

ISSN 0065-1737



ACTA

ZOOLOGICA

MEXICANA

nueva serie

Fedding habits and ingestion of
synthetic products in a black vulture
population from Chiapas, Mexico

Eduardo E. Iñigo Elías

Caracterización del sistema de
vertebrados necrófagos en la reserva
de la biosfera de La Michilia, Dgo. (México)

Lucina Hernández*
Ricardo Rodríguez*
Fernando Hiraldo**
Miguel Delibes***

Número 22
Agosto 1987

Instituto de Ecología
México, D.F.



CONACYT

1710
CENTRO
CIENTIFICO

**FEEDING HABITS AND INGESTION
OF SYNTHETIC PRODUCTS IN A BLACK
VULTURE POPULATION FROM CHIAPAS, MEXICO***

Eduardo E. Iñigo Elías¹

401

Instituto Nacional de Investigaciones
sobre Recursos Bióticos (INIREB)
Programa Fauna de México
Real de Guadalupe 55, Apartado Postal 219,
San Cristóbal de las Casas 29200, Chiapas, México

RESUMEN

Los hábitos alimenticios e ingestión de materiales sintéticos fueron estudiados en la población del Zopilote común (*Coragyps atratus*) en el "Valle de Tuxtla", Chiapas, México, entre febrero y diciembre de 1985. La zona de estudio presenta un gran desarrollo agrícola y urbano. La vegetación original de este lugar fue bosque tropical caducifolio.

Se obtuvieron 115 egagrópilas al pie de perchas comunales en árboles y peñascos. Las egagrópilas se colectaron frescas por las mañanas, se midieron y posteriormente se expusieron directamente al sol por 18 hrs. Después de que los materiales sintéticos (plásticos, telas, fibras, etc.) fueron identificados visualmente, todas las muestras fueron colocadas en un horno a 53° C por 18 horas y se pesaron a continuación.

Los restos orgánicos de cada egagrópila fueron separados en grupos (pelos, plumas, plantas, etc.). Las muestras de pelos fueron identificadas utilizando como criterios principales el largo, color, forma de las escamas, grosor, etc. Estas muestras se compararon con otras colecciones de pelos de mamíferos.

Básicamente esta especie consume carroña de animales domésticos y se alimenta principalmente (58.2% de las egagrópilas) de carroña pesada (>3.0 kg; perros, caballos) y (51.3% de las egagrópilas) de carroña de animales de talla mediana (>0.5 <3.0 kg; gallinas, gato doméstico). La mayor parte de su alimentación ocurre en rastros y tiraderos a cielo abierto.

* Presentation in the section of human impact on birds, XIX Congressus Internationalis Ornithologicus. Ottawa, Canada, June 23, 1986.

¹ Current address: Department of Wildlife and Range Sciences, 118 Newins-Ziegler Hall, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, U.S.A.

Se encontraron restos de un tipo de presa en el 54% de las egagrópilas y materiales sintéticos en el 39.1%, de los cuales el 70% fueron restos de plástico. La ingestión de productos sintéticos puede ser una fuente importante de contaminantes químicos, como los plastificantes (PCB'S, ftalatos) entre otros compuestos, que están afectando la estabilidad de la población del Zopilote común en Chiapas, además de ser una causa potencial de muerte por asfixia al ser ingeridos. Es sabido que las poblaciones de esta especie están disminuyendo en toda su área de distribución. Es urgente desarrollar medidas para la conservación de esta especie de tanta utilidad para el hombre.

ABSTRACT

I studied Black Vulture (*Coragyps atratus*) food habits and ingestion of synthetic materials in the "Valle de Tuxtla", in Chiapas, Mexico between February and December, 1985. I collected and analyzed 115 pellets from under communal roosts. This species consumed basically carrion from domestic animals and fed more on heavy (>3.0 kg) carrion (58.2%). Most of feeding occurred in slaughterhouses or urban dumps.

Remains on only one prey were found in 54% of the pellets. In 34% of the total pellets I found synthetic materials; 72.7% of these were remains of plastic bags. The ingestion of synthetic products can be an important source of chemical pollutants as plasticizers, among others, that are affecting the stability of the Black Vulture population in Chiapas.

INTRODUCTION

The Black Vulture (*Coragyps atratus*), know in Mexico as "Zopilote", is the diurnal raptor with the largest population and distribution on the American continent including Mexico (Brown and Amadon 1979, Alvarez del Toro 1980, AOU 1983, Wilbur 1983).

This bird prefers the lowlands and occurs there in all kinds of habitats; it has adapted well to the presence of human establishments where it has found a continuous food supply (Bent 1937, Wetmore 1965, Goodwin 1978, Stewart 1978). The feeding and foraging habits of Black and Turkey Vultures (*Cathartes aura*) have been described in the last nine years (Stewart 1978, Hernández *et al.* 1983, Paterson 1984, Coleman 1985, Rabenold 1986, Yahner *et al.* 1986). Earlier papers presented only superficial and quantitative data about the feeding habits of the Black Vulture.

At times, this species plays the role of predator, killing and eating sucklings of various domestic animals such as lambs, or preying upon iguana eggs, and baby turtles (Roads 1936, Bent, 1937, Sprunt 1946, Hagopian 1947, Lovell 1952, Sexton 1975, Brown and Amadon 1979). It has also been observed fishing (Jackson *et al.* 1978), and eating salt (Coleman *et al.* 1985). Frequently it acts as a scavenger, eating dead animals, human generated garbage, or rotten fruits and vegetables, including potatoes and even excrement (McIlhenny 1939, 1945, Haverschmidt 1947, Jackson 1975, Stewart 1978, Brown and Amadon 1979, Wilbur 1983). Sexton's study (1975), and Schlatter *et al.* (1978) are the only researches dealing with Black Vulture ecology in the Neotropics.

The pellet formation and composition of undigested and indigestible organic materials in falconiforms has been well documented (Fisher 1893, Errington 1930, Duke *et al.* 1976). The family Cathartidae is no exception, as the California Condor (*Gymnogyps californianus*), Andean Condor (*Vultur gryphus*), Turkey Vulture, and King Vulture (*Sarcorampus papa*) produce pellets (Rea 1973, Duke *et al.* 1976, Peterson 1984, Coleman 1985, Snyder, Wallace and Wilbur, pers. comm.). Recently, Coleman (1985) and Yahner *et al.* (1986) have reported on pellets from Black and Turkey Vultures but did not separate the pellets of each species, because both species roosted in the same study area. Rabenold (pers. comm.), and Coleman (pers. comm.) found pellets of the Black Vulture in northeastern United States.

The ingestion of synthetic products, like plastics, is well documented in some species of procellariiforms (Kenyon and Kridler 1969, Hays and Cormons 1974, Pettit *et al.* 1981, Bourne and Imber 1982, Furnes 1983, 1985a, b, Zonfrillo 1985). In raptors, Mundy and Ladger (1976) and Mundy (1982) report synthetic materials such as plastics, glass and china in the nest and in regurgitations of Griffon Vultures (*Gyps africanus*, *G. coprotheres*). Dobbs (pers. comm.) indicates the presence of synthetic materials at the base of cliffs below Cape Vulture (*G. coprotheres*) nests, and Coleman (pers. comm.) has found such materials in Black Vulture nests.

This paper reports Black Vulture feeding habits in urban and farming areas in the Neotropics, hair identification techniques from raptor pellets, and ingestion of synthetic products. Main objectives were to study carrion consumption by this population and to

know the source of possible environmental pollutants that may be affecting this species.

STUDY AREA, MATERIALS AND METHODS

The study area was "El Valle de Tuxtla" (16° 45' N, 93° 06' W) in the northeastern part of the "Depresión Central de Chiapas". Six vulture roosts were studied in "Reserva Ecológica del Zapotal" in "Cerro Hueco". The principal roost, where vulture pellets were collected, is a cliff 30 m high, surrounded by dead trees. Three other roosts were on live trees "Copalillo" (*Bursera* sp.) with 20 m or more in height, and two on live trees of "Cedro" (*Cedrella* sp.) with more than 25 m in height. These last five roosts were used only to roost overnight, and they were at no more than 250 m from the principal cliff.

One hundred and fifteen pellets were collected below the roosting places between February 4 and December 14, 1985. I selected only fresh and complete pellets during the morning hours, because most of them would otherwise have been destroyed by insects later in the day.

This area shows a high degree of farming and urban development; there are cattle ranches and few industrial plants. The municipal slaughterhouse and dump, poultry ranches, local zoo (ZOOMAT) dump, and farms are the places where vultures feed. The foraging range of Black Vulture in this area must be extensive as the distance from the roosts on "CerroHueco" to local zoo dump is 500 m or less, and to chicken ranchs 14 Km.

The average elevation is 530 m; the mean annual temperature is 25° C and the climate is hot and humid. The original vegetation was deciduous tropical forest (Miranda 1952), of which only some remains can be found on steep slopes (Rzedowski 1983).

The length of each pellet was measured. It was then exposed to direct sunlight for two days (18 sun hours). After the synthetic materials were visually identified, all pellets were placed in an oven for 18 hours at 53° C. and weighed later.

The organic remains of each pellet were visually separated into groups (hairs, feathers, plants, etc.). Later, samples of hair (more than 50 samples of hairs) from each pellet were cleaned following

the technique of Aranda (unpublished data). Plant remains were only considered if they were inside the pellet.

Hair samples were identified with a microscope, using a combination of the techniques of Dearborn (1939) and Kennedy (1982). The principal criteria used for identifying hair were length, color, shape and tickness. These samples were compared with the collection of wild mammal hair at the "Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos" (INIREB), and other collections of domestic mammals.

RESULTS

The Black Vulture roosts in the study area in places with little or no human disturbance such as cliffs, but also near major food sources such as poultry ranches.

The dimensions of the pellets were 12.8 ± 6.7 mm (SD), (range 19.4–89.6 x 16.0–50.7 mm), and the average weight was 1.9 g (range 0.57–12.9 g). Fifty-four percent ($n = 62$) of the pellets contained feathers of domestic chicken (*Gallus gallus*), and 27% ($n = 31$) of these pellets consisted of feathers only; one pellet contained hair of Collared Peccary (*Tayassu tajacu*) from carcass in a local zoo (Table 1). Of the total sample, 84 pellets contained hair, 4 contained bones, 4 contained chicken skin scales, 2 contained bills, and another 1 hoof (undetermined).

Remains of large mammals like horses (>3.0 kg, canine, equine) were found in 58.2% ($n = 67$) of the pellets, 51.3% ($n = 59$) contained remains of medium sized animals ($>0.5 < 3.0$ kg, chicken, cat), and only one pellet (0.8%) contained remains of a small mammal (*Rattus* sp.), (<0.5 kg).

One single food item was found in 54% of the pellets ($n = 62$), two items in 34% ($n = 39$), three items in 11.3% ($n = 13$), and only one pellet (0.86%) contained four different items.

Synthetic products were found in 39.1% ($n = 45$) of the total pellets ($n = 115$); 70% ($n = 37$) of them contained pieces of plastic bags (Table 2), (see Fig. 1). Furthermore, of the 44 items, 75% ($n = 33$) were white to gray in color, 16% ($n = 7$) were red to yellow, and the rest showed other colors. Finally, 97.7% ($n = 43$) of these materials had a soft texture and only one item was hard.

Table 1

Number and percent of pellets (n = 115) with homogeneous food composition.

Food remains	Homogeneous pellets. (Single food item)		Heterogeneous pellets. (>one food item)	
		%		%
Chicken (<i>Gallus gallus</i>)	31	27.0	31	27.0
Equine (ass, horse)	5	4.3	30	26.0
Goat (<i>Capra hircus</i>)	10	8.6	20	17.3
Pig (<i>Sus scrofa</i>)	7	6.0	5	4.3
Bovine (Zebu and Holstein)	5	4.3	16	13.9
Dog (<i>Canis familiaris</i>)	2	2.0	5	4.3
Domestic cat (<i>Felis catus</i>)	1	0.9	4	3.4
Muridae (Rat)			1	0.9
Peccary (<i>Tayassu tajacu</i>)			1	0.9
Vegetation (Seeds, leaves and fibers)			86	74.7

Table 2
Synthetic products found in 45 pellets.

Class	Products	(n)	Percent of total pellets
Plastic bags		37	25.2
Rayon		5	4.3
Rubber bands		3	2.6
Plastic nipples		2	1.7
Plastic glove		1	0.8
Balloon		1	0.8
Plastic toothpick		1	0.8
Glass		1	0.8
Piece of cloth		1	0.8
Aluminum		1	0.8
TOTAL		53	39.1
Total pellets			115

DISCUSSION

The pellet analysis indicates that the Black Vultures in the Tuxtla Valley are opportunistic feeders. Their predominant foods are large animal carcasses found in urbanized and agricultural habitats, as described by Stewart (1978) and Coleman (1985) for analogous areas in the United States. I could not find remains of wild animals in the pellets, because this population basically feeds in urban and farm lands where wildlife is scarce; also they feed in places where food supply is continuous, like slaughterhouses or dumps.

The presence of vegetable matter, e.g., leaves, stems, etc., in the pellets was probably accidental; it was ingested when these vultures ate carrion on the ground (Paterson 1984, Coleman 1985, Yahner *et al.* 1986). However, the consumption of vegetable products is documented (McIlhenry 1945, Haverschmidt 1947, Brown and Amadon 1979). In the cities and towns of tropical Mexico where there is an abundance and high human consumption of tropical fruits, Black Vultures eat a great quantity of them (pers. obser.), but remains may do not appear on pellets because fruit tissues are soft. Alvarez del Toro and Cartas (pers. comm.) mention that these vultures frequently eat processed food for domestic animals such as "Purina", used in the local zoo. Furthermore when farmers are ploughing the land, it is common to observe some Black Vultures following the plow eating worms and insect larvae (pers. obser.).

Most of the research on Black and Turkey Vultures in North America states that both species coexist in large areas (Stewart 1978, Coleman 1985, Yahner *et al.* 1986). But in my study area the Turkey Vulture is only a rare winter visitor; during this study period I never saw both species eating or roosting in the same places together. Less than 10 years ago in the Tuxtla Valley, both Black and King Vultures were sympatric and synchronic species and both fed in the same places, but now the latter has been extirpated from this area (Alvarez del Toro, pers. comm.).

Why do Black Vultures eat synthetic products? I assume that these are accidentally consumed when the vultures break the plastic bags to reach the domestic wastes that have been placed inside. Nevertheless it may be that some products such as rubber bands are eaten intentionally because they are similar in texture and color

to flesh and may confuse these birds (Fig. 1). Or is it an extension of normal behaviour observed in young Cape Vultures called "Pica" by Dobbs and Benson (1984)?

The immediate effects of plastic products present in the environment may cause death to some vultures when these products get entangled with the neck, wings or legs, as has been documented in other birds (Walters 1984). Potential long-term effects of the ingestion of plastic products and other synthetic materials, include blockage of the intestine and ulcerations of the stomach (Bourne 1976, Pettit *et al.* 1981), and reduction of the functional volume of the gizzard and digestive capability (Connors and Smith 1982). If chemical pollutants are absorbed into the blood by pinocytotic digestion of microscopic particles in the intestines, appreciable residues of pollutants (like PCB's and Phthalates) may be stored in body tissues (Peakall 1975, O'Shea and Stafford 1980, Pettit *et al.* 1981). The strong proteolytic activity of the gastric juice of raptors (Duke *et al.* 1975) may help in digestion and assimilation of toxic chemicals. Our preliminary chromatographic studies of pollutants of this population of vultures indicate high levels of several organochlorines, and we suspect there are also residues of plasticizers (Albert, Badillo, Barceñas and Iñigo, unpublished data).

It is well documented that several populations of the Black Vulture are in decline in North America, Mexico, and Central America (Parmalee and Parmalee 1967, Russel 1973, Brown 1976, Porter and White 1977, Kiff *et al.* 1983, Stewart 1984, Alvarez del Toro pers. comm., Allan Phillips pers. comm.).

How much do pollutants affect the population dynamics of this species? During my study I found twelve dead Black Vultures in one roost area, but was not able to determine the cause of their death.

The many excellent studies of birds of prey over the last twenty years have shown that these birds are good indicators of the quality and management of the environment. For some fashionable species there are hundreds of research papers, for others no more than ten, as in the case of the Black Vulture, even though the latter may play important roles in ecosystems.

It is necessary to save dump deposits of slaughterhouses and cattle ranches because they are an important food resource for vultures, nevertheless urban dump deposits need to be covered with



Figure 1
Black Vulture casting pellets with plastic remains.

earth to stop the ingestion of synthetic materials and proliferation of noxious animals (e.g. flies, rats). It is important to increase research efforts on the ecology and toxicology of Black Vultures and other Neotropical raptors.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Mario Ramos for his continuous support of my research in tropical Mexico; Julieta Pérez Linares for her continuous support; Dr. Allan Phillips for his comments; Marcelo Aranda for his suggestions in mammal hair identification; Miguel Alvarez del Toro, Gerardo Cartas, and Alejandro Lopez from the “Museo de Historia Natural de Chiapas” for their facilities and appreciable help during my field study; Dra. Lilia Albert and Cristina Barcenas from “Programa de Contaminación Ambiental” from INIREB for access to laboratory facilities; Lloyd Kiff, and the Western Foundation of Vertebrate Zoology for supporting this research, as well as Sam Sumida and Jon Fisher for their comments and assistance; Dr. Hartmut Walter, Dr. Thomas R. Howell and James Northern for the use of facilities at the University of California, Los Angeles, and for reviewing my manuscript; Patricia Rabenold for reviewing my manuscript; and the following researchers for their comments and suitable information: Dr. Gary Duke, Dr. Chrystos Thomaidis, John Coleman, Dr. Joannie Dobbs, Dr. Sanford Wilbur, Dr. Noel Snyder and Dr. Michael Wallace.

LITERATURE CITED

Alvarez del Toro, M. 1980. *Las aves de Chiapas*. Univ. Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.

American Ornithologists' Union. 1983. *Check list of North American birds*. A.O.U., Lawrence, Kansas.

Bent, A. 1987. Life histories of North American birds of prey (Part I). *U.S. Nat. Mus. Bull.* 167.

Bourne, W. 1976. Seabirds and pollution. In R. Johnson (Ed.). *Marine Pollution*. Academic Press, London: 403-502.

Bourne, W., and **J. Imber.** 1982. Plastic pellets collected by a prion on Cough Islands, Central South Atlantic Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* 13: 20-21.

Brown, W. 1976. Winter population trends in the Black and Turkey Vultures. *American Birds* 30: 909-912.

Brown, L. and **D. Amadon.** 1979. *Eagles, hawks and falcons of the world*. McGraw Hill Book Co, New York.

Coleman, J. 1985. Home range, habitats use, behavior and morphology of the Gettysburg vultures. M.S. thesis. VPI and SU, Blacksburg.

Coleman, J., **J. Fraser**, and **C. Pringle.** 1985. Salt-eating by Black and Turkey Vultures. *Condor* 87: 291-292.

Connors, P., and **K. Smith.** 1982. Oceanic plastic particle pollution; suspected effect on fat deposition in Red Phalaropes. *Mar. Pollut. Bull.* 13: 18-20.

Dearborn, N. 1939. Sections aid in identifying hair. *J. Mammal.* 20: 346-348.

Dobbs, J., and **P. Benson.** 1984. Behavioural and metabolic responses to food deprivation in the Cape Vulture. In J. Mendelssohn and C. Sapsford (Eds.). *Proceedings of the Second Symposium on African Predatory Birds*. South Africa: 211-214.

Duke, G., **A. Jeger**, **G. Loff**, and **A. Evanson.** 1975. Gastric digestion in some raptors. *Comp. Biochem. Physiol.* 50:649-656.

- Duke, G., O. Evanson, and A. Jegens.** 1976. Meal to pellet interval in 14 species of captive raptors. *Comp. Biochem. Physiol.* 53:1-6.
- Errington, P.** 1930. The pellet analysis method of raptors food study. *Condor* 32: 292-296.
- Fisher, A.** 1893. Hawks and owls of the United States. *U.S. Dept. of Agriculture, Bull. 3. Div. of Ornithology and Mammalogy*: 136-176.
- Furness, R.** 1983. Plastic particles in three procellariform seabirds from the Banguela curret, South Africa. *Mar. Pollut. Bull.* 14: 307-308.
- Furness, R.** 1985a. Ingestions of plastic particles by seabirds at Cough Island, South Atlantic Ocean. *Environm. Pollut. Ser. A.* 38: 261-272.
- Furness, R.** 1985b. Plastic particle pollution: accumulation by procellariform seabirds at Scottish colonies. *Mar. Pollut. Bull.* 16: 103-106.
- Goodwin, D.** 1978. *Birds of Man's world.* British Museum of Nat. Hist. Cornell Univ. Press.
- Hagopian, R.** 1947. Black Vultures and live prey. *Auk* 64: 132.
- Haverschmidt, F.** 1947. The Black Vulture and the Caracara as vegetarians. *Condor.* 49: 210.
- Hays, H., and G. Cormons.** 1974. Plastic particles found in tern pellets on costal beaches and factory sites. *Mar. Pollut. Bull.* 5: 44-46.
- Hernández, L., R. Rodríguez, R., F. Hiraldo, and M. Delibes.** 1983. Comportamiento alimenticio del aura, *Cathartes aura*, Linnaeus., en el bosque de pino-encino de la Michilía, Durango, México. *Resúmenes II Congreso Iberoamericano de Ornitología.* Xalapa, Ver., México.
- Jackson, J.** 1975. Regurgitative feeding of young Black Vultures in December. *Auk* 92:802-803.
- Jackson, J., I. Prather, R. Conner, and S. Gaby.** 1978. Fishing behaviour of Black and Turkey vultures. *Wilson Bull.* 90: 141-143.
- Kennedy, A.** 1982. Distinguishing characteristics of the hairs of wild and domestic canids from Alberta, *Can. J. Zool.* 60: 536-541.

Kenyon, K., and E. Kridler. 1969. Laysan Albatross swallow indigestible matter. *Auk* 86: 339-343.

Kiff, L., D. Peakall, M. Morrison, and S. Wilbur. 1983. Eggshell thickness and DDE residue levels in vulture eggs. In S. Wilbur and J. Jackson (Eds.). *Vulture biology and management*. Univ. Calif. Press, Berkeley: 440-459.

Lovell, H. 1952. Black Vulture predation at Kentucky woodlands. *Wilson Bull.* 64: 48-49.

McIlhenny, E. 1939. Feeding habits of Black Vulture. *Auk* 56:472-474.

McIlhenny, E. 1945. An unusual feeding habit of the Black Vulture. *Auk* 62: 136-137.

Miranda, F. 1952. *La vegetación de Chiapas*. Depto. de Prensa y Turismo. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Vol. I.

Mundy, P. 1982. *The comparative biology of Southern African vultures*. Vulture Study Group. Johannesburg.

Mundy, P., and J. Ledger. 1976. Griffon Vultures, carnivores and bones. *South Afr. J. Sci.* 72: 106-110.

O'Shea, T., and C. Stafford. 1980. Phthalate plasticizers: acumulation and effects on weight and food consumption in captive Starlings. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 25: 345-352.

Parmalee, P., and B. Parmalee. 1967. Results of banding studies of Black Vulture in eastern North America. *Condor* 69: 146-155.

Paterson, R. 1984. High incidence of plant material and small mammals in the autumn diet of the Turkey Vultures in Virginia. *Wilson Bull.* 96: 467-469.

Peakall, D. 1975. Phthalate esters: occurrence and biological effects. *Residue Reviews* 54: 1-41.

Pettit, T., G. Grant, and C. Whittow, 1981. Ingestion of plastics by Laysan Albatross. *Auk* 98: 839-841.

Porter, R., and C. White. 1977. Status of some rare and lesser known hawks in western United States. In R. Chancellor (Ed.). *Proceedings of the World Conference on Birds or Prey, 1975*. London, I.C.B.P.: 39-57.

Rabenold, P. 1986. Family associations in communally roosting Black Vultures. *Auk* 103: 32-41.

- Rea, A.** 1973. Turkey Vultures casting pellets. *Auk* 90: 209-210.
- Roads, K.** 1936. Black Vultures kill and eat new born lambs. *Wilson Bull.* 48: 219.
- Russel, S.** 1973. Bird conservation in Middle America. Report of the A.O.U. Conservation Committee, 1972-1973. *Auk* 90: 877-887.
- Rzedowski, J.** 1983. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.
- Schlatter, R., G. Reinhardt, y L. Burchard.** 1978. Estudio del Jote (*Coragyps atratus foetens*, Lichtenstein) en Valdivia: etología carroñera y rol en diseminación de agentes patógenos. *Arch. Med. Vet.* 10: 111-127.
- Sexton, O.** 1975. Black Vultures feeding on iguana eggs in Panama. *Am. Mid. Nat.* 93: 463-468.
- Sprunt, A.** 1946. Predation on living prey by the Black Vulture. *Auk* 63: 260-261.
- Stewart, P.** 1978. Behavioral interactions and niche separation in Black and Turkey Vultures. *Living Birds* 17: 79-84.
- Stewart, P.** 1984. Population decline of Black Vultures in North America. *Chat.* 48: 65-68.
- Walters, M.** 1984. Dead feral Rock Dove with plastic carrier bag around neck. *British Birds* 77:24.
- Wetmore, A.** 1965. *The birds of Republic of Panama*, Part I. Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. 150. Washington, D.C.
- Wilbur, S.** 1983. The status of vultures in Western Hemisphere. In S. Wilbur and K. Jackson (Eds.). *Vulture Biology and Management*. Univ. Calif. Press, Berkeley: 113-123.
- Yahner, R., G. Storm, and A. Wright.** 1986. Winter diets of vultures in southcentral Pennsylvania. *Wilson Bull.* 98: 157-160.
- Zonfrillo, B.** 1985. Petrels eating contraceptives, polythene and plastic beads. *British Birds* 78: 350-355.

CARACTERIZACION DEL SISTEMA DE VERTEBRADOS NECROFAGOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LA MICHILIA, DGO. (MEXICO)

Lucina Hernández*
Ricardo Rodríguez*¹
Fernando Hiraldo**
Miguel Delibes***

*Instituto de Ecología
Apdo. Postal 263, Suc B,
35070 Gómez Palacio, Dgo., México

**Museo Nacional de Ciencias Naturales
Gutiérrez Abascal 6,
28006 Madrid, España

***Estación Biológica de Doñana
Apdo. Postal 1056
41080 Sevilla, España

RESUMEN

Desde agosto de 1981 a mayo de 1982 se estudiaron patrones de consumo de carroña por vertebrados necrófagos en la Reserva de la Biosfera de La Michilia, en la Sierra Madre Occidental. Desde una caseta se realizaron observaciones de 11 cadáveres de cerdos domésticos (peso medio = 34.9 ± 4.3 kg) y uno de coyote, dispuestos en diferentes biotopos y a distintas horas del día. Auras (*Cathartes aura*), cuervos (*Coryvus corax*) y coyotes (*Canis latrans*) fueron las principales especies que utilizaron el recurso carroña, habiendo empleado en promedio 5.4 ± 0.4 días para consumirlas. Los factores ambientales, con excepción de la temperatura media de las máximas, influyen poco en la duración de los cadáveres, que sin embargo está relacionada con el número de necrófagos que participan en el consumo. Los coyotes visitan las carroñas habitualmente durante la noche y fueron responsables de la ingestión del 23% de la biomasa disponible. Auras y cuervos son exclusivamente diurnos sobreponiendo ampliamente su horario de utilización de carroña ($\hat{S} = 0.74$), no obstante la mayor actividad de los cuervos se registra más temprano que la de los auras. Los coyotes son capaces de consumir cualquier parte

1 Dirección actual: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. Apdo. Postal 128, 23000 La Paz, B.C.S., México.

del cadáver, aunque comen sobre todo músculos, vísceras y carne adherida a la piel. Entre auras y cuervos existe una alta sobreposición en el consumo de las distintas partes del cadáver ($\bar{S} = 0.95$), aunque las auras comen más partes blandas y carne adherida a la piel, y los cuervos más masas musculares importantes y trozos esparcidos alrededor del cadáver. A diferencia de lo que ocurre en África, Europa y Sudamérica, y otras zonas estudiadas, los carroñeros del área de estudio no han desarrollado estrategias específicas para el consumo total y rápido de cadáveres medianos y grandes, posiblemente porque la escasez relativa y la dispersión de los mamíferos silvestres de ese tamaño convierten en impredecible al recurso carroña, y favorecen el consumirlo de modo oportunista.

ABSTRACT

From August 1981 to May 1982 we studied the feeding patterns of scavenger vertebrates in La Michilía Biosphere Reserve, at the Sierra Madre Occidental. From a hideout we observed 11 domestic pig carcasses (mean weight = 34.9 ± 4.3 kg) and one of coyote. The carcasses were placed in different biotopes at different hours of the day. Auras (*Cathartes aura*), common ravens (*Corvus corax*) and coyotes (*Canis latrans*) were the main species that used the carcasses, spending an average of 5.4 ± 0.4 days to consume them. Environmental factors, with the exception of maximum mean temperature, did not affect the duration of the carcasses. Maximum mean temperature, length of time of the carcass in the field and the number of scavengers consuming carrion were all positively correlated. Coyotes usually visited the carcasses at night and ate approximately 23% of the available biomass. Auras and common ravens were exclusively diurnal presenting a high temporal overlap ($\bar{S} = 0.74$), although common ravens arrived at the feeding place earlier than auras. Coyotes may consume any part of the carcass although they mainly ate big pieces of flesh, viscerae, skin with flesh, and flesh attached to bones. A high overlap exists between auras and common ravens in the consumption of different parts of the carcass ($\bar{S} = 0.95$), although auras ate more soft parts, and skin with flesh and flesh attached to bones. Common ravens showed a preference for big pieces of flesh and smaller pieces detached from the carcass. In contrast with the situation in Africa, Europe, South America, and other areas studied, the scavengers of our study area have not developed specific strategies for the quick and total consumption of medium and big carcasses, possibly because the relative scarcity and the dispersion of the populations of larger wild mammals make carrion an unpredictable resource and favor its consumption in an opportunistic way.

INTRODUCCION

Los vertebrados carroñeros aceleran el proceso de descomposición de la materia animal muerta y pueden evitar de esta

manera la dispersión de enfermedades (Schlatter *et al.* 1978). La mayoría de los estudios realizados sobre el sistema de interacción carroñeros-carroña se han hecho en África, Europa y Sudamérica (Petrides 1959, Attwell 1963, Houston 1974a, 1974b, 1975, 1979, Mundy y Ledger 1976, Hiraldo 1977, Anderson y Horwitz 1979, Hiraldo *et al.* 1979, Hewson 1981, Franco 1984). En estas zonas las aves son el grupo de vertebrados más importante en el consumo de carroñas. Entre ellas se da una utilización diferencial de este recurso relacionada con las características morfológicas de cada especie, lo que hace posible un aprovechamiento completo de los cadáveres (Kruuk 1967, König 1974, 1976, 1983, Alvarez *et al.* 1976). En Norteamérica sólo el trabajo de Stewart (1978) aborda parcialmente este tema. El citado autor sugiere que la coexistencia de *Coragyps atratus* y *Cathartes aura* es posible debido a la diferencia de tamaño de las carroñas que consume cada especie, y opina que factores comportamentales facilitan su coexistencia cuando coinciden en un mismo cadáver. Este trabajo es una contribución al conocimiento de la estructura y funcionamiento del sistema de carroñas y vertebrados necrófagos en una región de Norteamérica.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Reserva de la Biosfera de La Michilía (RBM), localizada en la vertiente este de la Sierra Madre Occidental al SE del Estado de Durango, México. Esta zona se sitúa entre los 23° 30' y 23° 25' latitud norte y 104° 22' y 104° 15' de longitud oeste. El área es un zona montañosa que alcanza una altura de 2850 msnm. Entre el sistema de montañas se encuentra una planicie que en promedio tiene 2250 m. El clima es templado semiseco con lluvias de verano (alrededor de 600 mm anuales) y una temperatura media anual de aproximadamente 19° C. El bosque de encino-pino (*Quercus* sp., *Pinus* sp.), manchones locales de *Juniperus* sp., *Arctostaphylos* sp. y pastizales son las unidades fisonómico-florísticas dominantes (Martínez y Saldívar 1978). Gallina (1981) presenta información general sobre fisiografía, geología, climatología, suelo, vegetación y fauna de la Reserva.

METODOLOGIA

Desde agosto de 1981 mayo de 1982 se hicieron observaciones de vertebrados necrófagos en once cadáveres dispuestos al efecto en diferentes biotopos de la Reserva (básicamente en bosques de encino-pino y en pastizales). Diez de los cadáveres correspondían a cerdos domésticos (*Sus scrofa* var. *domestica*) y el último a un coyote (*Canis latrans*). Los primeros pesaron entre 27 y 60 kg ($\bar{x} \pm D.E. = 34.9 \pm 4.3$) y el coyote 12 kg (Cuadro 1). Todos los cadáveres fueron colocados en el campo inmediatamente después de la muerte del animal, con excepción de la carroña número 5 y el coyote cuyas observaciones se iniciaron respectivamente, uno y dos días después de haber muerto el animal. Las observaciones se realizaron desde una caseta desmontable de madera de 1.5 m de lado, pintada de verde y con dos pequeñas ventanas de 100 cm². Esta caseta se disimulaba entre la vegetación a una distancia del cadáver de aproximadamente 20 m. En cada ocasión, las observaciones comenzaban antes del amanecer (aproximadamente a las 06:00 h) y terminaban tras anochecer (19:00 h). Las visitas nocturnas de mamíferos carroñeros al cadáver, en particular coyotes, se pudieron constatar mediante la identificación de huellas. El cadáver se pesaba diariamente al iniciar y terminar las observaciones para evaluar la cantidad de alimento consumido en cada período. Las observaciones se daban por concluidas cuando se acababa el alimento disponible. Excepcionalmente se suspendieron cuando quedaba menos de una cuarta parte del peso inicial de las carroñas haciendo entonces visitas diarias a los restos para pesarlos y determinar su estado.

Cada cinco minutos se anotó el número de individuos de cada especie que se hallaba en el cadáver. En el caso de las aves, la suma de todos los números se consideró como una estimación de la importancia relativa de cada especie en el consumo de la carroña. Asimismo, la distribución de frecuencias a lo largo del día proporciona información sobre el uso diferencial del tiempo entre unas especies y otras. De cada individuo se anotó también la parte del cadáver de la que se alimentaba, diferenciando seis tipos de comida: a) partes blandas (ojos, lengua, labios, ano, etc.), b) carne adherida a piel, c) grandes trozos de músculos, d) vísceras, e) huesos y f) trozos pequeños de carne esparcidos alrededor del cadáver. La frecuencia de individuos consumiendo las diversas partes permite conocer el uso diferencial del cadáver por cada espe-

Cuadro 1

Diferencias en la frecuencia de observaciones de cada especie en el cadáver

No. Cadáver	Peso (Kg)	Duración Cadáver (días)	n				G
			Coyotes+	Auras+	Cuervos+	<u>Auras+</u> Cuervos	
1	29	4	1	512	60	8.53	408.91***
2	37	6	3	499	722	0.69	40.96***
3	27	4	2	236	72	3.28	92.01***
4	47	5	4	1133	967	1.17	13.14***
5	60	6		644	45	14.31	622.59***
6	21	4		463	26	17.81	474.72***
7	30	7	2	610	115	5.30	370.87***
8	54	8	6	783	1719	0.46	350.82***
9	12	4	—	271	145	1.87	38.77***
10	36	6	2	279	307	0.91	1.34ns
11	31	6	—	324	258	1.26	7.50**
Total			20	5754	4436	1.30	2416.63***

+ Número de observaciones
P < 0.001***; P < 0.01**
ns No significativo

cie. La sobreposición en el uso del tiempo y de estas seis categorías de alimento ha sido estimada mediante el índice de Pianka (1978).

Para determinar la asociación entre la primera especie que localiza el cadáver y la primera que empieza a comer, se utilizó el método de regresión lineal por rotación de ejes (Sokal y Rohlf 1981). La diferencia entre las frecuencias de auras (*Cathartes aura*) y cuervos (*Corvus corax*) en la carroña, tanto en conjunto como en diversos períodos del día y en diferentes partes del cadáver, fueron estimadas mediante el estadístico G propuesto por Ezcurra y Montaña (1984). Para evaluar la influencia de distintos factores con el tiempo que tardaban en desaparecer los cadáveres se usó un análisis de componentes principales, ACP (Green 1979), considerando variables ambientales mensuales (temperatura media, temperatura media de las máximas, temperatura media de las mínimas, precipitación y número de días con lluvia) y variables que llama-

mos bióticas, asociadas a cada carroña (peso de la carroña al iniciar y concluir el período de observaciones, número de observaciones de cada especie consumidora, número de días de permanencia del cadáver, cantidad de carroña consumida por el coyote y número de días en que se observó a cada especie en la carroña).

RESULTADOS

El sistema de carroñeros

Auras, cuervos y coyotes fueron prácticamente los únicos vertebrados que participaron en el consumo de carroñas. En una sola ocasión un águila real (*Aquila chrysaetos*) se acercó a uno de los cadáveres, del que no llegó a comer. Un paseriforme, *Sialia mexicana*, visitaba con frecuencia las carroñas cuando no había otros vertebrados sobre ellas, pero se limitaba a consumir allí imagos y larvas de insectos. Otras especies potencialmente consumidoras de carroñas, como el lobo (*Canis lupus*) y el oso negro (*Ursus americanus*), han desaparecido recientemente de la zona (Gallina 1981). En consecuencia, podemos considerar al sistema de carroñeros de la RBM reducido a auras, cuervos y coyotes.

Considerando el conjunto de los cadáveres, el aura fue la especie detectada con más frecuencia, seguida por el cuervo. La presencia de coyotes solamente se detectó en 7 de las 11 carroñas (Cuadro 1). En ocho cadáveres las observaciones de auras fueron significativamente más frecuentes que las de cuervos, en dos ocurrió lo contrario y en una no se registraron diferencias significativas (Cuadro 1).

Aunque el coyote haya hecho acto de presencia tan sólo en el 64% de las carroñas, y siempre en pequeño número y por poco tiempo, su papel como consumidor en el sistema de carroñeros es importante, habiéndose estimado que en promedio los coyotes devoraron el 23% del alimento total disponible en aquellos cadáveres en los que estuvieron presentes, en tanto que auras y cuervos consumieron conjuntamente el 62%.

Independientemente de la hora en que se haya dispuesto el cadáver (unas veces se hizo al amanecer y otras al anochecer), las aves fueron generalmente las primeras en localizarlo, tardando para ello de 8 a 20 horas. Las primeras visitas de coyotes se detectaron

entre 24 y 80 horas después de haber comenzado las observaciones. No existe una relación estrecha entre la especie que descubre el cadáver y la que empieza a comer de éste ($R = 0.02$). En general las aves comieron primero, pues sólo en una ocasión lo hizo el coyote.

En el área de estudio los vertebrados necrófagos tardaron aproximadamente cinco días ($\bar{x} \pm D.E. = 5.4 \pm 0.4$) en consumir las carroñas (Cuadro 1). Un análisis de componentes principales (ACP) mostró dos ejes de variación importantes (Figura 1 a): el eje 1, que explica el 49% de la variación en los datos, resume fundamentalmente los cambios de variables biológicas relacionadas con el tiempo de duración del cadáver (peso, duración del cadáver, número de días de consumo, frecuencia de auras, frecuencia de cuervos, frecuencia de coyotes, frecuencia total, número de días con auras, número de días con cuervos, y peso final del cadáver). En el otro extremo del eje 1 se encuentra la temperatura media de las máximas, única variable abiótica correlacionada (inversamente) con las variables anteriores. El eje 2, que explica el 23% de la variación en los datos, resume el comportamiento de las restantes variables abióticas (temperatura media, temperatura media de las mínimas, precipitación total, y número de días lluviosos), las cuales se encuentran significativamente correlacionadas entre sí. En resumen, las variables bióticas se encuentran todas asociadas a la duración del cadáver, inversamente relacionadas a la temperatura máxima, y parecen ser independientes de las restantes variables del ambiente. La ordenación de los cadáveres (Figura 1 b) que se corresponde con la de las variables, muestra que sólo uno de ellos (el cadáver no. 8) difiere de los demás a lo largo del eje 1. En efecto, este cadáver duró más que los demás, fue expuesto durante una semana fría, tenía un alto peso inicial y recibió más visitas de carroñeros. Los restantes cadáveres no mostraron diferencias en los aspectos bióticos y se separaron sólo a lo largo del eje 2. Por lo tanto, podemos concluir que la variación biológica entre cadáveres fue en general baja (con la excepción ya mencionada del cadáver 8) si se compara con la variación general del ambiente.

Uso diferencial del cadáver

El coyote consumió las carroñas habitualmente durante la noche. Tan sólo en el 17% ($n = 20$) de las ocasiones en las que



Figura 1a

ACP. Factores ambientales y biológicos que explican la variabilidad entre los cadáveres. Los números indican los factores ambientales y biológicos: 1) Peso inicial del cadáver (kg); 2) duración del cadáver; 3) número de días de consumo; 4) frecuencia de auras; 5) frecuencia de cuervos; 6) frecuencia de coyotes; 7) frecuencia total de carroñeros; 8) número de días con auras; 9) número de días con cuervos; 10) temperatura media(°C); 11) temperatura media de las máximas(°C); 12) temperatura media de mínimas(°C); 13) precipitación total (mm); 14) número de días lluviosos; 15) cantidad de carroña consumida por el coyote (kg); 16) peso final del cadáver (kg).

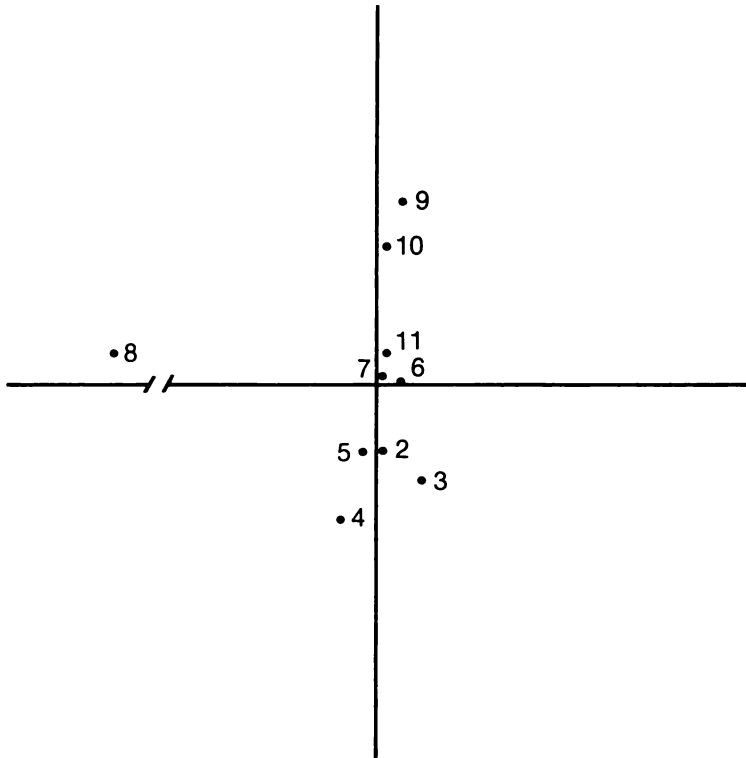


Figura 1b

ACP. Ubicación de los cadáveres en los ejes 1 y 2 según los valores de sus factores ambientales y biológicos. Los números indican el número de carroña y corresponden a los presentados en el Cuadro 1.

fue detectado lo hizo durante el día (y ello aún considerando que debido a limitaciones del método las visitas nocturnas, que no podían ser cuantificadas, se supusieron en cada ocasión iguales a una por noche). Estos resultados concuerdan con la información que se tiene acerca de los períodos de mayor actividad de esta especie. Es sabido que la mayor actividad de los coyotes se realiza al anochecer y al amanecer (Bekoff 1977), períodos que en este estudio quedaron incluidos durante la noche. El aura y el cuervo, en cambio, se presentaron conjuntamente en el cadáver durante el día, aunque el cuervo mostró una clara tendencia a presentarse más temprano que el aura (Figura 2). El momento de mayor actividad de los cuervos en el cadáver ocurre alrededor de las 10:00 h y el de las auras alrededor de las 13:00 h. La sobreposición temporal media en el uso de los cadáveres por las dos especies fue de $\bar{S} = 0.74 \pm 0.05$.

El coyote es la única especie en el sistema de carroñeros de la RBM capaz de consumir todas las partes del cadáver, si bien muestra preferencia por los músculos, vísceras y carne adherida a piel. En ningún momento fue observado comiendo de las partes blandas ni pequeñas porciones de carne esparcidas alrededor de la carroña. Ni auras ni cuervos consumieron huesos. También fueron observados con mayor frecuencia comiendo de grandes masas musculares, vísceras y carne adherida a la piel (Cuadro 2). Comparando la frecuencia de auras y cuervos en cada parte del cadáver, los auras son detectados significativamente más a menudo devorando carne adherida a piel y partes blandas, en tanto los cuervos lo son devorando masas musculares y trozos esparcidos. Los cuervos se detectan con más frecuencia comiendo vísceras, pero la diferencia no llega a ser significativa (Cuadro 2). La sobreposición media observada en el uso de las distintas partes del cadáver fue de $\bar{S} = 0.95 \pm 0.06$.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En las zonas medias y altas de la Sierra Madre Occidental, como en el caso de la RBM, los cadáveres de mediano tamaño son utilizados casi exclusivamente por tres especies (*Cathartes aura*, *Corvus corax* y *Canis latrans*) que parecen bien capacitadas para la localización y aprovechamiento de este tipo de alimentos. Así lo sugiere el hecho de que la duración de los cadáveres dependa mayoritariamente de su

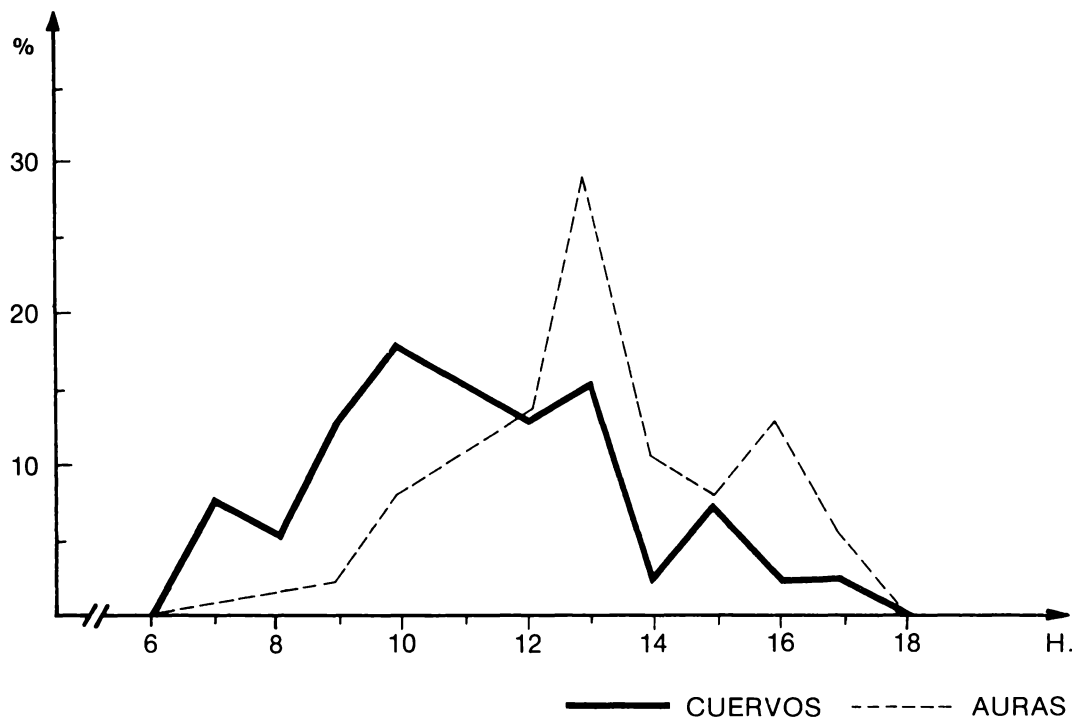


Figura 2
Porcentaje de observaciones de auras y cuervos sobre la carroña en cada periodo de una hora

Cuadro 2

Diferencias en la frecuencia de observación entre auras y cuervos en cada parte del cadáver

Parte del Cadáver	% Auras	% Cuervos	G
Partes blandas	4.2	3.2	4.42*
Piel	46.3	38.4	25.45***
Músculos	38.3	45.5	21.98***
Visceras	6.3	5.8	3.07 ns
Trozos esparcidos	4.4	7.1	21.95***
Huesos	0	0	0 —
Total	4186	3011	

$P \leq 0.001^{***}$; $P \leq 0.01^{**}$; $P \leq 0.05^*$

ns No significativo

peso y sea relativamente independiente de las condiciones ambientales (temperatura media, pluviosidad, etc.; ver Figura 1 a).

Ninguna de las tres especies involucradas en el consumo de carroñas parecen haber desarrollado estrategias específicas para el consumo rápido y total de este tipo de recurso, hecho que sí ocurre, en cambio, en Africa Oriental, Europa y otros lugares (Kruuk 1967, Houston 1975, 1979, Konig 1976, Alvarez *et al.* 1976). Probablemente ello se debe a que la abundancia de grandes herbívoros y sus hábitos gregarios en las zonas anteriormente citadas hacen de la carroña, que habitualmente es un recurso impredecible temporal y espacialmente, un recurso relativamente estable (Houston 1979), condición necesaria para que resulte rentable, y por tanto posible, especializarse en su utilización (Pianka 1978). Por el contrario, en la Sierra Madre Occidental los únicos mamíferos silvestres susceptibles de dar lugar a carroñas de mediano tamaño son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el pecarí (*Dicotyles tajacu*). La poca abundancia de estas dos especies hace impredecible la aparición del recurso carroña, lo que provoca que su utilización se haga de un modo oportunista. Ezcurra y Gallina (1981) han estimado que la población de venado en la RBM está decreciendo y para 1979 había

aproximadamente 182 ± 26 individuos. En cuanto a las poblaciones del pecarí de collar no se tiene información precisa sobre su abundancia y distribución en esta zona aunque es poco frecuente verlos.

Los siguientes hechos sugieren la utilización oportunista de las carroñas:

1. No se detecta algún patrón definido en la secuencia en que las distintas especies llegan al cadáver, que tenga relación con el uso que posteriormente se hace de éste, a diferencia de lo que ocurre en aquellas áreas donde se observan diferencias definidas en el aprovechamiento de este recurso entre grupos bien específicos de aves necrófagas. Estas diferencias se dan particularmente en la secuencia de llegada al cadáver y en el consumo de las diferentes partes de la carroña entre grupos bien definidos de aves necrófagas (Kruuk 1967, Konig 1983). En la Sierra Madre Occidental el inicio del consumo de las carroñas corresponde indistintamente a cuervos y auras, llegando por lo regular en último lugar el coyote, probablemente atraído, como ocurre con otras especies de carnívoros en otras zonas (Attwell 1963, Kruuk 1967, Houston 1974b, 1979), por la actividad de las aves.

2. Existe una elevada sobreposición en el uso del tiempo y en el consumo de las diferentes partes del cadáver entre auras y cuervos. Las únicas diferencias detectables entre las diversas especies parecen ser consecuencia de la forma de su pico, y pueden ser explicadas por variaciones en sus estrategias alimenticias no relacionadas con el consumo de carroña. En este sentido, *Cathartes aura* es la única especie de las participantes en el proceso que muestra adaptaciones claras al aprovechamiento de carroñas, en particular el desarrollo del olfato (Bang 1964) y la presencia de zonas desnudas en la cabeza y cuello. No obstante, estas adaptaciones parecen sobre todo ligadas a sus relaciones filogenéticas y al consumo de pequeños cadáveres. Hay que señalar que éstos constituyen su alimento habitual cuando convive con el zopilote (*Coragyps atratus*), especie que sí presenta adaptaciones físicas y comportamentales para el aprovechamiento de cadáveres de mediano y gran tamaño (Stewart 1978, Franco 1984). En el área de estudio *Coragyps atratus* no existe o es observado ocasionalmente (Thiollay *in* Halfpter 1978), en tanto que es común en el pie de la sierra, a menos de 30 km de distancia.

3. Finalmente, el dilatado tiempo necesario para que una carroña sea consumida es otra indicación de la escasa especiali-

Konig, V.C. 1974. Zum Verhalten spanischer geier an kadavern. *J. Orn.* 155: 289-320.

Konig, V.C. 1976. Inter-und intraspezifische nahrungskonkurrenz bei Altwelgeiern (Aegyptiinae). *J. Orn.* 117: 297-316.

Konig, V.C. 1983. Interspecific and intraespecific competition for food among old world vultures. In: S.R. Wilbur and J.A. Jackson (Eds.). *Vulture biology and management*, University Press., Berkeley: 153-171.

Kruuk, H. 1967. Competition for food between vultures in East Africa. *Ardea* 55: 171-193.

Martínez, E. y C. Saldívar. 1978. Unidades de vegetación en la Reserva de la Biosfera de "La Michilía", Durango. In: G. Halffter (Ed.). *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*. Publ. Inst. Ecología 4: 131-181.

Mundy, P.J. y J.A. Ledger. 1976. Griffon Vultures, carnivores and bones. *South Afr. J. Sci.* 72: 102-106.

Petrides, G.A. 1959. Competition for food between five species of East African Vultures. *Auk* 76:104-106.

Pianka, E.R. 1978. *Evolutionary Ecology*. 2nd. ed. Harper and Row, New York.

Schlatter, R., G. Reinhardt y L. Burchard. 1978. Estudio del Jote (*Coragyps atratus foetens*, Lichtenstein) en Valdivia: etología carroñera y rol en diseminación de agentes patógenos. *Arch. Med. Vet.* 10: 111-127.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. 2nd. ed. W.H. Freeman, San Francisco.

Stewart, P.A. 1978. Behavioral interactions and niche separation in Black and Turkey Vultures. *Living Bird* 1978:79-84.