



Geofagia y plasticofagia en *Coragyps atratus*

Enrique Richard^{1,*} , Denise Ilcen Contreras Zapata¹ , Fabio Angeoletto² 

(1) Universidad San Gregorio de Portoviejo. Av. Olímpica, Portoviejo 130101, Ecuador.

(2) Universidade Federal de Rondonópolis. Av. dos Estudantes, 5055 - Rondonópolis, MT, 78736-900, Brasil.

* Autor de correspondencia: Enrique Richard [chelonos@gmail.com]

> Recibido el 10 de octubre de 2022 - Aceptado el 07 de diciembre de 2022

Como citar: Richard, E., Contreras Zapata, D.I., Angeoletto, F. 2023. Geofagia y plasticofagia en *Coragyps atratus*. *Ecosistemas* 32(1): 2482. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2482>

Geofagia y plasticofagia en *Coragyps atratus*

Resumen: Geofagia es el consumo intencional o incidental de suelo por parte de animales. Se considera un comportamiento poco común; y sus explicaciones son controvertidas y motivo continuo de debate. La plasticofagia es el consumo deliberado o accidental de plásticos; un fenómeno cada vez más frecuente en aves alrededor del mundo. Aquí documentamos los primeros datos de ingesta de suelo y plásticos en *Coragyps atratus* en Ecuador. Trabajamos en un vertedero de residuos de la ciudad de Calceta y en la playa de Canoa (Manabí). En el vertedero analizamos 112 egagrópilas las cuales se incluyeron en 6 categorías de materiales antropogénicos y suelo y 18 subcategorías. Encontramos suelo en nueve egagrópilas (8%) y plásticos en todas las muestras. También se hallaron metales; vidrio; cartón e indeterminados. El análisis de las muestras indicaría que la ingesta de suelo y plástico podría ser incidental. Discutimos las implicaciones potenciales de la ingesta de suelo y plástico como vehículos de exposición a metales pesados; compuestos orgánicos persistentes y pesticidas. Nuestros aportes contribuyen a conocer la historia natural de la especie en contextos antrópicos en vistas a diseñar políticas de manejo y conservación de la misma; así como a su integración armónica a los ecosistemas antropogénicos.

Palabras clave: bioacumulación; Cathartidae; contaminantes; egagrópilas; materiales antropogénicos

Geophagy and plasticophagy in *Coragyps atratus*

Abstract: Geophagy is the intentional or incidental consumption of soil by animals. It is considered unusual behavior; and its explanations debated and controversial. Plasticophagy is the deliberate or accidental consumption of plastics; an increasingly frequent phenomenon in birds around the world. Here we document the first soil and plastic intake data on *Coragyps atratus* in Ecuador. We work in a waste dump in the city of Calceta and on the beach of Canoa (Manabí). At the landfill we analyzed 112 pellets. We obtained 18 subcategories of anthropogenic materials and soil. We found soil in nine pellets (8%) and plastics in all samples. Metals; glass; cardboard and indeterminates were also found. Analysis of the evidence would indicate that the ingestion of soil and plastic could be incidental. We discuss the potential implications of ingesting soil and plastic as vehicles for exposure to heavy metals; persistent organic compounds; and pesticides. Our contributions contribute to knowing the natural history of the species in anthropic contexts in order to design management and conservation policies; as well as its harmonious integration into anthropogenic ecosystems..

Keywords: bioaccumulation; Cathartidae; contaminants; pellets; anthropogenic materials

Introducción

Se denomina geofagia al consumo intencional o incidental de arcilla; suelo; sedimentos o arena por animales (Hui 2004; Downs et al. 2019). En aves; esta conducta ha sido reportada en prácticamente todos los continentes (excepto en la Antártida); aunque es considerado un comportamiento aún poco conocido (Downs et al. 2019). La geofagia ha sido estudiada con cierto detalle en las familias Psittacidae (Gibaldi et al. 1999; Brighthsmith y Muñoz-Najar 2004) y Columbidae (Brighthsmith y Muñoz-Najar 2004); pero la información en otras familias es escasa. Por ejemplo; las referencias a la familia Cathartidae son escasas o inexistentes para la mayoría de especies que la conforman (Hui 2004; Downs et al. 2019). Cómo y por qué evolucionó la geofagia; su eventual importancia fisiológica y otros aspectos ecológicos constituyen temas muy debatidos; cuyos fundamentos se sustentan más en hipótesis que en datos empíricos (Mahaney y Krishnamani 2003; Hui 2004; Downs et al.

2019). En su revisión global; Downs y colaboradores (2019) proponen siete hipótesis para explicar por qué diferentes especies de aves incurren en la geofagia y éstas son las siguientes: 1) Suplementar deficiencias nutricionales de minerales esenciales; como calcio; sodio; etc.; 2) mejorar la digestión mecánica de alimentos en la molleja gracias a los gastrolitos; 3) proteger el tracto digestivo; 4) adsorber metabolitos secundarios tóxicos; 5) amortiguar el pH gástrico; 6) aportar agentes químicos con propiedades antidiarreicas y 7) el consumo incidental. Hui (2004) indica que; además; podría proveer tratamiento farmacológico (p. ej.; en primates; Hui 2004). Complementariamente; Downs y colaboradores (2019) señalan que se requiere de investigaciones más profundas que contribuyan a explicar este comportamiento. Otros autores (Mahaney y Krishnamani 2003; Hui 2004; Downs et al. 2019) recomiendan que los nuevos aportes deberían ser contextualizados y caracterizados en un marco trófico más amplio; para incluir a los componentes bióticos y abióticos de la ingesta y analizar las posibles relaciones entre ellos.

Teniendo en cuenta que las actividades humanas han alcanzado una muy amplia cobertura planetaria; la presencia de químicos y tóxicos resultantes de las mismas actualmente son cada vez más frecuentes en suelos y reservorios de agua natural; desde donde pueden llegar a la fauna a través de la geofagia incidental (Hui 2004). Esta última hipótesis ha sido destacada como un importante mecanismo de exposición a toxinas y metales pesados; sobre todo teniendo en cuenta que esta forma de geofagia está ampliamente difundida en vertebrados. De hecho; se estima que algunas especies de aves pueden ingerir hasta un 30 % de suelo en relación a la ingesta total (Hui 2004). Asimismo; las evidencias de mortalidad en aves debido a la ingesta de suelo o sedimentos portadores de metales pesados y otros contaminantes tóxicos es cada vez mayor (Hui y Beyer 1998; Hui 2004). En este sentido; los estudios que vinculan la geofagia; ya sea incidental o no; con otros compuestos asociados; como compuestos orgánicos persistentes (COP's); productos farmacológicos descartados; metales pesados o formando parte de carroña y otros residuos en vertederos; son prioritarios para el diseño de políticas vinculadas a la conservación y manejo de especies (Hui 2004; Moleón et al. 2014; Margalida et al. 2014; Noreen y Sultan 2021).

Un fenómeno relacionado con la geofagia es la plasticofagia; o consumo voluntario o incidental de plásticos; que está especialmente estudiada en aves acuáticas (Wilcox et al. 2015; Wang et al. 2021). Si bien existen aportes previos de plasticofagia y otros materiales antropogénicos (MA) para algunas especies de la familia Cathartidae en las regiones que habitan (Yahner et al. 1990; Coleman y Fraser 1987; Iñigo 1987; Thomaidis et al. 1989; Hiraldo et al. 1991; Kelly et al. 2007; Ballejo y De Santis 2013; Carlin et al. 2020; Noreen y Sultan 2021); no hay registros en Ecuador. Además; el tratamiento de dicho consumo se limita a porcentuales de la ingesta total; sin discriminación de los diferentes tipos de plástico. Esto último resulta fundamental; ya que los diferentes tipos de plástico; por su estructura y composición; varían en el aporte de sustancias tóxicas propias (Zettler et al. 2013; ONU 2018; Stothra Bhashyam et al. 2021) y en su capacidad de absorción y transporte de COP's y otras toxinas (Stothra Bhashyam et al. 2021). Como ocurre con la geofagia; es importante conocer las cantidades de plástico de cada categoría en la ingesta y la periodicidad de consumo de los mismos para estimar los procesos posteriores de bioacumulación y biomagnificación de toxinas; entre otros (Hui 2004; Carlin et al. 2020; Puskic et al. 2020). En este sentido; el consumo incidental de suelo y plástico asociado a toxinas antropogénicas es una conocida causa de mortalidad en aves y otros vertebrados (Hui 2004; Wang et al. 2021). Además; la omnipresencia actual de plásticos hace que los mismos aparezcan cada vez más frecuentemente en la dieta de muchas aves (Carlin et al. 2020; Ballejo et al. 2021; Noreen y Sultan 2021; Wang et al. 2021). Por ello; resulta necesario documentar estos hechos; como primer paso para comprender los potenciales impactos del consumo de suelo; plásticos y otros MA sobre las especies y ecosistemas (Zettler et al. 2013).

Acorde con Plaza y Lambertucci (2017); los vertederos aportan subsidios tróficos generados por el ser humano; con atributos tanto positivos como negativos: Están distribuidos en todo el mundo y asociados a recursos que son espaciotemporalmente predecibles. En ellos pueden encontrarse alimentos nutritivos; como carne; fruta; harinas y huevos (Parfitt et al. 2010); por lo que son aprovechados por muchas especies (Oro et al. 2013). Al mismo tiempo; los vertederos contienen una alta disponibilidad de vidrios; metales; alambres; plásticos; pinturas; diferentes tóxicos y patógenos peligrosos; que pueden alterar la salud y abundancia de las especies consumidoras (Flores-Tena et al. 2007; Houston et al. 2007; Matejczyk et al. 2011; Margalida et al. 2014). En los últimos años; han adquirido especial interés las investigaciones en torno a la dieta de las aves que frecuentan los vertederos; sobre todo por la creciente preocupación de la dispersión de residuos plásticos; microplásticos y; eventualmente; patógenos en los ecosistemas naturales (Plaza et al. 2019a; Carlin et al. 2020; Ballejo et al. 2021; Noreen y Sultan

2021; Wang et al. 2021). Las aves carroñeras son uno de los grupos faunísticos más frecuentemente asociados a los vertederos; donde al consumir carroña y alimentos desechados por el ser humano; disminuyen los focos de infección y evitan la propagación de enfermedades en el ecosistema (Markandya et al. 2008; Moleón et al. 2014; Plaza y Lambertucci 2018; Plaza et al. 2019a; 2020; Noreen y Sultan 2021).

En este estudio; aportamos los primeros datos sobre geofagia y plasticofagia para la familia Cathartidae. En particular; este estudio; efectuado en Ecuador; se centra en el gallinazo (*Coragyps atratus*); una especie carroñera obligada (Ballejo y De Santis 2013) pero con marcado carácter oportunista (Ballejo y De Santis 2013; Ballejo et al. 2021); lo que le permite explotar una gran variedad de hábitats y recursos; incluidos los de origen antrópico (Carrete et al. 2010; Luna et al. 2021). Los resultados se discuten; en relación a los potenciales riesgos para la salud de esta especie que conlleva el consumo de suelo; plásticos y otros MA.

Materiales y Métodos

El área de estudio principal fue el vertedero municipal de Calceta; que se encuentra en la vía Tosagua-Calceta; sector el Mirador; Cantón Bolívar; Provincia de Manabí; Ecuador (0° 50' 57.42" S; 80° 13' 28.19" W). El sitio es de propiedad del municipio y tiene un área total 9.34 Ha. Sin embargo; el área utilizada a los fines del vertedero es de 4.2 Has (La Torre 2014). El vertedero dista a aproximadamente 5 km de la ciudad de Calceta; dentro de un área suburbana. Se trata de un vertedero sin control; a cielo abierto; que genera problemas ambientales como la quema de basuras y plaga de moscas (La Torre 2014). Este vertedero canaliza los residuos sólidos de los centros urbanos de Junín; Tosagua y Bolívar (Aproximadamente 41 000 habitantes); que suman aproximadamente 44 toneladas diarias (La Torre 2014). Biogeográficamente la región corresponde al Bosque Deciduo de la Costa. Región natural entre los 50 a 300 m de elevación; altamente modificada por actividades antrópicas (60 %); con una densidad de árboles más bajas que los bosques siempre-verdes y un sotobosque que puede ser denso y con plantas herbáceas abundantes. Algunas especies de árboles; como los ceibos (*Ceiba trischistandra*); distintivos del paisaje local pierden sus hojas durante la época seca (Ron 2020). La temperatura promedio de toda la región oscila entre los 24-25°C (Varela y Ron 2018). Existe una estación lluviosa bien definida de enero a junio y una temporada seca de julio a noviembre. Las precipitaciones son del orden de los 1040 mm/año; con una heliofanía media anual de 1020 horas/año y un coeficiente de humedad promedio del 78 % anual. Los vientos más frecuentes provienen del NW casi todos los meses del año ($V_{max} = 12m/s$).

El área de estudio fue visitada durante cuatro días a la semana (martes a viernes) por los autores durante dos meses (15 de enero al 15 de marzo de 2019); realizando un total de 69 h de observación en horario de 08:00 a 12:00 hs; es decir el horario de mayor actividad registrada para los gallinazos en coincidencia con la llegada y actividad de los camiones recolectores de residuos. En este vertedero se congrega una gran cantidad de gallinazos de la especie *C. atratus* (Fig. 1) que pueden observarse en vuelo; en el suelo y asociados a otras aves; como garcitas bueyeras (*Bubulcus ibis*); garrapateros (*Crotophaga ani*) y; en menor medida; palomas domésticas (*Columba livia*). Las observaciones se realizaron a muy corta distancia de los animales en virtud a que la distancia de fuga es notablemente reducida (Prácticamente se puede caminar entre ellos; Fig. 1). Complementariamente se utilizaron binoculares Zenith 12x50 y cámaras fotográficas © Nikon S9700 con GPS y © Nikon D7200. El objetivo de las observaciones fue estudiar el comportamiento alimenticio de la especie; identificar las perchas utilizadas y su presencia en tales perchas en el período de estudio. Se identificó; registró y verificó un total de 14 perchas utilizadas por adultos de la especie. Se verificó que dichas perchas fueran ocupadas siempre por *Coragyps atratus*; constatando su presencia al menos 4 días de la semana durante 60 días (período de estudio). Luego se realizó la



Figura 1. Izquierda: Vertedero municipal de Calceta; Ecuador. Nótese la tolerancia a la cercanía de seres humanos por parte de la especie (Antropofilia). Foto: E. Richard. **Derecha:** Egagrópila de *Coragyps atratus*. Nótese que gran parte de su volumen está formado por plástico. Fotos: E. Richard.

Figura 1. Left: Municipal dump of Calceta; Ecuador. Note the tolerance to the proximity of human beings by the species (Anthropophilia). **Right:** Pellet of *Coragyps atratus*. Note that much of its volume is made up of plastic. Photo: E. Richard. Photos: E. Richard.

limpieza de los posaderos a fin de eliminar las egagrópilas antiguas y recoger sólo las correspondientes a los 60 días posteriores a dicha limpieza. Las egagrópilas colectadas se colocaron sobre un cedazo de aluminio y fueron secadas desde abajo con aire caliente a 45°C durante 4 h. Cada egagrópila seca fue colocada en una bandeja plástica y diseccionada con pinzas de punta y planas.

Para la identificación de “suelo” (arcilla; arena y similares; Down et al. 2019) contenido en las egagrópilas; se utilizó una lupa binocular. En el caso de las egagrópilas con gran cantidad de lana; muy compactas (similares al fieltro); se usaron tijeras quirúrgicas para desmenuzarlas. En relación a este componente; es oportuno aclarar que en todas las egagrópilas (100%) hallamos polvo al desarmarlas (n=112). Sin embargo; consideramos que dicho polvo era consecuencia de la rotura y fragmentación de la propia estructura seca de la egagrópila y por tanto no lo consideramos como parte de este análisis. Por ello en la categoría “suelo”; sólo incluimos a porciones de tierra cuya cantidad hallada fuera perceptiblemente evidente y tuviera bajo la lupa binocular una estructura y composición física (granulometría; aspecto; color) comparativamente idéntica a la del suelo del vertedero. En este sentido y considerando la subjetividad que implica la “percepción”; creemos que el material descartado como polvo; podría representar hasta cierto punto; un sesgo de subestimación en los valores asignados a la categoría de “suelo”. En las egagrópilas analizadas; también se identificaron los materiales de origen antropogénico; como metales; papel; vidrio; plásticos y microplásticos (partículas plásticas comprendidas entre 1 y 5 mm; Carlin et al. 2020). Se clasificaron los plásticos de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2634:2012); que adopta la clasificación internacional de la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI). Esta clasificación discrimina los plásticos por su composición química y propiedades físicas; las cuales son importantes porque se relacionan con la capacidad del plástico de actuar como transporte de otras sustancias o desprender sustancias tóxicas propias (Stothra Bhashyam et al. 2021). En el caso de aquellos fragmentos de plástico cuya asignación a alguna categoría NTE no fuera certera; fueron considerados como “indeterminados”. Los restos o microfragmentos de fibras; ante la imposibilidad de identificar su origen con la lupa mencionada; no fueron incluidos en este trabajo. Cada partícula o fragmento discreto identificado en cada egagrópila fue considerado como “presencia” de la categoría y subcategoría correspondiente.

Una vez identificados los MA en las egagrópilas; se agruparon en 6 categorías a saber: Plástico (11 subcategorías); metales (3 subcategorías); vidrio; papel; suelo y otros. Para cada categoría y

subcategoría; se indica la frecuencia de aparición o presencia (FA%); que representa el porcentaje de egagrópilas en las que aparece o está presente cada categoría y subcategoría.

Complementariamente; entre septiembre de 2018 y septiembre de 2019; realizamos un total de 24 visitas (144 h de observación) a la playa turística de la localidad de Canoa; Cantón San Vicente; Provincia de Manabí (0° 27' 18.28" S; 80° 27' 36.24" W); muy frecuentada por *C. atratus*. Esta región; distante a 69 km de Calceta; también corresponde a la biorregión del Bosque Deciduo de la Costa y de manera similar se presenta con dos estaciones anuales; con características similares a las descritas para Calceta. Aquí se realizaron cuatro transectos de 6 horas cada uno; en el mismo lugar; de 2860 m de longitud (Inicio 0° 27' 18.28" S; 80° 27' 36.24" W; Final: 0° 28' 47.31" S; 80° 27' 10.06" W) y 40 m de ancho (20 m de cada lado de la transecta). La misma incluyó la totalidad de la línea costera del poblado de Canoa entre la desembocadura de río Muchacho y el Estero Recreo. En estas transectas se observó la actividad de ingesta de carroña de *Coragyps atratus*. Complementariamente; se pudo seguir a dos ejemplares observados consumiendo carroña a sus perchas identificadas de donde se obtuvo cuatro egagrópilas cuyo contenido se comenta y contrasta con el hallado en el vertedero de Calceta.

Si bien se considera que la observación directa proporciona información menos sesgada sobre la dieta de las rapaces y otros aspectos asociados a las actividades de forrajeo (Marti 1987; Redpath et al. 2001); el análisis de egagrópilas puede ofrecer información complementaria de interés (Muñoz-Pedrerros et al. 2019); especialmente cuando la obtención de datos directos sobre el comportamiento de alimentación es costosa. En cualquier caso; ambas técnicas deberían complementarse (Redpath et al. 2001; Muñoz-Pedrerros et al. 2019). En este estudio aplicamos tanto la observación directa (Canoa); como el análisis de egagrópilas (Vertedero de Calceta) a fin de complementar y contrastar la información obtenida de ambas fuentes.

Resultados

A partir del análisis de las muestras del vertedero de Calceta; hallamos MA en el 100% de las egagrópilas (n=112); aunque con diferentes frecuencias y proporciones por categoría (Tabla 1; Fig. 2). Clasificamos los materiales acordes a su naturaleza química en 6 categorías y 18 subcategorías para las 112 egagrópilas colectadas en el área de estudio I (Calceta). El 100% de ellas; contenía alguna o varias de las categorías de MA consignadas (Tabla 1; Fig. 2).

Tabla 1. Materiales de origen antropogénico y suelo hallados en las egagrópilas ordenado por categorías; subcategorías; frecuencia de aparición expresada en porcentaje y número de egagrópilas con presencia de la subcategoría identificada.**Table 1.** Materials of anthropogenic origin and soil found in the pellets ordered by categories; subcategories; frequency of appearance expressed as a percentage and number of pellets with the presence of the identified subcategory.

Categorías de materiales antropogénicos (S=6)	Subcategorías de materiales antropogénicos (S=18)	Frecuencia observada de aparición FA (%)	Número de egagrópilas (*)	Descripción
PLÁSTICO	Tereftalato de polietileno - PET	16%	(n = 18)	Restos de envases PET cintas de video y audio textiles (fibras de poliéster)
	Polietileno de alta densidad - HDPE	11%	(n = 12)	Restos de envases de alimento geomembrana juguetes otros
	Policloruro de vinilo – PVC	7%	(n = 8)	¿Restos de tubos de suero? de tarjeta de identificación? Cables eléctricos blíster de medicamentos
	Polietileno de baja densidad – PE-BD	67%	(n = 75)	Restos de bolsas papel film base de pañal bolsas de residuos restos de redes y cuerdas
	Polipropileno – PP	11%	(n= 12)	Coronas de tapas de envases PET restos de envases de alimentos varios bolsas de frituras restos de vasos descartables
	Poliestireno – PS	27%	(n = 30)	Restos de envases de comida vasos térmicos microesferas de PS de construcción (Mayores o iguales de 5 mm)
	Poliuretano	3.6 %	(n = 4)	Restos de esponjas
	Nylon	7%	(n = 8)	Hilo de pesca restos de cuerdas de redes tela sintética otros
	Caucho sintético	4.5 %	(n = 5)	¿Restos de guantes? restos de neopreno otros
METALES	Plásticos de asignación dudosa	39%	(n = 44)	No se pudo determinar con certeza la asignación a ninguna categoría NTE
	Microplásticos	81%	(n = 90)	Todos de origen secundario
	Aluminio	4.5 %	(n = 5)	Blíster de medicamentos papel aluminio de uso culinario otros envases de alimentos
VIDRIO	Cobre	1.8 %	(n = 2)	Partes de cable eléctrico
	Hierro	6%	(n = 7)	Restos oxidados origen indeterminado
PAPEL	Vidrio	1.8 %	(n = 2)	Origen indeterminado restos pequeños
SUELO	Cartón	1.8 %	(n = 2)	Origen indeterminado parece cartón corrugado de cajas de embalaje
OTROS	Suelo	8%	(n = 9)	Suelo o suelo
	Indeterminado	16%	(n = 18)	Elementos aparentemente sintéticos pero de asignación no certera. Restos de porcelana o vidrio blanco restos de metales no identificados

(*) Número de egagrópilas con presencia de la subcategoría identificada

La categoría “suelo” la encontramos en un total de nueve egagrópilas (8%) (Tabla 1; Fig. 2). El 92% de subcategorías restantes (17) se trata de diferentes tipos de MA. De ellos un 61% pertenecen a distintas subcategorías de plásticos; incluidos los microplásticos. Estos últimos; tienen una representatividad alta (n=90; 81%) en las muestras de egagrópilas analizadas. Este valor junto a la subcategoría de polietileno de baja densidad (n=75; 67%) son los más altos y representativos del análisis. Los metales hallados e identificados solo fueron tres (aluminio; hierro y cobre) representando un 16;6 % del total de subcategorías (Tabla 1; Fig. 2). La categoría de cartón solo apareció en dos muestras (n=2; 1.8%); al igual que la de vidrio, en tanto que la categoría “indeterminada” estuvo en 18 egagrópilas con una representatividad del 16% del total de subcategorías.

En las playas de Canoa (Manabí); registramos un total de 23 eventos de alimentación observados y fotografiados en los cuales pudimos registrar a individuos de *Coragyps atratus*; a veces junto a *Cathartes aura*; consumiendo peces muertos (especies no identificadas) y tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*; *Chelonia mydas*; *Eretmochelys imbricata*).

En estas observaciones pudimos constatar visualmente que los trozos ingeridos estaban impregnados o cubiertos de arena de mar (Fig. 3). En un análisis improvisado “in situ” de cuatro egagrópilas discretas halladas en dos perchas de la misma localidad; en las que estuvieron posadas las aves encontramos arena de mar en todas (100%).

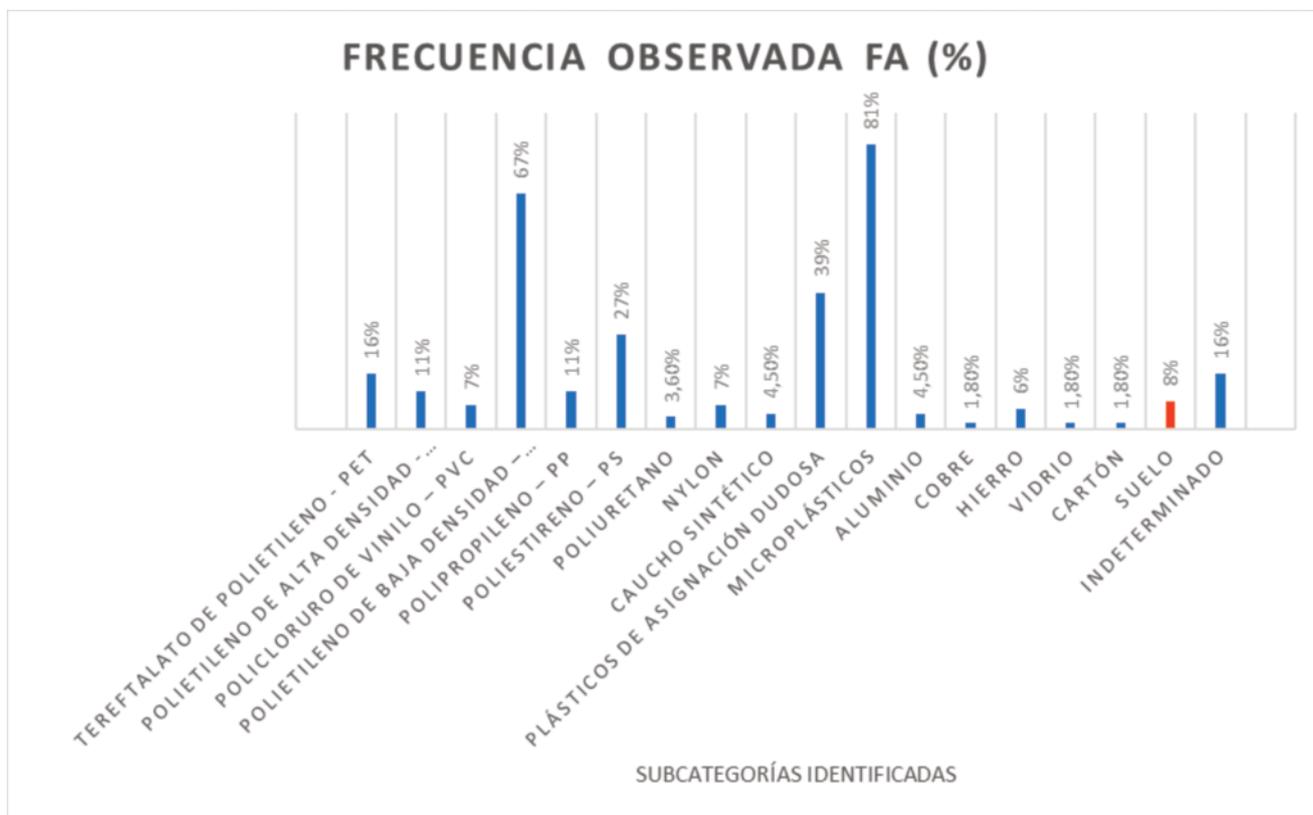


Figura 2. Porcentaje de egagrópilas con presencia de material antropogénico de cada subcategoría identificada (Frecuencia de aparición). En rojo la categoría "suelo" para indicar geofagia.

Figura 2. Percentage of pellets with the presence of each subcategory of anthropogenic material identified (Frequency of appearance). In red the category "soil" to indicate geophagia.



Figura 3. Izquierda: *C. atratus* consumiendo un pez impregnado de arena marina. Mientras lo consumía no se observó ninguna pauta conductual tendiente a quitar la arena del pez. Derecha: *Coragyps atratus* y *Cathartes aura* consumiendo los restos de una tortuga marina (*Lepidochelys olivacea*) parcialmente enterrada en la arena. Como en el caso anterior; durante el consumo no se observó ninguna pauta conductual tendiente a quitar la arena del alimento. Fotos: E. Richard.

Figura 3. Left: *C. atratus* consuming a fish impregnated with marine sand. While consuming it; no behavioral pattern was observed to remove the sand from the fish. Right: *Coragyps atratus* and *Cathartes aura* consuming the remains of a sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) partially buried in the sand. As in the previous case; during consumption no behavioral pattern was observed tending to remove the sand from the food. Photos: E. Richard.

Discusión

En las últimas décadas; *Coragyps atratus* ha ampliado su rango de distribución en la región; favorecida por sus adaptaciones etoecológicas a los nuevos contextos del Antropoceno; pero especialmente debido a los subsidios tróficos del mismo (Kelly et al. 2007; Sazima 2007; Carrete et al. 2010; de Araujo et al. 2018; Plaza et al. 2020). Entre estos últimos; los vertederos de residuos son los principales (Partfitt et al. 2010; de Araujo et al. 2018; Ballejo et al. 2021; Luna et al. 2021; Noreen y Sultan 2021). También; hay que hacer notar también que; la especie muestra evidentes características antropófilas que favorecen el acercamiento a sitios antrópicos como estos vertederos; urbes; playas concurridas; etc. (Fig. 1 y 3) (Sazima 2007; de Araujo et al. 2018; este trabajo). En estos contextos; no debería sorprender encontrar MA en sus egagrópilas. Sin embargo; un análisis de la literatura indica que estos materiales suelen aparecer en proporciones relativamente reducidas en relación al alimento habitual y por tanto se los suele citar como categoría única de MA; sin discriminar sus componentes en tipos o subcategorías (p. ej. Íñigo 1987; Kelly et al. 2007; Ballejo y De Santis 2013; Ballejo et al. 2021; Carlin et al. 2020; Noreen y Sultan 2021).

Los vertederos de residuos son depósitos de MA; y dada la alta concentración y permanencia de individuos de *C. atratus* en ellos; probablemente sean la fuente de origen para la mayoría de los MA que aparecen en las egagrópilas. Asimismo; dado que *C. atratus* consume sus alimentos en el suelo; resultaría esperable que; al intentar acceder a estos; incidentalmente ingieran porciones de suelo y/o MA asociados. En este caso; se trataría de una ingesta incidental de suelo; lo cual explicaría también la baja representatividad de la categoría "suelo" en las muestras (8% Tabla 1; Fig. 2). Las observaciones (n=23) de la especie en Canoa; como individuos aislados; en grupos; o incluso junto a *Cathartes aura* (Fig. 3) consumiendo peces muertos y restos de tortugas cubiertos de arena; así como el hallazgo posterior de arena marina en sus egagrópilas apoyarían nuestra interpretación. Asimismo; en el vertedero hemos constatado casos de cleptoparasitismo intraespecífico e interespecífico en *C. atratus* (Richard et al. 2022). Entonces; es posible que la especie; en un afán de obtener o "robar" rápidamente su alimento; bien podría tomar e ingerir accidentalmente porciones de suelo. Sin embargo; acorde con Hui (2004); la proximidad de la boca con el suelo no sería un buen predictor de ingesta incidental de suelo. La geofagia voluntaria ha sido analizada con cierto detalle en algunas especies de Psittacidae (Gilardi et al. 1999; Brighthsmith y Muñoz-Najar 2004); Columbidae y Cracidae (Brighthsmith y Muñoz-Najar 2004) pero limitado a pocos individuos vistos casualmente en el momento preciso de la ingesta y con poca información de las circunstancias contextuales del evento (Hui 2004; Downs et al. 2019; Matinata y Fernandes 2020; Willrich 2020). Esto sustentaría la hipótesis formulada por Downs et al. (2019) de que la geofagia voluntaria o inducida sería un comportamiento poco frecuente en Aves; aún en aquellas especies en las que se ha constatado. En el caso de Cathartidae no se hallaron antecedentes de geofagia voluntaria; ni incidental. En relación a esta última; Hui (2004) enfatiza su importancia debido a que; por su propio carácter podría ser más frecuente que la voluntaria ya que la ingesta de suelo en la proporción que sea; potencialmente es un probado mecanismo de exposición a toxinas presentes en el mismo. De hecho; la evidencia de mortalidad por ingesta de suelo contaminado con metales pesados es cada vez más frecuente en la literatura (Hui 2004). Por ello; diferentes autores (Hui 2004; Downs et al. 2019) destacan la importancia de registrar el suelo ingerido; así como la eventual asociación de este con otros elementos de origen antropogénico (p. ej.; plástico; Wang et al. 2021); sobre todo por su importancia en procesos de bioacumulación y biomagnificación de tóxicos. Pero; ya sea incidental o intencionado lo cierto es que se halló suelo en las egagrópilas durante todo el período de estudio. Dato importante tomando en consideración que el suelo de los vertederos es una conocida fuente de metales pesados; COP's; pesticidas; restos de medicamentos; etc. y cuya acumulación en aves que se alimentan

en estos puede llegar a ser letal (Hui 2004; Plaza y Lambertucci 2017; 2019; Carlin et al. 2020; Noreen y Sultan 2021; Wang et al. 2021). Los efectos de la bioacumulación de metales pesados (especialmente plomo) y otras toxinas han sido responsable de la declinación de varias especies de buitres (Accipitridae y Cathartidae) a nivel global (Ogata et al. 2012; Buechley y Şekercioğlu 2016; Plaza y Lambertucci 2017; 2019; Plaza et al. 2019b; Carlin et al. 2020; Noreen y Sultan 2021; Wang et al. 2021). Sin embargo; como bien indican estos autores se necesita urgentemente más investigaciones sobre los efectos y consecuencias en estas especies.

Los nuevos hábitos de alimentación global adquiridos por aves carroñeras en torno a los subsidios de alimentos de origen antropogénico (Moleón et al. 2014; Plaza et al. 2019a; Noreen y Sultan 2021; Wang et al. 2021) ha producido diferentes impactos; ya que si bien las aves que concurren a ellos; consumen material orgánico de los vertederos; disminuyendo los potenciales focos de proliferación de bacterias patógenas (Plaza y Lambertucci 2018; Plaza et al. 2019a); incidentalmente también lo hacen con material sintético o antropogénico asociado (plástico; vidrio; metales; etc.) que en muchas ocasiones deriva en problemas nutricionales; infecciones; alteraciones metabólicas; obstrucciones de intestino; entre otros (Houston et al. 2007; Plaza y Lambertucci 2018; Plaza et al. 2019a; 2019b; Carlin et al. 2020; Puskic et al. 2020; Ballejo et al. 2021; Noreen y Sultan 2021; Wang et al. 2021).

Los plásticos por sus características físico químicas se convierten también en vehículo de COP's como el DDT; DDE; HCH; etc. (Puskic et al. 2020; Stothra Bhashyam et al. 2021; Wang et al. 2021). Compuestos que si bien la constitución de Ecuador (2008) los prohíbe; todavía siguen siendo de venta libre junto a otros biocidas como el glifosato. En el vertedero se hallaron envases plásticos de diferentes COP's y glifosato durante todo el período de estudio. Por tanto; existe el problema potencial de ingesta; bioacumulación y biomagnificación de tales biocidas a través de los plásticos asociados a ellos o sus fragmentos. Pero; como bien indican algunos autores (Plaza y Lambertucci 2017; Plaza et al. 2019b); el impacto de este problema sobre la salud de los individuos y poblaciones de la familia Cathartidae permanece escasamente conocido (Plaza et al. 2022).

Algunas categorías de plástico (Por ej. Poliuretano; Nylon; PVC; Tabla 1; Fig. 2) contienen entre otros tóxicos; ftalatos y bifenilos que se absorben fácilmente en el intestino y que pueden tener efectos teratogénicos (Ballejo y De Santis 2013; Puskic et al. 2020; Stothra Bhashyam et al. 2021); hormonales; metabólicos y tóxicos a los riñones; hígado y cerebelo estudiados en diferentes especies de aves (Wang et al. 2021). El PVC (7%) suele contener también dioxinas; conocidas por sus efectos carcinógenos y teratogénicos entre otros (White y Birnbaum 2009) (Tabla 1; Fig. 3). El poliestireno (27%) (Tabla 1; Fig. 3) contiene tóxicos como el estireno y el benceno.

La incidencia de microplásticos y sus consecuencias han sido relativamente bien estudiada en aves acuáticas (Wilcox et al. 2015; Puskic et al. 2020; Stothra Bhashyam et al. 2021; Wang et al. 2021); pero es poco conocida en rapaces (Carlin et al. 2020). En este estudio los microplásticos identificados (81% de las muestras; n=90) (Tabla 1; Fig. 2); eran de tipo secundario (Carlin et al. 2020) y afectan la salud de las aves a través de la ingestión principalmente (Carlin et al. 2020; Puskic et al. 2020; Stothra Bhashyam et al. 2021).

El hallazgo de plásticos y microplásticos en las egagrópilas de *Coragyps atratus* apoyan la predicción de Wilcox y colaboradores (2015) quienes pronosticaron que para el año 2050; el 99 % de las aves a nivel global estarían afectadas por el plástico. En algunos vertederos alrededor del mundo el consumo de alimentos junto a plásticos asociados a compuestos tóxicos; como pesticidas y restos de medicamentos como el diclofenaco y el meloxicam ha motivado la reducción de poblaciones de buitres (Accipitridae); incluso a niveles críticos (Margalida et al. 2014; Moleón et al. 2014; Noreen y Sultan 2021; Plaza et al. 2022). En el vertedero de Calceta; se encontró una gran cantidad de *blisters* de diferentes medicamentos

(Aprox. en el 7% de las egagrópilas) y otros residuos farmacéuticos (frascos; jeringas; ampollas; etc.) y tanto el plástico de los *blisters*; como la cubierta de aluminio de los mismos se encontró en algunas egagrópilas analizadas (Tabla 1; Fig. 2).

Algunos plásticos y otros MA ingeridos (vidrio; porcelana; metal; etc.) por esta familia pueden causar daños mecánicos en distintas partes del tracto digestivo (Iñigo 1987); obstruir el sistema digestivo; causar problemas nutricionales; alteraciones metabólicas; úlceras; sensación de saciedad derivando en inanición; etc. en especial si son ofrecidos a las crías (Houston et al. 2007; Plaza y Lambertucci 2017; Wang et al. 2021). En el caso de los buitres (Cathartidae) y cóndores; sus polluelos consumen más cantidad de MA que los adultos y por dicha razón; estos se constituyen en la principal causa de mortalidad para el cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) y otros. Una parte representativa de los materiales hallados en las egagrópilas cumplen con estas características (Tabla 1; Figs. 2).

Aún falta mucho por investigar en estos temas; pero consideramos relevante resaltar la necesidad de futuros estudios orientados a investigar las potenciales interacciones entre el suelo; los plásticos y las toxinas asociadas en el tracto digestivo; fisiología y salud de estas especies. Frente a esta; literalmente; “ensalada de toxinas” que se encuentra en los vertederos de basura; estimamos importante proponer futuras investigaciones en torno a algunas preguntas como... ¿Existe algún efecto sinérgico entre el suelo y los plásticos en el tracto digestivo de *C. atratus*? ¿La ingesta conjunta de suelo y plástico amplifica los procesos de bioacumulación y biomagnificación? ¿En qué medida? ¿Cómo se dispersan los MA ingeridos en el ecosistema? ¿Con qué impactos? Teniendo en cuenta las características y propiedades físicas de algunos suelos y plásticos ¿Podrían neutralizar o mitigar efectos letales y subletales entre ellos? Todo ello permitirá desarrollar una línea base de conocimientos sobre la historia natural y adaptaciones de la especie a los contextos antrópicos del Antropoceno que permitan entender en toda su magnitud los servicios ambientales que presta. Complementariamente; diseñar políticas de manejo y conservación más adecuadas para la misma.

Contribución de los autores

ER: aportó la idea original; conceptualización; colecta de datos de campo; metodología; redacción (borrador original); supervisión; edición y fotografías. DICZ: investigación; visualización; colecta de datos de campo; redacción. FA: investigación; validación; redacción (revisión). Todos los autores contribuyeron en la escritura; análisis de datos; revisión del manuscrito y dieron su aprobación a su versión final.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la editora de la revista, Dra. Mercedes Molina Morales y a la editora adjunta, Dra. Leyre Jiménez-Eguizábal, por los consejos y recomendaciones. Asimismo, la crítica y aportes de dos revisores anónimos que contribuyeron sustancialmente a la versión final del trabajo. El presente artículo forma parte del Proyecto de Investigación: “Percepción social del uso de plásticos y sus potenciales efectos sobre el ambiente y la salud en la población de Portoviejo (Ecuador): Evaluación y estrategia de intervención”, de la Carrera de Medicina de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador (Resolución-USGP-MED-CCC-N° 003-03-2023).

Referencias

Ballejo, F., De Santis, L.J.M. 2013. Dieta estacional del jote cabeza negra (*Coragyps atratus*) en un área rural y una urbana. *El Hornero* 28: 7-14.

Ballejo, F., Plaza, P., Speziale, K.L., Lambertucci, A.P., Lambertucci, S.A. 2021. Plastic ingestion and dispersion by vultures may produce plastic islands in natural areas. *Science of the Total Environment* 755: 1 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142421>

Brightsmith, D.J., Munoz-Najar, R.A. 2004. Avian Geophagy and Soil Characteristics in Southeastern Peru. *Biotropica* 36(4): 534–543. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00348.x>

Buechley, E.R., Şekercioğlu Ç.H. 2016. The avian scavenger crisis: Looming extinctions, trophic cascades, and loss of critical ecosystem functions. *Biological Conservation* 198: 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.001>

Carlin J., Craig C., Little, S., Donnelly, M., Fox, D., Zhai L., Walters L. 2020. Microplastic accumulation in the gastrointestinal tracts in birds of prey in central Florida, USA. *Environmental Pollution* 264:114633. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114633>.

Carrete, M., Lambertucci, S.A., Speziale, K., Ceballos, O., Travaini, A., Delibes, M., et al. 2010. Winners and losers in human-made habitats: interspecific competition outcomes in two Neotropical vultures. *Animal Conservation* 13:1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2010.00352.x>

Coleman, J.S., Fraser J.D. 1987. Food habits of Black and Turkey vultures in Pennsylvania and Maryland. *Journal of Wildlife Management* 51: 733–739. <https://doi.org/10.2307/3801734>

de Araujo, G.M., Peres, C.A., Baccaro, F.B., Guerta, R.S. 2018. Urban waste disposal explains the distribution of Black Vultures (*Coragyps atratus*) in an Amazonian metropolis: Management implications for birdstrikes and urban planning. *PeerJ* 6: e5491. <https://doi.org/10.7717/peerj.5491>

Downs, C.T., Bredin, I.P., Wragg, P.D. 2019. More than Eating Dirt: A Review of Avian Geophagy. *African Zoology* 54 (1): 1-19. <https://doi.org/10.1080/15627020.2019.1570335>

Flores-Tena F.J., Guerrero-Barrera, A.L., Avelar-González, F.J., Ramírez-López E.M., Martínez-Saldaña, M.C. 2007. Pathogenic and opportunistic Gram-negative bacteria in soil, leachate and air in San Nicolás landfill at Aguascalientes, Mexico. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 49: 25–30.

Gilardi, J.D., Duffey, S.S., Munn C.A., Tell L.A. 1999. Biochemical functions of geophagy in parrots: detoxification of dietary toxins and cytoprotective effects. *Journal of Chemical Ecology* 25: 897–922. <https://doi.org/10.1023/A:1020857120217>

Hirald, F., Delibes, M., Donazar, J.A. 1991. Comparison of Diets of Turkey Vultures in Three Regions of Northern Mexico. *Journal of Field Ornithology* 62 (3): 319–324.

Houston, D.C., Mee, A., McGrady, M. 2007. Why do condors and vultures eat junk? The implications for conservation” *Journal of Raptor Research* 41 (3): 235-238. [https://doi.org/10.3356/0892-1016\(2007\)41\[235:WD-CAVE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3356/0892-1016(2007)41[235:WD-CAVE]2.0.CO;2)

Hui, C.A. 2004. Geophagy and Potential Contaminant Exposure for Terrestrial Vertebrates. En: Ware, G.W. (ed.) *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 183. Springer, Nueva York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9100-3_5

Hui, C.A., Beyer, W.N. 1998. Sediment ingestion of two sympatric shorebird species. *Science of the Total Environment* 224: 227-233. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00361-1](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00361-1)

Iñigo, E., 1987. Feeding habits and ingestion of synthetic products in a Black Vulture population from Chiapas, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 9: 1–15. <https://doi.org/10.21829/azm.1987.19222040>

Kelly, N.E., Sparks, D.W., DeVault T. L., Rhodes, O.E. 2007. Diet of Black and Turkey Vultures in a Foréste d Landscape. *The Wilson Journal of Ornithology* 119 (2): 267-270. <https://doi.org/10.1676/05-095.1>

La Torre F. 2014. *Informe para cierre técnico del Botadero y diseño de celda emergente del cantón Bolívar*. PROYECTO: LCC-MAE- 003 – 2013. 132 p. Ministerio de Medio Ambiente de Ecuador.

Luna, Á., Romero-Vidal, P., Arrondo, E. 2021. Predation and Scavenging in the City: A Review of Spatio-Temporal Trends in Research. *Diversity* 13: 46. <https://doi.org/10.3390/d13020046>

Mahaney, W.C., Krishnamani, R. 2003. Understanding geophagy in animals: Standard procedures for sampling soils. *Journal of Chemical Ecology* 29: 1503–1523. <https://doi.org/10.1023/A:1024263627606>

Margalida, A., Sánchez-Zapata, J.A., Blanco, G., Hirald, F., Donazar, J.A. 2014. Diclofenac Approval as a Threat to Spanish Vultures. *Conservation Biology* 28 (3): 631-632. <https://doi.org/10.1111/cobi.12271>.

Markandya, A., Taylor, T., Longo, A., Murty, M.N., Murty, S., Dhavala, K. 2008. Counting the cost of vulture decline: An appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecological Economics* 67: 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.04.020>

Marti, C.D. 1987. Raptor food habits studies. En: Giron Pendleton, B.A., Millspan, B.A., Cline, K.W., Bird, D.M. (eds.), *Raptor management techniques manual*. pp. 67–69. National Wildlife Federation, Washington, DC, Estados Unidos.

- Matejczyk, M., Plaza, G.A., Nalęcz-Jawecki, G., Ulfig, K., Markowska-Szczupak, A. 2011. Estimation of the environmental risk posed by landfills using chemical, microbiological and ecotoxicological testing of leachates. *Chemosphere* 82 (7):1017–1023. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.10.066>
- Matinata, B.S., Fernandes, D.P. 2020. First record of geophagy by a Ramphastidae species (Piciformes). *Ornithology Research* 28: 174–177 <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00027-w>
- Moleón, M., Sánchez-Zapata, J., Margalida, A., Carrete, M., Owen-Smith N., Donázar, J. 2014. Humans and Scavengers: The Evolution of Interactions and Ecosystem Services. *BioScience* 64 (5): 394–403.
- Muñoz-Pedrerros, A., González, M., Norambuena, H.V., Yáñez, J. 2019. Ecología trófica de aves rapaces de Chile. En: Muñoz-Pedrerros, A., Rau, J., Yáñez J. (Eds.). *Aves rapaces de Chile*, pp.211–224, 2da edición. CEA Ediciones, Valdivia, Chile
- Noreen, Z., Sultan, K. 2021. A global modification in avifaunal behavior by use of waste disposal sites (waste dumps/rubbish dumps): A review paper. *Pure and Applied Biology* (10) 3: 603-616. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2021.100062>
- Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) 2012. *Disposición de desechos plásticos postconsumo. Requisitos*. NTE, Quito, Ecuador.
- Ogada, D.L., Keesing, F., Virani, M.Z. 2012. Dropping dead: causes and consequences of vulture population declines worldwide. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1249: 57-71. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06293.x>
- ONU Medio Ambiente 2018. *Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 6ta Ed. Nairobi, Kenia.
- Oro, D., Genovart, M., Tavecchia, G., Fowler M.S., Martínez-Abraín, A. 2013. Ecological and evolutionary implications of food subsidies from humans. *Ecology Letters* 16: 1501e1514. <https://doi.org/10.1111/ele.12187>
- Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365 (1554): 3065–3081 <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Plaza, P.I., Lambertucci, S.A. 2017. How are garbage dumps impacting vertebrate demography, health, and conservation? *Global Ecology and Conservation* 12 (2017): 9 – 20 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.08.002>
- Plaza, P.I., Lambertucci, S.A. 2018. More massive but potentially less healthy: Black vultures feeding in rubbish dumps differed in clinical and biochemical parameters with wild feeding birds. *PeerJ*, 6: e4645. <https://doi.org/10.7717/peerj.4645>
- Plaza, P.I., Lambertucci, S.A. 2019. What do we know about lead contamination in wild vultures and condors? A review of decades of research. *Science of the Total Environment* 654: 409-417. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.099>
- Plaza, P.I., Blanco, G.M., Madariaga, J., Boeri, E., Teijeiro, M.L., Bianco, G., Lambertucci, S.A. 2019a. Scavenger birds exploiting rubbish dumps: Pathogens at the gates. *Transboundary and Emerging Diseases* 66: 873– 881. <https://doi.org/10.1111/tbed.13097>
- Plaza, P.I., Martínez-López, E., Lambertucci, S.A. 2019b. The perfect threat: Pesticides and vultures. *Science of the Total Environment* 687: 1207-1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.160>
- Plaza, P.I., Blanco G., Lambertucci, S.A. 2020. Implications of bacterial, viral and mycotic microorganisms in vultures for wildlife conservation, ecosystem services and public health. *Ibis* 162: 1109-1124. <https://doi.org/10.1111/ibi.12865>
- Plaza, P.I., Wiemeyer, G. M., Lambertucci, S.A. 2022. Veterinary pharmaceuticals as a threat to endangered taxa: Mitigation action for vulture conservation. *Science of the Total Environment* 817: 152884. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152884>
- Puskic, P.S., Lavers, J.L., Bond, A.L. 2020. A critical review of harm associated with plastic ingestion on vertebrates. *Science of the Total Environment* 743: 140666 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140666>
- Redpath, S., Clarke, R., Madders, M., Thirgood, S.J. 2001. Assessing raptor diet: comparing pellets, prey remains, and observational data at hen harrier nests. *The Condor* 103 (1): 184-188. [https://doi.org/10.1650/0010-5422\(2001.103\)0184:ARDCPPJ2.0.CO;2](https://doi.org/10.1650/0010-5422(2001.103)0184:ARDCPPJ2.0.CO;2)
- Richard, E., Contreras Zapata, D.I., Angeoletto, F. 2022. Intra and interspecific kleptoparasitism in *Coragyps atratus* (Aves: Cathartidae) in a waste dump in Ecuador. *Revista Catalana d'ornitologia* 38: 18-29. <https://doi.org/10.2436/20.8100.01.36>
- Ron, S.R. 2020. *Regiones naturales del Ecuador. BIOWEB*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Consultado el 7 de octubre de 2022] <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>
- Sazima, I. 2007. From carrion-eaters to bathers' bags plunderers: how Black Vultures (*Coragyps atratus*) could have found that plastic bags may contain food. *Revista Brasileira de Ornitologia - Brazilian Journal of Ornithology* 15: 617-620.
- Stothra Bhashyam, S., Nash, R., Deegan, M., Pagter, E., Frias, J. 2021. *Microplastics in the marine environment: sources, impacts and recommendations*. Resear@THEA GMIT. Dublin, Irlanda.
- Thomaides, C., Valdez, R., Reid, W.H., Raitt R.J. 1989. Food habits of turkey vultures in West Texas. *Journal of Raptor Research* 23: 42-44.
- Varela, L.A., Ron, S.R. 2018. *Geografía y clima del Ecuador. BIOWEB*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Consultado el 7 de octubre de 2022]. <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>
- Wang, L., Nabi, G., Yin, L., Yanqin, W., Shuxin, L., Zhuang, H., Dongming, L. 2021. Birds and plastic pollution: recent advances. *Avian Research* 12: 59. <https://doi.org/10.1186/s40657-021-00293-2>
- Wilcox, C., Van Seville, E., Hardesty, B.D. 2015. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112: 11899e11904. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112>
- Willrich, G. 2020. A review of cases of geophagy in corvids (Aves: Corvidae) and a new report of geophagy in Azure Jay (*Cyanocorax caeruleus*). *Oecologia Australis* 24: 249–251. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2401.25>
- White, S.S., Birnbaum, L.S. 2009. An overview of the effects of dioxins and dioxin-like compounds on vertebrates, as documented in human and ecological epidemiology. *Journal of environmental science and health. Part C, Environmental carcinogenesis and ecotoxicology reviews* 27(4): 197–211. <https://doi.org/10.1080/10590500903310047>
- Yahner, R.H., Storm, G.L., Wrigth, A.L. 1990. Winter diets of vultures in Pennsylvania and Maryland. *Wilson Bulletin* 102: 320-325.
- Zettler, E.R., Mincer, T.J., Amaral-Zettler, L.A. 2013. Life in the 'plastisphere': microbial communities on plastic marine debris. *Environ. Sci. Technol.* 47 (13): 7137–7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>