

ISSN 0065-1737



**ACTA**

**ZOOLOGICA**

**MEXICANA**

*nueva serie*

Riqueza específica y determinación de la  
diversidad de las aves rapaces de los ríos  
Yaqui y Bavispe, en Sonora, México

**Ricardo Rodríguez-Estrella  
Bryan T. Brown**

Número 41  
1990



**Instituto de Ecología, A.C.  
Xalapa, Veracruz  
México**

## **Consejo Editorial Internacional**

California State Polytechnic  
University Pomona,  
E.U.A.

California State University,  
E.U.A.

División de Ciencias  
Ecológicas, UNESCO,  
Francia.  
UNESCO  
Francia.

Ecole Normale  
Supérieure, Paris,  
Francia.

Escuela Nacional de  
Ciencias Biológicas,  
Instituto Politécnico  
Nacional,  
México, D.F.

Estación Biológica  
de Doñana, España.  
Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales,  
Universidad de Buenos

Aires, Argentina.

Centro de Ecología,  
Universidad Nacional  
Autónoma de México.  
México, D.F.

Instituto de Biología,  
Universidad Nacional  
Autónoma de México  
México, D.F.

Instituto de  
Morfología y Evolución  
Animal, Academia de  
Ciencias de la URSS,  
Moscú.

Universidad Nacional  
Autónoma Metropolitana  
Unidad Iztapalapa  
México, D.F.

W. David Edmonds

David J. Morafka  
Gary A. Adest  
John Celecia

Francesco Di Castri

Robert Barbault  
Maxime Lamotte  
Patrick Lavelle  
Ticul Alvarez  
Isabel Bassole

Javier Castroviejo Boívar  
José A. Valverde  
Osvaldo A. Reig

Hugh Drummond  
Daniel Piñero

Enrique González Soriano  
Rafael Martín del Campo\*

Vladimir Sokolov

José Ramírez Pulido

World Wildlife Fund,  
Washington D.C.  
E.U.A.

Museo Nacional de  
Ciencias  
Naturales, España  
Muséum National  
d'Histoire

Naturelle, Paris, Francia.  
Instituto de Ecología, A.C.,  
Xalapa, Veracruz,  
México.

National Museum of  
Natural History,  
Washington, D.C.  
E.U.A.

Universidad Central  
de Venezuela, Caracas.  
New Mexico State  
University,  
U.S.A.

Universidad de Barcelona,  
España.

Universidad Nacional  
Agraria, Lima, Perú.

Universidad Nacional  
de Tucumán, Argentina.  
Universidad Nacional  
de la Plata,  
Argentina.

University of California  
Irvine, E.U.A.  
Los Angeles, E.U.A.  
University of Oklahoma,  
E.U.A.

University of Pennsylvania,  
E.U.A.

University of Washington,  
E.U.A.

Mario A. Ramos

Fernando Hiraldo

Renaud Paulian

Gonzalo Halffter  
Miguel Angel Morón

Don E. Wilson

Juhani Ojasti

Ralph J. Raltt

Ramón Margalef

Pedro Aguilar F.

Abraham Willink

Rosendo Pascual

Francisco J. Ayala

Martin L. Cody  
Michael A. Mares

Daniel H. Janzen

Gordon H. Orians

## **Comité Editorial**

Pedro Reyes Castillo (Director)

Gustavo Aguirre  
Carmen Huerta  
Imelda Martínez

Violeta Halffter  
Jorge Nocedal  
Martín Aluja

Vinicio Sosa

ISSN 0065-1737



**ACTA**  
**ZOOLOGICA**  
**MEXICANA**  
*nueva serie*



CENTRO DE  
CIENCIA Y

Riqueza específica y determinación de la  
diversidad de las aves rapaces de los ríos  
Yaqui y Bavispe, en Sonora, México

Ricardo Rodríguez-Estrella  
Bryan T. Brown

Número 41  
1990

00000922



*Instituto de Ecología, A.C.*  
Xalapa, Veracruz  
México

**SEP**

**Esta revista aparece gracias  
al apoyo económico otorgado por  
la Secretaría de Educación Pública  
a través de la Dirección General de  
Investigación Científica y Superación  
Académica. D.G.I.C.S.A.**

# **RIQUEZA ESPECIFICA Y DETERMINACION DE LA DIVERSIDAD DE LAS AVES RAPACES DE LOS RIOS YAQUI Y BAVISPE, EN SONORA, MEXICO**

Ricardo Rodríguez-Estrella

Centro de Investigaciones Biológicas,  
Apdo. Postal 128  
La Paz 23000 B.C.S. México.

Bryan T. Brown

Consulting Ecologist.  
P.O. Box 3741 Tucson,  
Arizona 85722 USA.

## **RESUMEN**

El río Yaqui y el río Bavispe ubicados en Sonora, México fueron recorridos parcialmente realizando censos de aves rapaces desde canoas, durante el mes de abril de 1987 y 1988. La riqueza específica fue similar para ambos ríos y la diversidad específica no fue significativamente diferente (río Yaqui,  $H' = 1.1636$ ; río Bavispe,  $H' = 1.2112$ ) para ambos ríos, aunque se presentaron diferencias importantes en la abundancia de las especies más comunes entre año y año. Las rapaces ocuparon una variedad diferente de hábitats ribereños, pero la mayoría de ellas son especialistas relativos en el uso del hábitat. Finalmente se considera la

importancia del estudio de las comunidades de rapaces en la programación de los planes de manejo de ecosistemas y preservación de la biodiversidad.

## ABSTRACT

A canoe trip was conducted, in the early spring of 1987 and 1988, throughout the river Rio Yaqui and one of its tributaries, the Rio Bavispe, situated in Sonora, Mexico. Eleven and seven raptor species were recorded throughout the river in 1987 and 1988, respectively. Species diversity values were similar among rivers and among years, although the proportions of the most abundant species varied considerably from year to year. Raptor species occupied different riparian habitats, but most of them are relative specialists in their habitat use. The relationships between habitat and activities are also discussed.

## INTRODUCCION

El grupo de aves rapaces es considerado en este trabajo como aquel de las aves pertenecientes al orden de los falconiformes, conformado por las águilas, aguilillas, halcones y gavilanes. Este grupo de aves es sumamente variado en México, especialmente en las zonas tropicales (Ramos, 1985; Iñigo *et al.*, 1988). A pesar de la gran diversidad de especies encontrada en México, existen muy pocos estudios referentes a la evaluación de sus poblaciones, y la mayoría de los estudios se han realizado en la porción este del país (Wetmore, 1943; Friedmann *et al.*, 1950; Thiollay, 1977; 1978; 1979; 1980; Iñigo *et al.*, 1988). Sólo dos de ellos han trabajado sobre la diversidad de las aves rapaces en zonas tropicales (Thiollay, 1978, Iñigo *et al.*, 1988). Recientemente se han llevado a cabo algunos estudios en la parte noroeste de México (Hiraldo *et al.*, datos inéditos, Brown *et al.*, 1987; Brown, 1988). Sin embargo, ningún estudio ha considerado hasta ahora el cálculo de la diversidad de aves

rapaces en la parte occidental de México. En este estudio se presenta información sobre la abundancia, la diversidad y el uso del hábitat de la comunidad de rapaces asociadas al río Yaqui y el río Bavispe, ubicados en Sonora, México.

## AREA DE ESTUDIO

El río más grande de Sonora es el Yaqui, que está conformado por la confluencia de los ríos Bavispe y Aros (Fig. 1). Este río está localizado al este-noreste de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. El área de estudio abarcó 65 km del río Bavispe en el tramo comprendido entre la ciudad de Granados y la confluencia con el río Aros; para el río Yaqui comprendió 80 km río abajo, desde la confluencia del río Aros/Bavispe hasta la Mina El Raspadero, localizada en la boca de la Presa El Novillo. La altitud del área de estudio varía desde los 520 m (Granados) a los 330 m (Presa El Novillo). Las montañas presentes a lo largo de los ríos llegan a alcanzar los 1,800 m. El río Bavispe fluye a través de cañones estrechos, mientras que el Yaqui fluye a través de un cañón muy ancho, pero a lo largo de ambos existen comúnmente acantilados mayores a los 100 m de alto. En estas zonas altas, la vegetación es del tipo subtropical, con un matorral espinoso deciduo de invierno, y presenta una altura promedio de 10 m. Las especies dominantes en esta comunidad son el mauto (*Lysiloma divaricata*), vinolo (*Acacia cochliacantha*), ceiba (*Ceiba acuminata*), palo verde (*Cercidium praecox*), uña de gato (*Mimosa dysocarpa*) y torote verde (*Fouquieria macdougalii*) (White, 1948).

Por otro lado, la vegetación ribereña se ha desarrollado sobre estrechas planicies de los cañones, a los lados del río. La vegetación de estas zonas pertenece al denominado bosque de galería, cuyas especies características son el palo fierro (*Pithecellobium mexicana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), sauce (*Salix gooddingii*), higuera (*Ficus petiolaris*), chicura (*Ambrosia ambrosioides*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*) y

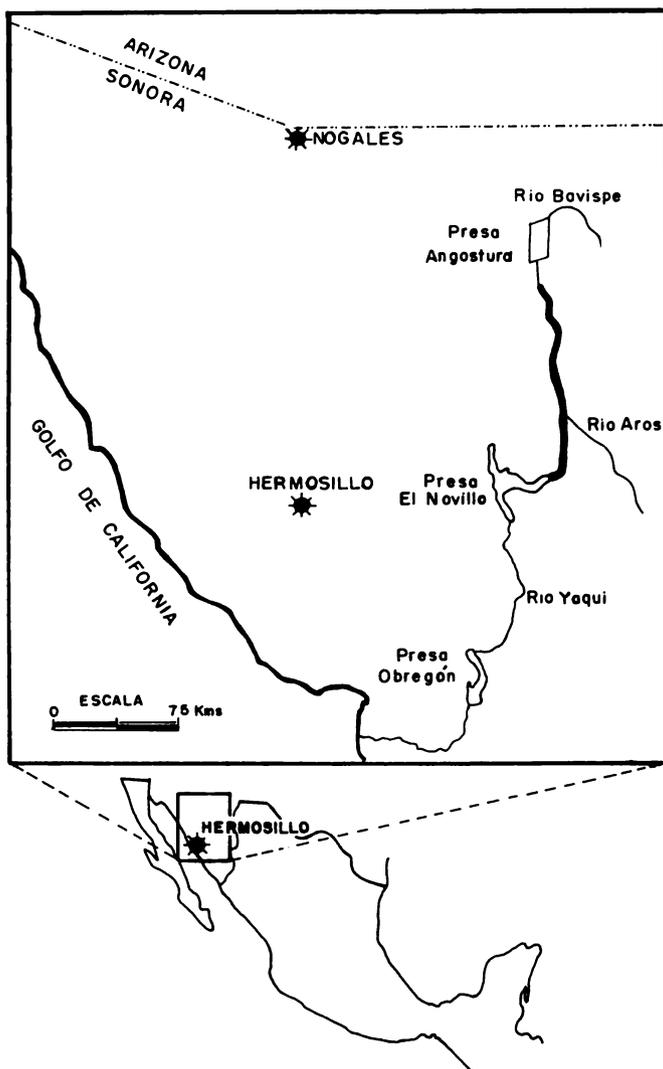
algunos individuos dispersos de álamo (*Populus fremonti*) y palma (*Erythea roezlii*) (White, 1948; Rzedowski, 1978).

La vegetación ribereña de los dos ríos, y sobretudo la del Bavispe, ha sido fuertemente modificada por la construcción de la Presa de la Angostura sobre el río Bavispe a mediados de los años 1930's. Al eliminarse los flujos anuales por la acción de la presa, la vegetación invadió aquellas zonas que anteriormente estaban cubiertas por el agua. De esta forma, se desarrolló una nueva zona de bosque denso a las orillas del río. Esta banda de bosque denso ribereño desarrollado sobre todo en el río Bavispe, está actualmente dominado por mezquite y palo fierro con una altura promedio de 12 m. En el río Yaqui la vegetación ribereña se ha desarrollado menos debido a los flujos anuales de agua provenientes del río Aros, donde no existe presa alguna.

Por otra parte, la zona ribereña del río Yaqui ha sido fuertemente modificada por las actividades humanas, como la agricultura, el pastoreo, los caminos y la presencia de varios ranchos pequeños y una pequeña ciudad. El río Bavispe y el río Aros prácticamente no presentaron perturbación, excepto por pastoreos aislados.

## METODOLOGIA

Los ríos Bavispe y Yaqui se navegaron río abajo, utilizando canoas, donde al menos ocho personas censaron todas las rapaces observadas. Los censos se hicieron del 24 de marzo al 2 de abril de 1987 y del 7 al 14 de abril de 1988. Diariamente se censaron entre 15 y 20 km, considerando cada censo como un transecto lineal (Fuller y Mosher, 1981). Los censos se realizaron entre las 1000 y 1800 h, registrando todas las rapaces que eran observadas dentro de una franja de 0.5 km a los lados del río. Para cada ave se registró el sitio de observación, su comportamiento, indicios de reproducción, describiendo al mismo tiempo el hábitat en que se presentaban. Los registros consideraron básicamente las aves perchadas, pero también se consideraron las aves en vuelo que eran observadas en actividad de forrajeo. Para ello, se clasificaron los hábitats en 5 grandes categorías: 1. palo fierro y mezquite; 2. sauce y palo fierro; 3. mezquite; 4. montaña o acantilado; y 5. áreas perturbadas.



**Figura 1**

Area de estudio en el río Bavispe y río Yaqui, Sonora, México. La línea más oscura indica las porciones de los ríos recorridas durante 1987 y 1988.

De las dos primeras categorías, la primera (palo fierro/mezquite) fue más abundante en general que la segunda (sauce/palo fierro) a lo largo de los dos ríos, sobre todo en el Bavispe. Las áreas perturbadas, como se indicó anteriormente, fueron más frecuentes sobre el Yaqui que sobre el Bavispe. En ambos se presentan zonas montañosas con riscos.

Para determinar la abundancia de las rapaces a lo largo de los ríos, se utilizaron "técnicas múltiples" (véase Fuller y Mosher, 1981 para una revisión exhaustiva) en las que se incorporaron transectos visuales continuos desde las canoas, búsquedas de nidos desde las canoas o a pie y observación del comportamiento territorial. Las especies que anidan sobre riscos o acantilados fueron localizadas inspeccionando con telescopio y binoculares las paredes de los riscos. Los nidos colocados sobre árboles eran generalmente visibles desde el río, por lo que se facilitaba su inspección. La velocidad de navegación en las canoas era lo suficientemente lenta como para que se pudieran censar correctamente las rapaces y el hábitat donde ocurrían.

Para algunas especies como el aguililla negra (*Buteogallus anthracinus*), el número de parejas presentes en el río fue determinado mediante la observación de su comportamiento territorial. Cada pareja ocupaba un territorio preciso a lo largo del río, el cual se delimitó utilizando los despliegues de los individuos y parejas, tales como gritos y vuelos. De esta forma fue posible medir de una manera muy precisa el tamaño de la población de aguililla negra en los dos ríos censados.

Se calculó la diversidad específica para cada uno de los ríos utilizando el índice de Shannon (1948). La proporción de la máxima diversidad posible para una comunidad, la equitabilidad (Pielou, 1966), fue calculada como  $J' = H'/H'max.$ , donde  $H'max.$  es igual al  $\log_2$  del número total de especies presentes. Los índices de diversidad para el río Bavispe y el río Yaqui fueron comparados estadísticamente usando una prueba de  $t$  (Hutcheson, 1970; Zar, 1974). Debido a las diferencias en la longitud de los transectos de los dos ríos censados, se calculó la riqueza específica para cada río sobre una curva de especies/área, la cual fue ajustada a

una curva de la forma  $S = K(1 - e^{-Rx})$  (Huston, 1980). Aquí, S es el número de especies en cada subtransecto muestreado, x es la longitud total del transecto (km), K es la constante horizontal de la asíntota y R es la pendiente de la curva. De esta manera fue posible comparar los datos por medio de la riqueza específica ajustada a los valores de la asíntota obtenida. Para comparar la riqueza específica de los dos ríos, se utilizó una prueba de Kruskal-Wallis (Leach, 1979)

Para calcular los valores del uso del hábitat en los ríos se utilizó el índice de diversidad de Simpson (Levins, 1968) en una forma estandarizada, con los valores variando entre 0 y 1:  $D_s = (\sum p^2)^{-1} - 1/N - 1$  donde p, es la proporción de individuos encontrados en el  $i_{th}$  tipo de vegetación y N el número de clases de hábitat considerados.

## RESULTADOS

Un total de 555 y 415 individuos fueron contados en 1987 y 1988 respectivamente (Tabla 1). En 1987 se registraron 11 especies de rapaces con un valor promedio de 3.7 individuos/km, mientras que en 1988 fueron 7 especies con un valor promedio de 2.8 individuos/km. Las especies más abundantes en 1987 y 1988 fueron el aura *Cathartes aura* (57% y 31%) y el zopilote negro *Coragyps atratus* (24% y 49%), seguidas del aguililla negra (10% y 14%), respectivamente. Los dos cathártidos no se encontraban nidificando durante el periodo de estudio, mientras que el aguililla negra fue una especie nidificante común.

Los valores de la diversidad específica en 1987 y 1988 fueron similares entre ambos años, aunque la proporción de las dos especies más abundantes varió considerablemente de año a año. La diferencia en la abundancia de ambas especies entre los dos años es atribuible a la presencia de individuos migratorios, dada la época del año y los hábitos migratorios de dichas especies (Brown y Amadon, 1968).

La riqueza específica obtenida de la curva de especies/área fue comparada entre los dos ríos, pero no hubo diferencias significativas ( $K=2$ ;  $g.1.=1$ ;  $p>0.1$ ; Kruskal-Wallis). La diversidad ( $H'$ ) fue ligeramente superior para el río Bavispe cuando se comparó con la diversidad del río Yaqui, pero estas diferencias no fueron significativas ( $t=1.0457$ ;  $g.1.=190$ ;  $p>0.1$ ). De la misma manera, los valores de equitabilidad ( $J'$ ) fueron más pequeños para el río Yaqui cuando se compararon con el otro río, a pesar de que más especies de rapaces fueron vistas en el río Yaqui.

Para el análisis de uso del hábitat que realizan las especies presentes a lo largo de la ribera de los ríos, se seleccionaron las especies más abundantes y aquellas especies anidando en el área de estudio (Rodríguez-Estrella y Brown, en prensa; Tabla 2). Los zopilotes negros estuvieron asociados casi completamente a áreas perturbadas por la actividad humana, mientras los auras se asociaron principalmente a áreas ribereñas dominadas por mezquite y palo fierro. Asimismo, el aguililla negra fue encontrada principalmente en áreas ribereñas dominadas por mezquite y palo fierro. El águila calva (*Haliaeetus leucocephalus*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) ocurrieron casi por completo en áreas con riscos, mientras que las observaciones del halcón cola-roja (*Buteo jamaicensis*) estuvieron divididas similarmente entre acantilados en montañas y en áreas ribereñas dominadas por mezquite y palo fierro. Los valores de uso del hábitat calculados para la mayoría de las especies resultaron ser relativamente bajos ( $D_s > 0.26$ , excepto para el halcón cola-roja; Tabla 3) (1.0 representa las especies generalistas, y los valores cercanos a 0.0 son para especies altamente especializadas en el uso del hábitat). Es decir, estos valores sugieren que la mayoría de las especies son especialistas en su uso del hábitat a lo largo de la ribera de los ríos. Sin embargo, es de esperar que el hábitat utilizado por la mayor parte de las especies sea más amplio que el asociado a la ribera del río. Por ello, es necesario considerar que los resultados en el uso del hábitat aquí presentados corresponden para algunas especies a un uso parcial del hábitat general (por ejemplo, para el halcón cola-roja que es una rapaz que se alimenta principalmente de pequeños roedores y reptiles y que se asocia a áreas rodeadas de montaña; y para el aura que es una especie

**Tabla 1**

Número de aves rapaces observadas y diversidad específica a lo largo del río Bavispe (65 km) y del río Yaqui (80 km) en Sonora, México, en 1987 y 1988.

	BAVISPE		YAQUI		TOTAL	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988
<i>Coragyps atratus</i> (zopilote negro)	77	141	54	64	131	205
<i>Cathartes aura</i> (aura)	122	67	179	57	311	124
<i>Haliaeetus leucocephalus</i> (aguiila calva)	-	-	4	4	4	4
<i>Accipiter striatus</i> (gavilán pajarero)	1	1	2	4	3	5
<i>Accipiter cooperi</i> (gavilán palomero)	-	2	1	1	1	3
<i>Buteogallus anthracinus</i> (aguililla negra)	37	42	15	16	52	58
<i>Buteo nitidus</i> (aguililla gris)	-	-	1	-	1	-
<i>Buteo jamaicensis</i> (halcón cola-roja)	11	3	13	8	24	11
<i>Falco sparverius</i> (cernícalo)	1	-	2	-	3	-
<i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino)	2	-	2	-	4	-
<i>Falco mexicanus</i> (halcón café)	2	-	-	-	2	-
No. de especies	8	6	10	7	11	7
Total de individuos	253	256	273	154	555	415
H'	1.2482	1.0790	1.0690	1.3533	1.2087	1.2180
J'	.6002	.6002	.4642	.6954	.5040	.6259

carroñera que se asocia a un amplio espectro de hábitats; Brown y Amadon, 1968). Sin embargo, para otras especies los valores del uso del hábitat para las zonas ribereñas pueden considerarse como aproximados al uso total (por ejemplo, para el águila calva que en EUA se alimenta principalmente de aves acuáticas y peces durante la época reproductiva (McEwan y Hirth, 1979); y para el aguililla negra que durante la misma época se alimenta principalmente de peces (Hiraldó *et al.*, datos inéditos).

Se observaron sólo cuatro especies de rapaces anidando en el área de estudio en esta época. Estas especies nidificantes son: el águila calva, con dos nidos activos durante 1987 y 1988; el halcón peregrino, con un nido aparentemente activo atendido por dos adultos en 1987, pero inactivo en 1988; el halcón cola-roja, presentando comportamiento de

**Tabla 2**

Proporción de rapaces observadas en diferentes hábitats a lo largo del río Bavispe y el río Yaqui, Sonora, México (1987). Tomado de Rodríguez-Estrella y Brown, en prensa.

ESPECIE	NUMERO DE INDIV.	PALO FIERRO/MEZQUITE	SAUCE/PALO FIERRO	MONTAÑAS/RISCOS*	AREAS PERTURBADAS**
Zopilote negro	131	0.04	0	0	0.96
Aura	306	0.57	0.02	0.13	0.28
Águila calva	4	0	0	1.0	0
Aguililla negra	52	0.69	0.25	0.04	0.02
Halcón cola-roja	24	0.38	0.04	0.58	0
Halcón peregrino	4	0	0	1.0	0
Total	521	224	20	64	213

\* Las montañas/riscos están asociadas con vegetación de estas zonas altas.

\*\* Áreas perturbadas por actividades humanas como cultivos, zonas de pastoreo, pequeños ranchos.

**Tabla 3**

Valores del uso del hábitat para las especies de rapaces comunes a lo largo del río Bavispe y del río Yaqui, Sonora, México, en 1987. Estos valores se determinaron de acuerdo al índice de diversidad de Simpson (Ds). Los valores cercanos a 1.0 indican a los generalistas extremos, mientras que aquellos cercanos a 0.0 indican a los especialistas extremos en el uso del hábitat.

	ZOPILOTE NEGRO	AURA	AGUILA CALVA	AGUILILLA NEGRA	HALCON COLA-ROJA	HALCON PEREGRINO
De	0.304	.2098	.1568	.2505	.3960	0.0

cortejo en dos probables nidos en 1987 y 1988; y el aguililla negra, con comportamiento de cortejo en cuatro y siete probables nidos en 1987 y 1988 respectivamente. El aguililla negra fue la rapaz reproductora del río más abundante en el área de estudio, donde sus densidades alcanzaron las 0.35 parejas/km a lo largo del río Bavispe (Rodríguez-Estrella y Brown, en prensa). Los nidos del águila calva se localizaron únicamente en el río Yaqui.

## DISCUSION

La dominancia numérica de unas pocas especies en el río Yaqui seguramente influyó en sus bajos valores de diversidad específica, si los comparamos con los del río Bavispe, a pesar del mayor número de especies rapaces observado a lo largo del río Yaqui. Los valores ligeramente superiores en la diversidad a lo largo del río Bavispe puede estar relacionado a la aparentemente mayor diversidad del hábitat que observamos en este río (más hábitat con riscos, un bosque de galerías más denso) en relación al río Yaqui, puesto que se ha demostrado que conforme se incrementa la complejidad del hábitat o de la estructura del hábitat, se observa un incremento en la diversidad de las poblaciones de aves (Tomoff, 1974; Blondel, 1985).

Por otro lado, tanto el río Yaqui como el Bavispe y el Aros han experimentado en su zona ribereña modificaciones por actividades humanas (como es la perturbación del hábitat), aunque las del Yaqui han sido mayores que las de los otros dos ríos. Se sabe que las perturbaciones humanas de este tipo pueden afectar de forma negativa la abundancia de algunas rapaces sensibles en las áreas modificadas (Thiollay, 1984). Sin embargo, a pesar de que el río Bavispe ha experimentado también modificaciones debido a actividades humanas (como es un incremento en la extensión del bosque de galería inducido por la construcción de la Presa de la Angostura), estas últimas modificaciones han influido positivamente pues han incrementado la complejidad del ecosistema ribereño, caso contrario a lo sucedido al río Yaqui (véase Area de Estudio). Esta complejidad a su vez ha incrementado la diversidad específica, así como la densidad de algunas especies (por ejemplo, el aguililla negra; Tabla 1). Un fenómeno similar de respuesta adaptativa en que algunas rapaces diurnas se han visto beneficiadas por transformaciones al hábitat han sido observadas en el Neotrópico (Vannini, 1989).

Se observó una mayor concentración de auras y zopilotes negros en el río Yaqui, especies que están claramente asociadas con actividades humanas (Tabla 2). Las más altas concentraciones de zopilotes negros (arriba de 50 individuos) fueron observadas cerca de pequeños poblados o de pequeños ranchos ganaderos. El zopilote negro presentó bajos valores de sobreposición del hábitat con las otras especies de rapaces, como un resultado directo de su asociación con las actividades humanas y las zonas perturbadas.

Los valores de diversidad para las comunidades de rapaces en los trópicos (Veracruz,  $H' = 2.845$  y Tabasco,  $H' = 2.569$ , Thiollay, 1978; Veracruz,  $H' = 4.885$  y Chiapas,  $H' = 3.716$ , Iñigo *et al.*, 1989) son superiores a los valores encontrados en nuestro estudio (Tabla 1). Nuestros valores de diversidad son similares a aquellos obtenidos para comunidades de rapaces de zonas templadas, aunque la mayoría de los estudios para estas zonas no han presentado sus resultados de forma

que puedan ser comparados con los nuestros. Las comparaciones pueden ser sólo hechas en un sentido general basadas en similitudes de riqueza específica y abundancia de águilas, aguilillas, gavilanes y halcones (Smith y Murphy, 1979; Bauer, 1982).

La presencia del águila calva y el halcón peregrino como especies anidantes en el área de estudio es de gran importancia, dado que ambas especies son poco conocidas en México, mientras que en EUA se encuentran amenazadas en su hábitat (Hitchcock, 1977; Porter *et al.*, 1978; Brown *et al.*, 1987; Brown, 1988). Es relevante que al parecer el límite sur de la distribución de las parejas reproductoras del águila calva se encuentra en esta área. Por otro lado, la presencia de estas dos aves anidando en el río Yaqui y sus afluentes ofrece una evidencia indirecta de la calidad del medio para sostener especies de requerimientos ecológicos altos (Brown y Amadon, 1968; McEwan y Hirth, 1979).

El aguililla negra fue la especie anidante más abundante en el área de estudio (Rodríguez-Estrella y Brown, en prensa). El aguililla negra se presentó como un especialista relativo en el uso del hábitat a lo largo de la ribera de los ríos, aparentemente con una gran preferencia para utilizar bosque denso de galería dominado por mezquite y palo fierro. Este hábitat fue el mejor desarrollado a lo largo del río Bavispe, y fue donde se presentaron las densidades más altas del aguililla negra. Como fue establecido con anterioridad, el desarrollo de este tipo de vegetación fue beneficiado por una de las actividades humanas en el área.

Por otro lado, la zona del río Yaqui ha sido reconocida como un importante corredor biológico entre la vegetación tropical del sur de Sonora y los pastizales templados y los bosques del sur de Arizona (Gentry 1942; White 1948) y en este río de Sonora aún podemos encontrar información referente a la distribución y abundancia de las poblaciones de especies en peligro de extinción, como lo es el águila calva (Brown *et al.*, 1987) y el halcón peregrino.

Es necesario establecer un programa permanente a lo largo del año para estudiar las poblaciones de aves rapaces en el río Yaqui y sus tributarios. Es necesario incluir a este grupo de aves en el establecimiento de programas de conservación de los ecosistemas. En la actualidad varias especies de aves rapaces han sido utilizadas como soporte importante para la programación de los planes de manejo y protección de áreas de interés para la bioconservación (Norse, 1986; Haworth y Fielding, 1988; Bull *et al.*, 1989; Rodríguez-Estrella y Bojórquez, en prep.). Esto se debe a que las rapaces son animales de larga vida, con altos requerimientos de hábitat y con áreas de caza relativamente grandes. Las aves rapaces están consideradas como uno de los grupos que ocupan los niveles más altos en las redes tróficas (Brown y Amadon, 1968; Newton, 1979; Simberloff, 1987), por lo que son especialmente susceptibles a los cambios provocados en el ambiente por el hombre (Thiollay, 1985; Salwasser, 1987). Es por ello que son considerados como buenos indicadores de perturbaciones en los ecosistemas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Alfredo Ortega, Laura Arriaga y Peter L. Warren por sus comentarios que mejoraron un primer manuscrito de este trabajo. También agradecemos a L. Susan Anderson, Jesús Arenas, Robert Mesta, Sandalio Reyes y Peter L. Warren por su valiosa ayuda en el campo. Dos revisores anónimos hicieron valiosas sugerencias al manuscrito. Aurora Breceda comentó gentilmente sobre este escrito. Eustolia Mata realizó la figura. El apoyo económico fue otorgado por el U. S. Bureau of Reclamation, The Salt River Project, el Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S., la Secretaría de Programación y Presupuesto y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

## LITERATURA CITADA

**Bauer, E.N.** 1982. Winter roadside raptor survey in El Paso county, Colorado, 1962-1979. *Raptor Res.* 16: 10-13.

- Bent, A.C.** 1938. *Life Histories of North American Birds of Prey. Order Falconiformes (part 2) and Strigiformes*. U.S. Nat. Mus. Bull. 170. 482 pp.
- Blondel, J.** 1985. Habitat selection in island versus mainland birds. pp. 447-516. *In: M. Cody, (ed.) Habitat Selection in Birds*. Academic Press. New York.
- Brown, B.T.** 1988. Additional Bald Eagle nesting records from Sonora, Mexico. *Raptor Res.* 22: 30-32.
- Brown, B.T., P.L. Warren y L. 5. Anderson.** 1987. First Bald Eagle nesting record from Sonora, Mexico. *Wilson Bull.* 99: 279-280.
- Brown, L. y D. Amadon.** 1968. *Eagles, Hawks and Falcons of the World*. Mc. Graw-Hill. Vol. 1.
- Bull, E.L., M.G. Henjum y R. 5. Rohweder.** 1989. Reproduction and mortality of Great Gray Owls in Oregon. *Northwest Science* 63: 38-43.
- Friedmann, H., L. Griscom y R.T. Moore.** 1950. *Distributional checklist of birds of Mexico, Part 1. Pacific Coast Avifauna No. 29*. Cooper Ornithol. Club, Berkeley.
- Fuller, M.R. y A. Mosher.** 1981. Methods of detecting and counting raptors: a review. *In: C.J. Ralph y J.M. Scott (eds). Studies in Avian Biology* 6. Estimating the numbers of terrestrial birds. pp. 235-246.
- Haworth, P. y A. Fielding.** 1988. Conservation and management implications of habitat selection in the Merlin *Falco columbarius* L. in the South Pennines, UK. *Biological Conservation* 46: 247.
- Hitchcock, M.A.** 1977. *A Survey of the Peregrine Falcon Population in Northwestern Mexico, 1976-77*. Contrib. No. 40, Chihuahuan Desert Research Institute, Alpine, Texas. 33 pp.
- Huston, M.** 1980. Soil nutrients and tree species richness in Costa Rican forests. *J. of Biogeography* 7: 147-157.
- Hutcheson, K.** 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theoret. Biol.* 29: 151-154.
- Iñigo, E., M. Ramos y F. González.** 1989. Some ecological aspects of the two primary evergreen forest raptor communities compared with cultivated tropical areas in Southern Mexico. *In: Meyburg, B.U. and R.D. Chancellor (eds.), Raptors in the Modern World*. WWGBP. Berlin, London & Paris.

- Leach, C.** 1979. *Introduction to statistics. A nonparametric approach for the social sciences.* John Wiley and Sons Eds., New York.
- Levins, R.** 1968. *Evolution in changing environments.* Princeton University Press, Princeton.
- McEwan, L.C. y D.H. Hirth.** 1979. Southern Bald Eagle productivity and nest site selection. *J. Wildl. Manage.* 43: 585-594.
- Newton, I.** 1979. *Population Ecology of Raptors.* Buteo Books. Vermillion, South Dakota.
- Norse, E.A.** (ed.). 1986. *Conserving Biological Diversity in our National Forests.* The Wilderness Society. Washington, D.C. pp. 84-86.
- Pielou, E.C.** 1966. The measurements of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 10: 370-383.
- Porter, R.D., G.R. Craig, D.H. Ellis, J.R. Anderson y W.G. Hunt.** 1978. Status of the Peregrine Falcon in the Rocky Mountains and the southwestern United States, Baja California, and Mexico (south of Texas). In: P.P. Schaeffer and S.M. Ehlers (eds). *Peregrine Falcon populations in North America.* Tiburon, Calif. National Audubon Society pp 26-32.
- Ramos, M.** 1985. Endangered tropical birds in Mexico and northern Central America. In: Conservation of Tropical Forest Birds. *ICBP Technical Publication No. 4:* 305-318.
- Rodríguez-Estrella, R. y B.T. Brown.** (en prensa). Density and Habitat Use of Raptors Along the Río Bavispe and Río Yaqui, Sonora, Mexico. *J. of Raptor Research.*
- Salwasser, H.** 1987. Spotted owls: turning a battleground into a blueprint. *Ecology* 68: 776-779.
- Shannon, C.E.** 1948. A mathematical theory of communication. *Bell. Syst. Tech. J.* 27: 379-423, 623-656.
- Simberloff, D.** 1987. The Spotted owl fracas: mixing academic, applied, and political ecology. *Ecology* 68: 766-772.
- Smith, D.G. y J.R. Murphy.** 1979. Breeding responses of raptors to jackrabbit density in the eastern Great Basin Desert of Utah. *Raptor Res.* 13: 113.
- Thiollay, J.M.** 1977. La migration d'automne sur la côte orientale du Mexique. *Alauda* 45: 344-346.

- Thiollay, J.M.** 1978. Comparaisons entre les peuplements de falconiformes des plaines côtières du Mexique et de Côte D'Ivoire. *Le Gerfaut* 68: 139-162.
- Thiollay, J.M.** 1979. L'importance d'un axe de migration: la côte est du Mexique. *Alauda* 47: 235-245.
- Thiollay, J.M.** 1980. Spring hawk migration in eastern Mexico. *Raptor Res.* 14: 13-20.
- Thiollay, J.M.** 1984. Raptor community structure of a primary rain forest in French Guiana and effect of human hunting pressure. *Raptor Res.* 18: 117-122.
- Thiollay, J.M.** 1985. Composition of falconiform communities along successional gradients from primary rainforest to secondary habitats. *ICBP Technical Publication No. 5*: 181-190.
- Tomoff, C.S.** 1974. Avian species diversity in desert scrub. *Ecology* 55: 396-403.
- Vannini, J.P.** 1989. Neotropical raptors and deforestation: notes on diurnal raptors at Finca El Faro, Quetzaltenango, Guatemala. *Raptor Res.* 23: 27-38.
- Wetmore, A.** 1943. The birds of southern Veracruz, Mexico. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 93: 215-340.
- White, S.** 1948. The vegetation and flora of the region of the Rio Bavispe in northeastern Sonora, Mexico. *Lloydia* 11: 229-302.
- Zar, J. H.** 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.