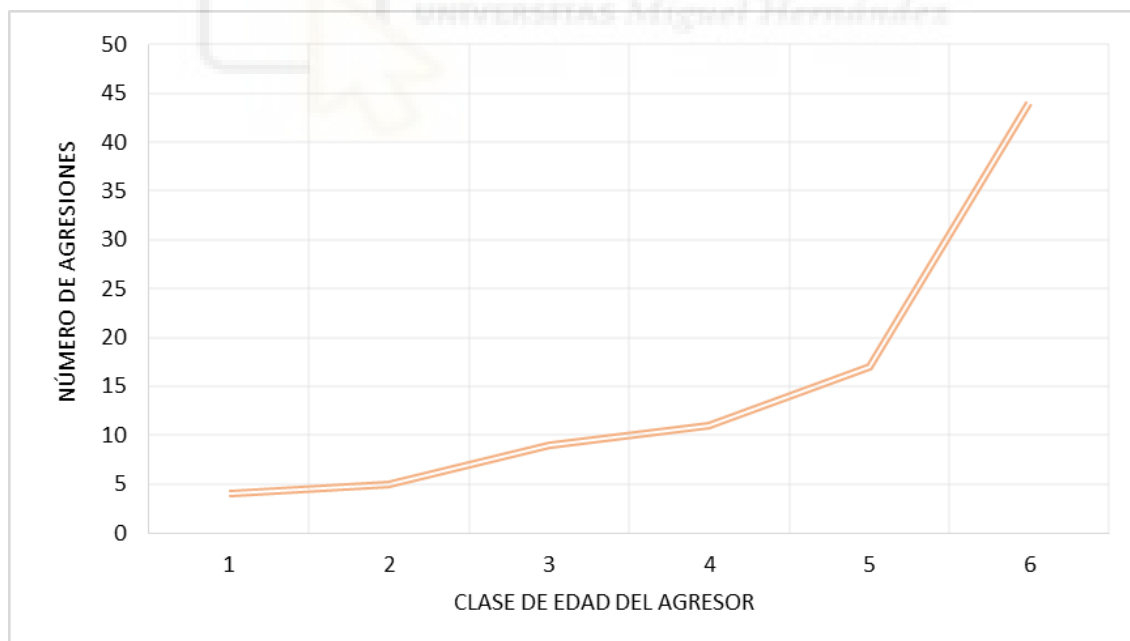


Figura 7. Número de agresiones efectuadas por individuos de cada clase de edad.

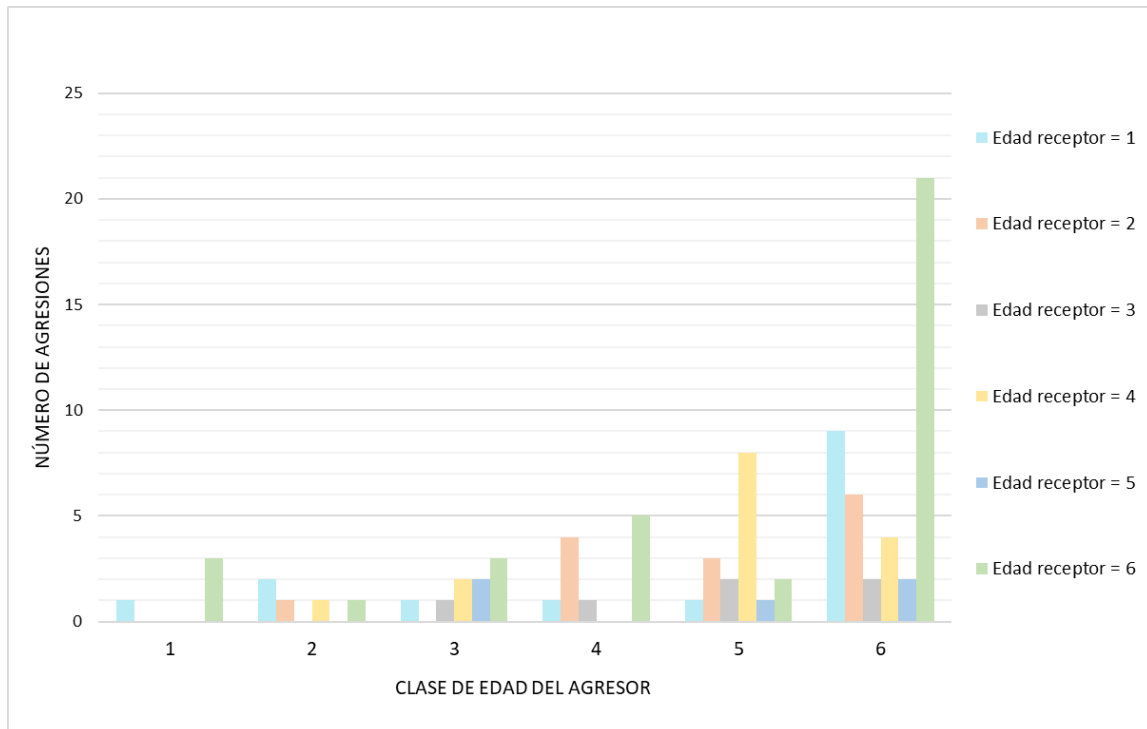


Figura 8. Distribución de las agresiones por clases de edad del agresor y el receptor. En el eje de las X encontramos las clases de edad de los agresores escritos con valores numéricos (1-6). Cada color en cada una de estas clases de edad de los agresores hace referencia a las clases de edad de los receptores.

Interacciones entre las distintas clases de edad

En total se registraron 120 interacciones, de las cuales 93 fueron exitosas. Como se puede observar en la figura 5, el éxito es mayor conforme la clase de edad del agresor aumenta. Los resultados de los GLMs mostraron que el éxito en las interacciones fue significativamente mayor para los individuos de mayor edad que para los más jóvenes (Tabla 2; Figura 5). Por otro lado, obtuvimos que el éxito de las interacciones disminuyó conforme el receptor fue de una clase de edad mayor (Tabla 2; Figura 6). Cuando un individuo ataca a individuos que todavía no han alcanzado la adultez tiene más porcentaje de éxito en la interacción. Como el *p-valor* de ambos fue menor de 0.05, las hipótesis nulas (el éxito no depende de las clases de edad del agresor y el éxito no depende de las clases de edad del receptor) se rechazaron. Por lo tanto, se concluyó que el porcentaje de éxito está directamente relacionado con las clases de edad del agresor e inversamente relacionado con las clases de edad del receptor. Las interacciones que tienen más éxito fueron las que se dan por los individuos de clases de edad más altas hacia individuos de clases de edad más bajas.

Tabla 2. Resultados del análisis de la probabilidad de éxito según las clases de edad de agresor y receptor. Los valores de *p-valor* significativos se encuentran destacados en negrita.

| | Estimación | Error estándar | Valor z | <i>p-valor</i> |
|------------------------|------------|----------------|---------|-------------------|
| Clase de edad Agresor | 0.6196 | 0.1859 | 3.333 | < 0.001 |
| Clase de edad Receptor | -0.6537 | 0.1811 | -3.609 | < 0.001 |

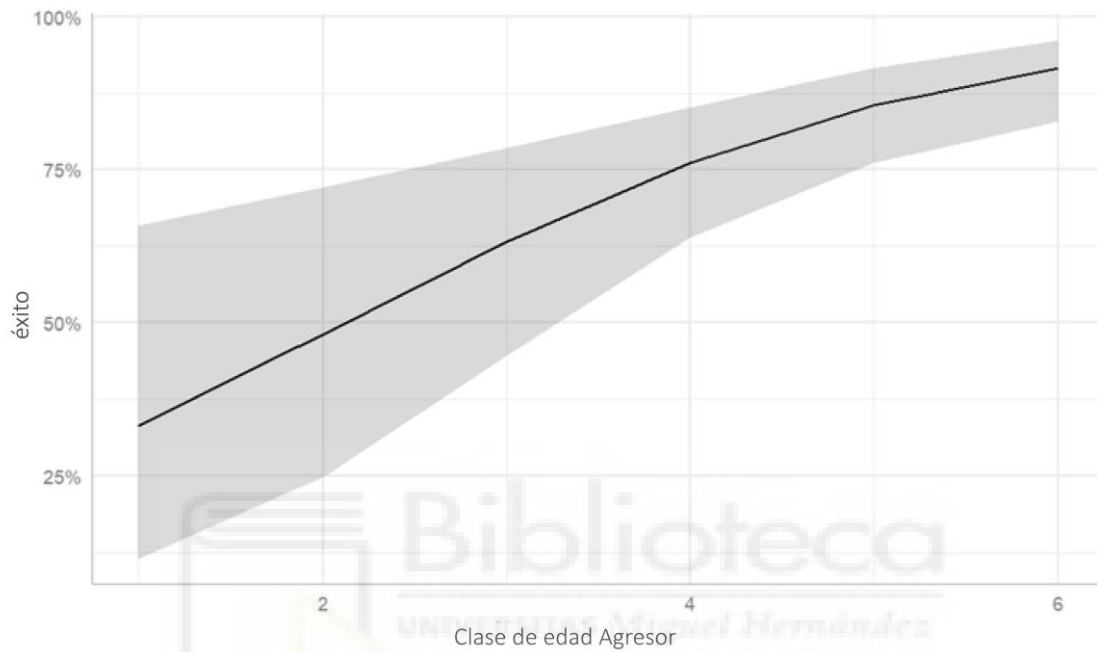


Figura 5. Porcentaje de éxito en las interacciones según la clase de edad del agresor.

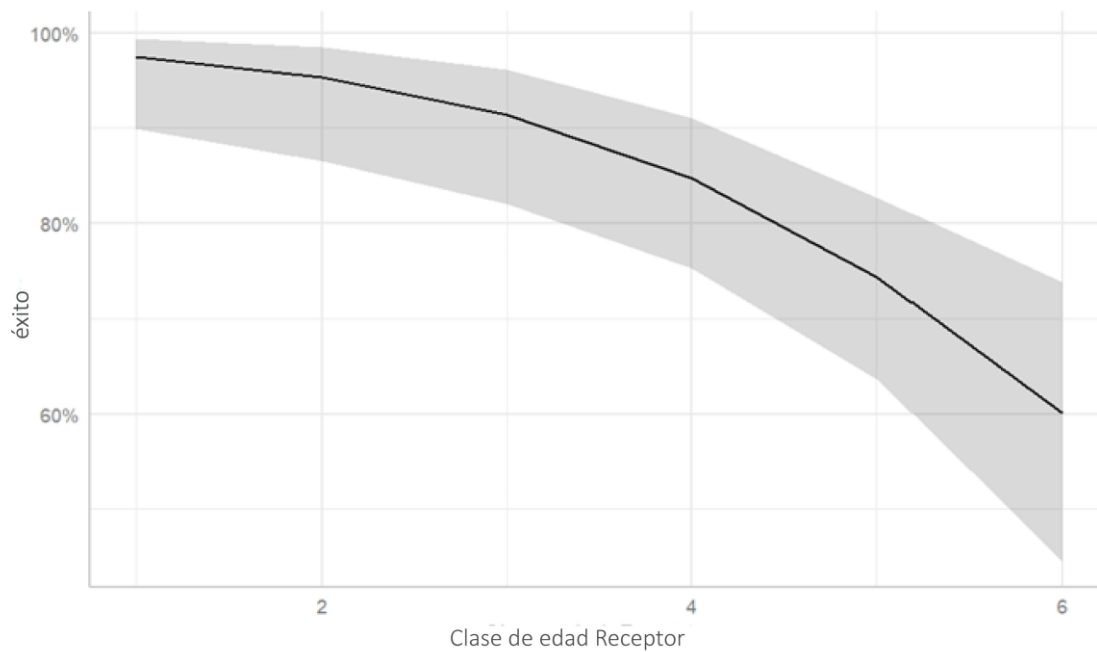


Figura 6. Porcentaje de éxito en las interacciones según la clase de edad del receptor.

Factores que influyen en la agresividad y el resultado de las interacciones

De todas las variables, se consideró que el porcentaje de consumo de carroña podría influir en la agresividad y en el resultado de las interacciones. En cuanto al análisis relativo al éxito, el *p-valor* fue inferior a 0,05 (Tabla 3) por lo que la hipótesis nula (el éxito no depende del porcentaje de consumo de carroña) se rechazó. Cuando el porcentaje de consumo de carroña es mayor, es decir, que la carroña está más consumida, el porcentaje de éxito en las interacciones es mayor (Figura 9).

Tabla 3. Resultados del análisis de la probabilidad de éxito en función del porcentaje de consumo de carroña

| | Estimación | Error estándar | Valor z | <i>p-valor</i> |
|-----------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| Porcentaje de consumo | 0.019624 | 0.009824 | 1.998 | 0.045770 |

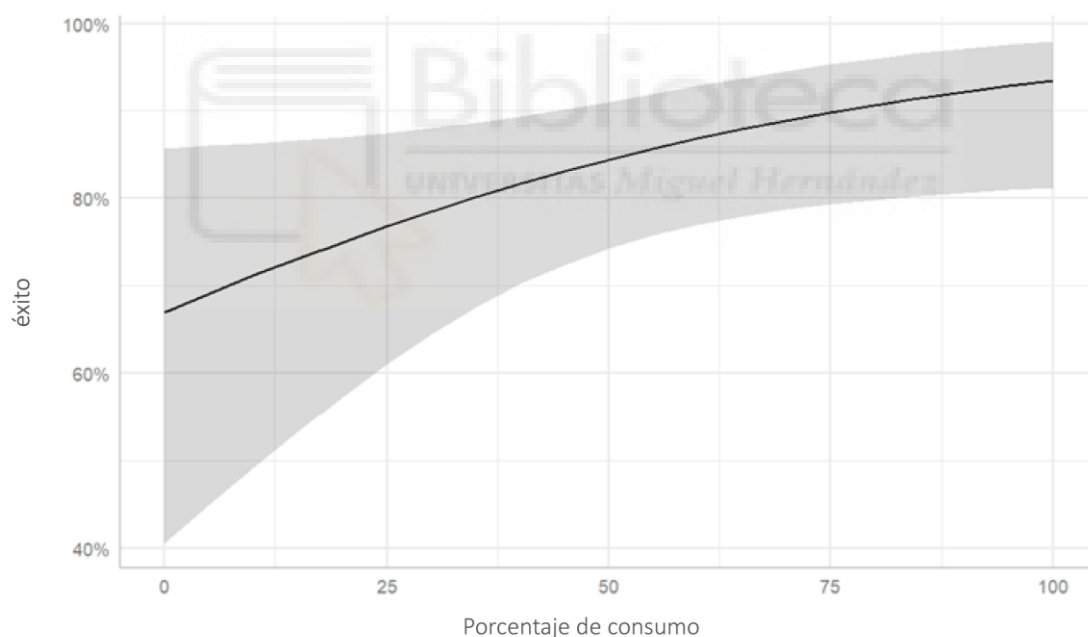


Figura 9. Probabilidad de éxito en las interacciones en función del porcentaje de consumo de la carroña.

Por otro lado, en cuanto al análisis de la agresividad en función del porcentaje de consumo de carroña, se puede observar en la figura 10 que la agresividad disminuye a medida que la cantidad de carroña disminuye. El *p-valor* fue menos de 0,05 (Tabla 4), por lo que la hipótesis nula (la agresividad de las interacciones no depende del porcentaje de consumo de carroña) se rechazó.

Tabla 4. Resultados del análisis de la agresividad en función del porcentaje de consumo de carroña.

| | Estimación | Error estándar | Valor z | <i>p</i> -valor |
|-----------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| Porcentaje de consumo | -0.01888 | 0.00836 | -2.259 | 0.0239 |

Por último, se quiso comprobar si estos resultados tenían relación con la edad de los individuos, por lo que se enfrentó el porcentaje de individuos de Zopilote Rey que se encontraban comiendo en el momento de la interacción al porcentaje de consumo de carroña. El resultado fue que el porcentaje de adultos comiendo disminuía a medida que el porcentaje de consumo de carroña aumentaba (Figura 11).

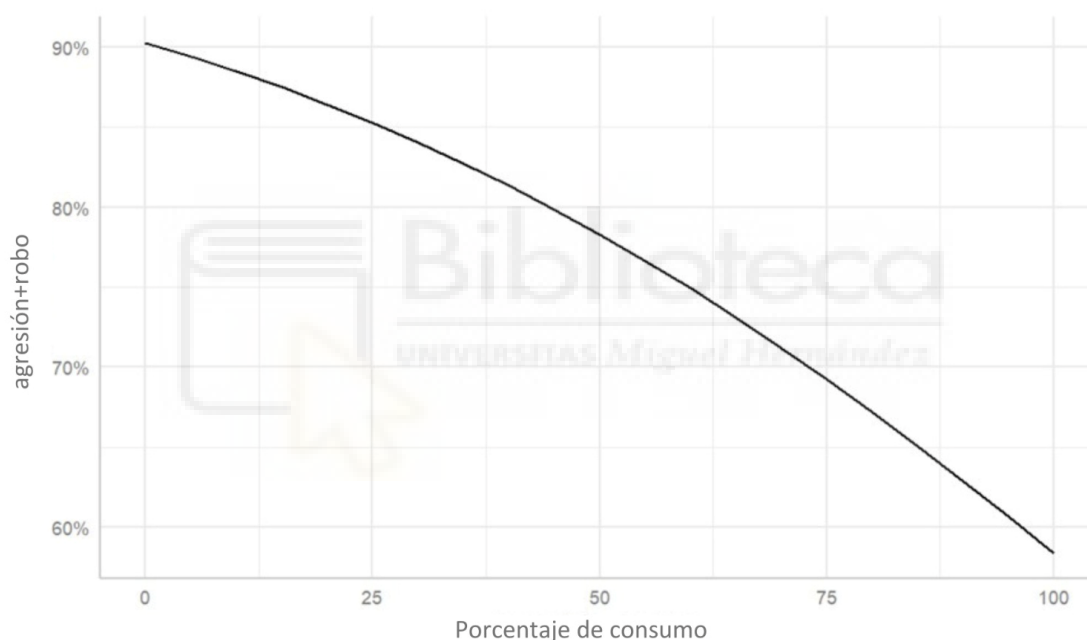


Figura 10. Porcentaje de agresividad en las interacciones según el porcentaje de consumo de la carroña.

Tabla 4. Resultados del análisis del porcentaje de individuos de Zopilote Rey adultos que comen en función del porcentaje de consumo de carroña.

| | Estimación | Error estándar | Valor z | <i>p</i> -valor |
|-----------------------|------------|----------------|---------|-------------------|
| Porcentaje de consumo | -0.008646 | 0.001127 | -7.669 | < 0.001 |

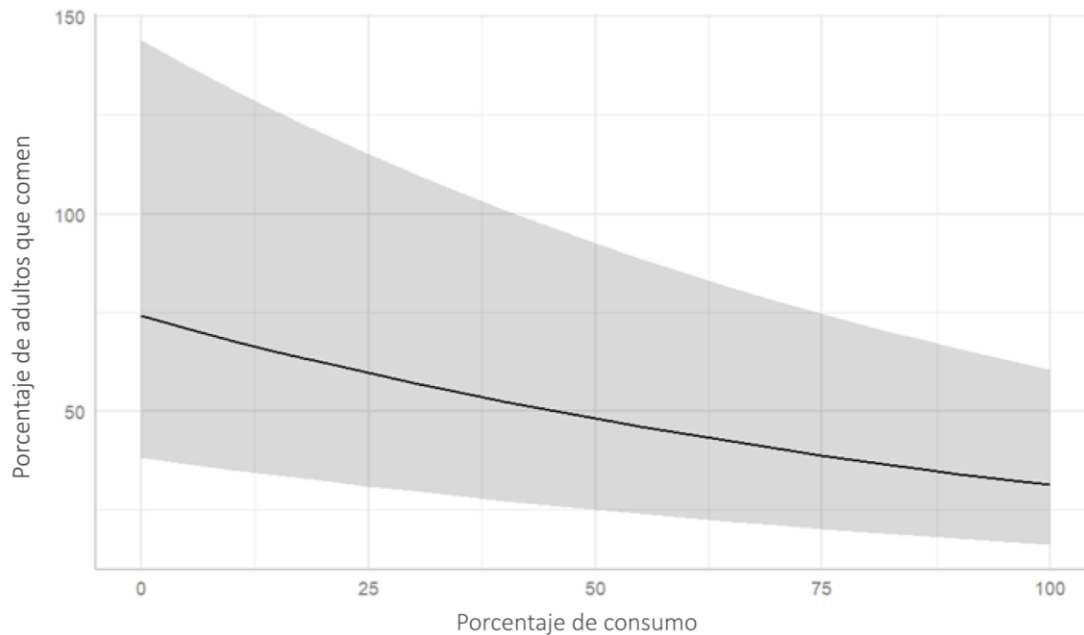


Figura 11. Porcentaje de individuos adultos de Zopilote Rey que comen según el porcentaje de consumo de la carroña.

DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos se pueden observar diferencias significativas en las relaciones entre individuos de zopilote rey, más concretamente en las relaciones entre individuos de distintas clases de edad. Se observa que a medida que los individuos se acercan a la adultez, su agresividad en las interacciones va aumentando, siendo los adultos los que mayor número de interacciones agresivas llevan a cabo. Además, las interacciones tienen mayor porcentaje de éxito cuando la clase de edad del individuo que la lleva a cabo es mayor y cuando la clase de edad del que la recibe es menor.

Estos resultados pueden explicarse a través de la jerarquía de grupo y la dominancia de unos individuos sobre otros. En este caso nos hemos centrado en el atributo individual intrínseco de la edad. Como dicen Tibbetts et al. (2022) la edad es uno de los atributos que están relacionados con el RHP (potencial para mantener recursos) asociado al rango de dominancia. Este rango en la jerarquía se consigue a través de la agresividad y los enfrentamientos. Sin embargo, establecer estos rangos a través de enfrentamientos directos es costoso en tiempo, energía y en posible daño físico. Por ello, los individuos tienden a adoptar diferentes señales que pueden estar relacionadas directamente con la capacidad de lucha, o también se pueden dar mecanismos de

evaluación de la información social, como por ejemplo el efecto espectador, o la escucha social. Es el caso de las avispas *Polistes fuscatus*, las cuales, al observar las peleas entre los congéneres, son menos agresivas con los individuos que iniciaron más agresiones y recibieron menos agresiones (Tibbetts et al., 2020).

Según Dey and Quinn (2014) las interacciones sociales potencian las jerarquías de dominancia. Las aves suelen formar relaciones de dominancia lineal transitorias (A domina a B, B domina a C, A domina a C), más que relaciones cíclicas. Además, según sus resultados, los rangos de dominancia se basan, también, en la dependencia estructural entre las relaciones y no únicamente en los atributos individuales. Un mecanismo clave en la formación de jerarquías de dominación lineal es el efecto ganador-perdedor (Hsu et al., 2006). El dominante es el ganador y el perdedor es subordinado, el rango de dominancia es sinónimo del resultado de los encuentros entre pares de individuos (Drews, 1993). Las diferencias debidas a los atributos intrínsecos se magnifican con cada interacción social, creando clasificaciones lineales estables (Hsu et al., 2006). Sin embargo, los efectos de ganador-perdedor no explican por sí mismos los patrones de autoorganización en las jerarquías. Chase and Seitz (2011) proponen que hay otros mecanismos que influyen, como el efecto de espectador. Por el cual, los individuos observan los enfrentamientos de otros individuos y recuerdan sus comportamientos.

Debido a esto, se podría explicar por qué en nuestros resultados, a pesar de la dominancia debida al atributo intrínseco de la clase de edad, hay individuos que agreden a otros individuos de clases de edad más altas. Ya que, en este caso, la dominancia no está completamente definida por la edad, sino también por los efectos de ganador-perdedor y al efecto de espectador. Estas agresiones no tienen por qué ser exitosas. Si nos fijamos en la Figura 5, los individuos más mayores tienen más éxito en las interacciones. Por lo que, cuando los individuos jóvenes agreden a otros individuos de clases mayores, y pierden, se refuerzan los rangos de la jerarquía de dominancia. Por otro lado, si otro individuo joven ha visto la interacción, es probable que haya reforzado, también, su rango menor en la jerarquía. Siendo, así, los individuos de clases más altas, en el caso del zopilote rey la clase de edad 6, los más agresivos y dominantes frente a individuos de clases de edad menores. Estos resultados coinciden con los de Bosè and Sarrazin (2007) para el buitre leonado (*Gyps fulvus*), en los que la dominancia fue significativamente mayor en individuos más mayores, y en los que la agresividad estuvo fuertemente correlacionada con la dominancia.

Cabe destacar que en nuestros resultados (Figura 8) los adultos agreden mayoritariamente a otros adultos. Esto se podría deber a que en varios videos en los que se llevan a cabo interacciones entre adultos, no se encuentran individuos de clases de edad menores en el lugar, por lo que estos adultos interactúan entre sí por competencia por la carroña. Sería interesante estudiar las razones por las que se da competencia entre individuos de la misma clase de edad, y a partir de qué mecanismos se decide la jerarquía de dominancia entre ellos.

Por otro lado, hipotetizamos que el porcentaje de consumo de carroña estaba relacionado con la agresividad de las interacciones o el éxito de estas. A partir de nuestros resultados pudimos comprobar que tanto el éxito en las interacciones (Figura 9) como la agresividad de estas (Figura 10) estaban significativamente influenciadas por el consumo de carroña. Cuando quedaba menor cantidad de carroña el éxito de las interacciones era mayor, y, por el contrario, la agresividad era menor. Quisimos comprobar si estos resultados tenían relación con la clase de edad de los individuos presentes, debido a que vimos en los resultados de Bosè et al. (2012) que los individuos más mayores de buitre leonado llegaban antes a las carroñas y se iban antes, al contrario que los jóvenes que llegaban más tarde a las carroñas y cuanto más jóvenes eran, más tarde abandonaban las carroñas. En nuestros resultados (Figura 11) se vio que sí que existe una diferencia significativa entre el porcentaje de consumo de la carroña y el porcentaje de individuos adultos que comen. Cuando hay más carroña disponible el porcentaje de adultos comiendo es mayor, y, por el contrario, cuando queda menos carroña, el porcentaje de adultos comiendo es menor. Esto podría explicar por qué el éxito de las interacciones es mayor cuando el porcentaje de consumo de la carroña es mayor, ya que en ese momento por lo general se encuentran un mayor número de individuos jóvenes comiendo. Por otro lado, también se puede explicar por qué las interacciones son menos agresivas cuando hay menos carroña, ya que el porcentaje de adultos que comen es menor, y como hemos visto en nuestros resultados, los individuos adultos son más agresivos que los jóvenes.

Este estudio es importante para comprender mejor las relaciones intraespecíficas en los buitres, aunque se ha demostrado que la edad tiene relación en las jerarquías de dominancia, sería interesante continuar con el estudio y demostrar qué otros factores, a parte de la edad, influyen en la jerarquía de la población. A través del estudio de sus jerarquías intraespecíficas, tanto debidas a la edad como a otros factores, se puede llegar a conocer mejor el comportamiento de los buitres y aumentar el conocimiento de

estos, pudiendo así, aplicarlo a posibles estrategias de reintroducción y conservación de las especies de buitres que se encuentran actualmente en peligro de extinción.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta nuestros objetivos e hipótesis y los resultados obtenidos podemos concluir que existe una clara influencia de la edad en las relaciones intraespecíficas del Zopilote Rey durante el consumo de carroña. Tanto la agresividad como el éxito de las interacciones son mayores cuanto mayor es el individuo que lleva a cabo la interacción. Aunque el rango en la jerarquía de dominancia pueda estar condicionado también por otros mecanismos y señales, existe una clara evidencia de que las clases de edad influyen en la jerarquía de la especie estudiada. Los individuos de la clase de edad 6, la más alta, fueron los más agresivos y dominantes y tuvieron mayor éxito en las interacciones.

Por otro lado, se observó que el porcentaje de consumo de la carroña está también relacionado con la agresividad de los individuos y el éxito de las interacciones. La agresividad es mayor cuanto más carroña hay y el éxito es mayor cuando menos carroña hay. Además, el porcentaje de individuos adultos o subadultos que comen está relacionado, también, con el porcentaje de consumo de carroña. Siendo mayor el porcentaje de adultos que comen cuando menor es el porcentaje de consumo de la carroña.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Martinez, O., 2016. Ecología, dinámica de las poblaciones, e interacciones en el ecosistema. *Publicaciones Didácticas* 72, 168–172.
- Arroyo-Arce, S., Thomson, I., Cutler, K., 2018. King Vulture (*Sarcoramphus papa*) scavenging at green turtle (*Chelonia mydas*) carcasses in Tortuguero National Park, Costa Rica. *Vulture News* 70, 30. <https://doi.org/10.4314/vulnew.v70i1.3>
- Bascompte, J., 2010. Structure and dynamics of ecological networks. *Science* (1979). <https://doi.org/10.1126/science.1194255>
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Singmann, H., 2023. Package “lme4”. Linear Mixed-Effects Models using “Eigen” and S4.
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L., 2006. *ECOLOGY From Individuals to Ecosystems*.
- Bosè, M., Duriez, O., Sarrazin, F., 2012. Intra-specific competition in foraging Griffon Vultures *Gyps fulvus*: 1. Dynamics of group feeding. *Bird Study* 59, 182–192. <https://doi.org/10.1080/00063657.2012.658639>
- Bosè, M., Sarrazin, F., 2007. Competitive behaviour and feeding rate in a reintroduced population of Griffon Vultures *Gyps fulvus*. *Ibis* 149, 490–501. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00674.x>
- Buechley, E.R., Sekercioglu, C.H., 2016. Vultures. *Current Biology* 26, R560–R561. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.01.052>
- Butler-Valverde, M.J., DeVault, T.L., Rhodes, O.E., Beasley, J.C., 2022. Carcass appearance does not influence scavenger avoidance of carnivore carrion. *Sci Rep* 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22297-8>
- Catanach, T.A., Pirro, S., 2023. The Complete Genome Sequence of *Sarcoramphus papa* (Cathartidae), the King Vulture . *Biodiversity Genomes*. <https://doi.org/10.56179/001c.68132>
- Chaluleu Baeza, C.A., 2020. Fototrampeo en bosques nubosos y latifoliados de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, Guatemala, *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*.
- Chase, I.D., Seitz, K., 2011. Self-structuring properties of dominance hierarchies. A new perspective, in: *Advances in Genetics*. Academic Press Inc., pp. 51–81. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380858-5.00001-0>
- Chase, I.D., Tovey, C., Spangler-Martin, D., Manfredonia, M., 2002. Individual differences versus social dynamics in the formation of animal dominance hierarchies, *PNAS* April.
- Chesson, P., 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity.
- Clinton-Eitniear, J., 1982. King vulture the only true rainforest vulture. *American Federation of Aviculture* 9.

- Cortés-Avizanda, A., Jovani, R., Carrete, M., Dona'zar, J.A., Dona'zar, D., 2012. Resource unpredictability promotes species diversity and coexistence in an avian scavenger guild: a field experiment, *Ecology*.
- DeVault, T.L., Rhodes, O.E., Shivik, J.A., 2003. Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems.
- Dey, C.J., Quinn, J.S., 2014. Individual attributes and self-organizational processes affect dominance network structure in pukeko. *Behavioral Ecology* 25, 1402–1408.
<https://doi.org/10.1093/beheco/aru138>
- Drews, C., 1993. The Concept and Definition of Dominance in Animal Behaviour, Source: Behaviour.
- Ebenman, B., 1988. Competition Between Age Classes and Population Dynamics.
- Eitniear, J.C., 1996. Estimating age classes in king vultures (*Sarcoramphus papa*) using plumage coloration.
- Espadas, I.J., Sánchez-Zapata, A., Botella, F., Eguía, S., 2010. LOS CARROÑEROS FACULTATIVOS Y LA CAZA MAYOR: ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO DE CARROÑA POR EL JABALÍ (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys* 22, 595–609.
- Favre, M., Martin, J.G.A., Festa-Bianchet, M., 2008. Determinants and life-history consequences of social dominance in bighorn ewes. *Anim Behav* 76, 1373–1380.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.07.003>
- Fukami, T., 2010. Community assembly dynamics in space, in: *Community Ecology: Processes, Models, and Applications*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199228973.003.0005>
- Gmach, M.R., Dias, B.O., Silva, C.A., Nóbrega, J.C.A., Lustosa-Filho, J.F., Siqueira-Neto, M., 2018. Soil organic matter dynamics and land-use change on Oxisols in the Cerrado, Brazil. *Geoderma Regional* 14. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.e00178>
- Gomes Reis Lopes, C., Andrade, F.N., Batista Lopes, J., Sales De Sousa, H., Farias Melo de Barros, R., 2020. Diversidade e estrutura de espécies arbustivo-arbórea em área destinada ao manejo florestal no município de São Francisco do Piauí, Piauí. *Gaia Scientia* 14.
- Gross, J.T., Stern, J.A., Brett, B.E., Cassidy, J., 2017. The multifaceted nature of prosocial behavior in children: Links with attachment theory and research. *Social Development*.
<https://doi.org/10.1111/sode.12242>
- Haenn, N., Schmook, B., Reyes, Y.M., Calmé, S., 2014. A cultural consensus regarding the king vulture?: Preliminary findings and their application to Mexican conservation. *Ethnobiology and Conservation* 3. <https://doi.org/10.15451/ec2014-1-3.1-1-15>
- HilleRisLambers, J., Adler, P.B., Harpole, W.S., Levine, J.M., Mayfield, M.M., 2012. Rethinking community assembly through the lens of coexistence theory. *Annu Rev Ecol Evol Syst*.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110411-160411>

- Hsu, Y., Earley, R.L., Wolf, L.L., 2006. Modulation of aggressive behaviour by fighting experience: Mechanisms and contest outcomes. *Biol Rev Camb Philos Soc*.
<https://doi.org/10.1017/S146479310500686X>
- Inagaki, A., Allen, M.L., Maruyama, T., Yamazaki, K., Tochigi, K., Naganuma, T., Koike, S., 2022. Carcass detection and consumption by facultative scavengers in forest ecosystem highlights the value of their ecosystem services. *Sci Rep* 12.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-20465-4>
- Jameson, Kimberly A, Appleby, M.C., Linton, &, Freeman, C., Jameson, K A, 1999. Finding an appropriate order for a hierarchy based on probabilistic dominance, *ANIMAL BEHAVIOUR*.
- Jonathan Davies, T., Meiri, S., Barraclough, T.G., Gittleman, J.L., 2007. Species co-existence and character divergence across carnivores. *Ecol Lett* 10, 146–152.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.01005.x>
- Kendall, C.J., 2013. Alternative strategies in avian scavengers: How subordinate species foil the despotic distribution. *Behav Ecol Sociobiol* 67, 383–393. <https://doi.org/10.1007/s00265-012-1458-5>
- Moleón, M., Selva, N., Bailey, D.M., 2019. Carrion Availability in Space and Time, Plant Health Inspection Service.
- Morales-Reyes, Z., Sánchez-Zapata, J.A., Sebastián-González, E., Botella, F., Carrete, M., Moleón, M., 2017. Scavenging efficiency and red fox abundance in Mediterranean mountains with and without vultures. *Acta Oecologica* 79, 81–88.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.12.012>
- Naves-Alegre, L., Morales-Reyes, Z., Sánchez-Zapata, J.A., Durá-Alemañ, C.J., Gonçalves Lima, L., Machado Lima, L., Sebastián-González, E., 2021. Uncovering the vertebrate scavenger guild composition and functioning in the Cerrado biodiversity hotspot. *Biotropica* 53, 1582–1593. <https://doi.org/10.1111/btp.13006>
- Naves-Alegre, L., Morales-Reyes, Z., Sánchez-Zapata, J.A., Sebastián-González, E., 2022. Scavenger assemblages are structured by complex competition and facilitation processes among vultures. *J Zool* 318, 260–271. <https://doi.org/10.1111/jzo.13016>
- Naves-Alegre, Lara, Morales-Reyes, Z., Sánchez-Zapata, J.A., Sebastián-González, E., Ovaskainen, O., 2022. Scavenging in the realm of senses: Smell and vision drive recruitment at carcasses in Neotropical ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 289. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0843>
- O'brien, T.G., Kinnaird, M.F., 2008. A picture is worth a thousand words: The application of camera trapping to the study of birds. *Bird Conserv Int* 18, S144–S162.
<https://doi.org/10.1017/S0959270908000348>
- Ogada, D.L., Keesing, F., Virani, M.Z., 2012. Dropping dead: Causes and consequences of vulture population declines worldwide. *Ann N Y Acad Sci* 1249, 57–71.
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06293.x>
- Parker, G.A., 1974. Assessment Strategy and the Evolution of Fighting Behaviour, *J. theor. Biol.*

- Parker, G.A., Sutherland, W.J., 1986. Ideal free distributions when individuals differ in competitive ability: phenotype-limited ideal free models, *Anita. Behav.*
- Pedro Ospina, S., Mercy Ramírez, V., Lenin Maturrano, H., 2021. The vultures, scavenger birds of the Old World and New World. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru.*
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.21337>
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S., 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity, *Annals of Botany.*
- Sánchez Soto, S., Nury Gómez Martínez, U., Susana Sánchez Gómez, W., Rebeca Sánchez Gómez, N., 2013. Nuevos registros y ampliaciones de distribución.
- Selva, N., Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W., Wajrak, A., 2003. Scavenging on European bison carcasses in Bialowieza Primeval Forest (eastern Poland), *Source: Écoscience.*
- Simberloff, D., Dayan, T., 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annu Rev Ecol Syst* 22, 115–143. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.22.110191.000555>
- Smith, T.M., Smith, R.L., 2007. *Ecología.* Pearson-Addison Wesley.
- Strassburg, B.B.N., Brooks, T., Feltran-Barbieri, R., Iribarrem, A., Crouzeilles, R., Loyola, R., Latawiec, A.E., Oliveira Filho, F.J.B., De Scaramuzza, C.A.M., Scarano, F.R., Soares-Filho, B., Balmford, A., 2017. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nat Ecol Evol.*
<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>
- Tibbetts, E.A., Pardo-Sanchez, J., Weise, C., 2022. The establishment and maintenance of dominance hierarchies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 377. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0450>
- Tibbetts, E.A., Wong, E., Bonello, S., 2020. Wasps Use Social Eavesdropping to Learn about Individual Rivals. *Current Biology* 30, 3007-3010.e2.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.05.053>
- Wong, B.B.M., Candolin, U., 2015. Behavioral responses to changing environments. *Behavioral Ecology.* <https://doi.org/10.1093/beheco/aru183>