

**Análisis Inicial de la Herpetofauna en Bosques
Secos y Húmedos en la Costa de Ecuador.**

Paul Hamilton

Christiane Mouette

Reptile Research
PO Box 1348
Tucson, AZ 85702, E.E.U.U.
paul@reptileresearch.org
www.reptileresearch.org

y

Ana Almendariz

Escuela Politécnica Nacional,
Departamento de Ciencias Biológicas,
Apartado 2759, Quito, Ecuador
almendar@server.epn.edu.ec

Introducción

Pocos lugares en el mundo representan una mayor crisis para la biodiversidad que los bosques costeros de Ecuador. Nombrado como parte del “hotspot” de biodiversidad Tumbes-Chocó-Magdalena (Conservación Internacional 2006) por la combinación de enormes amenazas a la biodiversidad y a la conservación, estos bosques tienen menos de 10% intactos (Dodson y Gentry 1991). De los bosques medio-caduco del costeros solamente restan 2% con la cubierta original intacta (Dodson y Gentry 1991).

De hecho, todos los bosques secos costeros de toda América latina están en peligro (Murphy y Lugo 1986, Bullock et al. 1995). En el pasado abarcando por lo menos 60% de los bosques tropicales, hoy, solamente una pequeña por ciento todavía existe. Uno de los desafíos más grandes de la conservación de la biodiversidad tropical es hoy explorar y proteger los fragmentos restantes del bosque seco neotropical.

Biodiversidad

El clima y la geografía de Ecuador occidental presenta un panorama único para la biodiversidad. Basado en pautas de “upwelling” en el Océano Pacífico y de la corriente de Humbolt de la costa de Ecuador, el clima de la región exhibe una variación clinal extrema en su clima (Cañadas 1983). Partes más meridionales de la costa de Ecuador son influenciadas sobre todo por el “upwelling” frío de la corriente de Humbolt, que vierte poca humedad a la línea de la costa, dando por resultado climas secos. Mucho de la precipitación resultante de la corriente de Humbolt está en la forma de niebla, que puede aumentar grandemente de la costa para las elevaciones moderadas inmediatamente

interiores. La costa norte de Ecuador y de Colombia son influenciadas por una corriente caliente ecuatorial, que rinde más precipitación en forma de lluvia. Las latitudes medias de Ecuador alrededor del ecuador, donde están los sitios del estudio actual, son influenciadas tanto por el Humbolt o las corrientes ecuatoriales, cuáles cambian de puesto en latitud estacional. A partir de Junio a Diciembre la corriente ecuatorial predomina, rindiendo cantidades grandes de precipitación en la forma de lluvia. En enero, la corriente de Humbolt cambia de puesto al norte, cubriendo la mayoría de la línea de la costa alrededor del ecuador, produciendo una tendencia estacional de la sequedad.

Algunos de los bosques más húmedos del mundo se encuentran en la costa de Colombia Choco asta el norte, mientras que algunas de las regiones más secas en la tierra se encuentran mas al sur en el Desierto de Atacama en Perú y Chile. De hecho, hay algunas regiones del Atacama donde nunca se ha registrado precipitación. Ecuador costero se sitúa adentro entre estos extremos en clima y productividad, y su diversidad de fauna comparte semejanzas con ambas regiones. Dentro de Ecuador, la precipitación anual costera varía a partir de 700 centímetros por año en el norte a solamente 30 centímetros en las partes del sur, cuáles se clasifican como desierto (Cañadas 1983). En la costa norte de Ecuador, la región de Mache Chindul esta situada en el extremo sur del Choco Colombino. El hábitat es bosque tropical húmedo al bosque pre-montano húmedo (Holdridge 1967, Cañadas 1983).

Al sur de Mache Chindul, cruzando el ecuador, ocurre un gradiente extremo de precipitación de verano. En nuestro sitio de estudios, la mayoría de los 500-600mm de la

precipitación anual ocurre de enero a mayo. Un resultado de esta seca estacional se refleje en la flora que tiene ejemplares deciduos y medio-deciduos, dominada por los árboles de la familia Bombacaceae, incluyendo el Ceiba (*Ceiba trichistandra*). Otra implicación de esta temporada es predominio de especies adaptadas a la seca en sitios más meridionales. Así, esperamos con que los reptiles sean más frecuentes que los anfibios en sitios mas xerófitos (véase los Resultados y la Discusión).

Endemismo

Los bosques occidentales de Ecuador debajo de la elevación de 900 m tienen los más altos niveles de endemismo biológico (e.g. Borchenius 1997). Se ha estimado que cerca de 20% de la flora de Ecuador occidental es endémica a esa región (Gentry 1982). De hecho, varias plantas (Dodson y Gentry 1991) y animales (Lynch y Duellman 1997) solo son encontrados en esta localidad. Estos extremistas endémicos se limitan a menudo a una solo región de una montaña, separada de otras zonas similares a través de áreas de baja-elevación. Por ejemplo Cerro Montecristi es una pequeña montaña de solamente 370 m de elevación de los alrededores y de 15 kilómetros de ancho en su eje más largo (Dodson y Gentry 1991). No se encuentra menos de nueve hábitats florísticos distintos, cada uno en un nivel de micro elevación distinta. En cada hábitat está por lo menos una especie de orquídea; algunas de estas especies son endémicas a esta montaña en particular. Claramente, la pérdida de un remiendo relativamente pequeño del hábitat en los plomos occidentales de Ecuador, conduce y había conducido ciertamente, a la extinción de muchas especies “gama-limitadas” (Dodson y Gentry 1991).

Amenazas a la Biodiversidad

Las amenazas a la biodiversidad costera de Ecuador son muchas, pero se relacionan en última instancia con presión y desarrollo de población. La agricultura es la forma de devastación más desarrollada en la región, con zonas enormes del bosque cortado solamente para el pastoreo. Las plantaciones de plátano y de cítricos también desempeñan un papel grande en la economía regional, y mucho bosque ha estado despejado para estas cosechas. La palma de aceite (*Guineensis delelaeis*) y el eucalipto (*Eucalipto spp.*) también ahora están siendo plantados en larga escala en la región. El corte de madera ha tenido el impacto más persistente y penetrante en bosques de otra manera intactos, y hay muy pocas áreas donde no se han registrado por lo menos el corte selectivo de madera (Sierra y Stallings 1998). Incluso en las áreas que no son consideradas deforestadas, el corte selectivo tuvo un impacto extremo, quitando árboles predominantemente grandes en bosque primario, o de árboles viejos (Sierra y Stallings 1998).

Reptiles y anfibios

Muy poco se sabe acerca de la distribución y abundancia de reptiles y anfibios en el occidente de Ecuador. Esto es particularmente verdadero en se tratando de reptiles; solamente una de las 48 especies de reptiles por nosotros documentados fue evaluada por la “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources” (IUCN; Tabla 2). En se tratando de anfibios, la mayoría ha sido evaluada. Sin embargo, estas especies que ya fueran evaluadas son frecuentemente clasificadas basadas en datos incompletos, sin ninguna información en tendencias de poblaciones. La falta de

conocimiento sobre reptiles y anfibios en el occidente de Ecuador es alarmante, considerando la importancia de estos taxones en conservación. Los anfibios en particular son excelentes especies indicadoras, y nos pueden informar sobre una larga gama de problemas ecológicos, desde toxinas ambientales hasta el calentamiento global (Kiesecker et al. 2001).

Sitios De Estudio

Nuestras áreas de estudio van de los sitios más mesic en el norte de Mache Chindul hasta sitios extremadamente estacional apenas al sur de la línea del ecuador (Tabla 1, Fig. 1). Dos sitios de estudios fueron primariamente establecidos (Tito Santos y Lalo Loor) pero también recordamos datos de observaciones fortuitas en otros sitios. Uno de nuestros sitios de estudios primarios, la hacienda la Siberia en Mache Chindul, así como un sitio de información suplementar, Pata de Pajaro, son clasificados como bosque húmedo puro. Dos de los sitios, Tito Santos y Lalo Loor, represente bosques secos puros y bosques transición entre secos y húmedos. Dos sitios, Don Juan y Pedernales, son primariamente urbanos y las observaciones echas en estos sitios fueran adentro de los limites de los pueblos o en las cercanías.

Disturbios ecológicos en los sitios no- urbanos son causados principalmente por agricultura, siendo el pastoreo la más predominante de ellas. Tito Santos y Lalo Loor se sitúan en haciendas de leche. Las investigaciones aya fueron principalmente en los bosques al rededor de los potreros, pero algunas observaciones de producción de madera en los ocurra también allí.

Objetivos

1) Proporcionar datos básicos para la composición de la comunidad de reptiles y anfibios en hábitates arriesgados, previamente poco estudiados en la Provincia de Manabí. 2) Examinar las variaciones en reptiles y anfibios y utilizar esta información para estudios de sistemática y de taxonomía.

Study Site	Hábitates	Modificaciones	Latitud	Longitud
Reserva Bosque Seco Tito Santos	El Bosque Seco y de Transición Húmedo/Seco; el Desarrollo Campo	Ganado, la Deforestación	S 00.15391	W 080.19553
Estación Biológica Lalo Loor	El Bosque seco y de transición Húmedo/Seco, el Desarrollo Campo	Ganado, la Deforestación	999 0552 N	17 594576E
Hacienda Siberia	El Bosque Humio, el Desarrollo Campo	Ganado, la Deforestación, el Desarrollo	624255 622722	24425 0024602
Pata de Pajaros	Humid Forest	Produccion de Madera	000 404	614 230
Pedernales	El Urbano	Desarrollo		
Punta Prieta	El Campo	Desarrollo	9985416	17586409
Don Juan	El Campo, Mangrove	Desarrollo, el Ganado	S 00.14285	W 080.23224

Table 1. Study sites.

Métodos

Fueron utilizados avistamientos al longo de líneas de transects como nuestro método primario. Los transects eran sobre todo senderos y ríos, y fueron elegidos para reflejar la gama de hábitat y micro hábitates disponibles en cada sitio. Las investigaciones fueran conducidas generalmente en la noche, entre las 1900 y las 0400 horas. Algunas

observaciones adicionales fortuitas fueron registradas, a menudo, alrededor de edificios y de senderos. Algunos registros fueron hechos según fotografías tomadas por el personal de las reservas, cuando a ellas se podía atribuir una localización y identificación confiables.

Después de la captura, cada animal fue identificado al nivel de especie basado en la literatura disponible. Si la identificación no era posible, notas detalladas así como fotografías referentes a sus características fueron tomadas. Una serie de especímenes fue colectada durante nuestro primer viaje (Tito Santos, Enero de 2003). Especímenes adicionales no identificados fueron colectados en otras cuando necesario. Todos los especímenes fueron depositados en las colecciones del museo de la Escuela Politécnica Nacional en Quito. Notas adicionales fueron tomadas en la captura con respecto a tamaño de cuerpo, sexo, micro-hábitat, y comportamientos. Coordenadas geográficas (GPS) fueron tomadas siempre que teníamos señal de satélites, lo que muchas veces no ocurrió por estamos bajo a grandes árboles o debido a las condiciones atmosféricas.

	IUCN Estado*	Tito Santos Enero 2003	Julio 2003	Lalo Loor Julio 2004	Mayo 2005	Pedernales Julio 2004	Punta Prieta Junio 2005	Don Juan 2003	Hacienda Siberia Julio 2004	Mayo 2005	Pata de Pajaros Julio 2004	Total
Total Survey Days		15	14	20	15	1	2	2	2	2	2	75
Anfibios												
<i>cf. Bolitoglossa sima</i>	VU										1	1
<i>cf. Caecilia nigricans</i>	LC	1										1
Caecilian	-				1							1
Anfibios – Anura	-											
<i>Agalychnis litodryas</i>	VU									1		1
<i>Barycholos pulcher</i>	LC	69	3	10	6			21			1	110
<i>cf. Barycholos pulcher</i>	LC		1									1
<i>Bufo margaritifer</i>	LC								13	13		26
<i>Bufo marinus</i>	LC	123	9	37	170			94	2			435
<i>Colostethus awa</i>	VU								1		8	9
<i>Colostethus machalilla</i>	NT	73	92	153	24				1	16		359
<i>Dendrobates sylvaticus</i>	NT								5			5
<i>Eleutherodactylus achatinus</i>	LC	39	16	10	4			2	5	2	10	88
<i>Eleutherodactylus longirostris</i>	LC								1	6		7
<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	LC	5			2					2		9
<i>Hyla cf. alytolylax</i>	NT									1		1
<i>Hyla pellucens</i>	LC								2	12		14
<i>Hyla rosenbergi</i>	LC	1	10	8	12							31
<i>Hyla sp.</i>					1		2					3
<i>Leptodactylus sp</i>					1							1
<i>Leptodactylus labrosus o ventrimaculatus</i>	LC	65	1		25		4	4	3	5		107
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	LC									2		2
<i>Phrynohyas venulosa</i>	LC	40		7				4			1	52
<i>Physalaemus sp</i>		5	1		2			1				9
<i>cf. Physalaemus sp.</i>			1									1
<i>Scinax sugillatus</i>	LC	9	2	17		1						29
<i>Smilisca phaeota</i>	LC	9	1		2							12
<i>Trachycephalus jordani</i>	LC	5			2			2				9

Numero de individuos	444	137	242	252	1	6	128	33	60	21	1324
Numero de especies	13	11	7	13	1	2	7	9	10	5	27
Individuos/día	29.6	9.78571	12.1	16.8	1	3	64	16.5	30	10.5	17.65333
Especies/día	0.866667	0.78571	0.35	0.866667	1	1	3.5	4.5	5	2.5	0.36
Index de diversidad de Shannon(H)	1.99	1.21	1.24	1.24	-	-	0.91	1.82	1.92	1.16	2.03

Reptiles

<i>Rhinoclemmys annulata</i>	LR	1		1	2						4
<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	NE				1						1
Reptiles – Sauria											
<i>Ameiva cf. ameiva</i>	NE	2									2
<i>Ameiva edracantha</i>	NE					6					6
<i>Ameiva septemlineata</i>	NE	36	18	7	11		1	1			74
<i>Anolis bitectus</i>	NE	2	2								4
<i>Anolis cf fraseri</i>	NE								2		2
<i>Anolis princes</i>	NE	3	1	5	1				2		12
<i>Anolis sp.1</i>										3	3
<i>Anolis sp.2</i>				1							1
<i>Anolis sp.3</i>									1		1
<i>Basiliscus galeritus</i>	NE							8	4		12
<i>Diploglossus monotropis</i>	NE								1		1
<i>Enyalioides microlepis</i>	NE			1							1
<i>Enyalioides heterolepis</i>	NE							1			1
<i>Gonatodes caudiscutatus</i>	NE	2	4	1	1			1			9
<i>Iguana iguana</i>	NE	4	4	4	1			26			39
<i>Lepidoblepharis buchwaldi</i>	NE			4						2	6
<i>Microteiid</i>										3	3
<i>Phyllodactylus reissii</i>	NE				1	4	2				7
<i>Ptychoclossus sp.</i>			1								1
<i>Stenocercus iridescens</i>	NE	45	18	35	10		3		2		113
<i>Thecodactylus rapicaudata</i>	NE	2	1		1		1				5

Reptiles – Serpentes												
<i>Boa constrictor</i>	NE											
<i>Bothriechis schlegelii</i>	NE	1	1	2							4	
<i>Bothrops asper</i>	NE			1				2			3	
<i>Chironius exoletus</i>	NE	1	11	4	1						17	
<i>Clelia clelia</i>	NE		1							2	1	
<i>Coniophanes dromiciformis</i>	NE										2	
<i>Dendrophidion percarinatus</i>	NE	4		1	1						6	
<i>Dipsas andiana</i>	NE			1							1	
<i>Dipsas gracilis</i>	NE	1	2	1	2						6	
<i>Drymobius rhombifer</i>	NE		1	1	1						3	
<i>Imantodes cenchoa</i>	NE							1			1	
<i>Lachesis acrochorda</i>	NE	1		1	2	1					5	
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	NE							1			1	
<i>Leptophis ahaetulla</i>	NE	10	12	13	10	2		1	1	1	50	
<i>cf. Leptotyphlops sp.</i>	NE	2									2	
<i>Mastigodryas sp.</i>			1								1	
<i>Micrurus bocourti</i>	NE	1			2						1	
<i>Oxybelis aeneus</i>	NE	1									3	
<i>Oxybelis brevirostris</i>	NE									1	1	
<i>Oxyrhopus petola</i>	NE	1	1	1							3	
<i>Psuestes poecilonotus</i>	NE		2								2	
<i>Psuestes cf. shorpshirei</i>	NE				1						1	
<i>Sibon nebulata</i>	NE	3	3		1				1		8	
<i>cf. Spilotes pullatus</i>	NE	1	2								3	
<i>Tantilla supracincta</i>	NE	2		1						1	4	
<i>Xenodon rhabdocephalus</i>	NE	1		1							2	
Numero de individuos		128	86	87	50	10	10	28	12	18	11	440
Numero de especies		24	19	21	18	2	6	3	5	10	6	49
Individuos/día		8.5333333	6.14286	4.35	3.3333333	10	5	14	6	9	5.5	5.866667
Especies/día		1.6	1.35714	1.05	1.2	2	3	1.5	2.5	5	3	0.653333
Index de diversidad de Shannon(H)		2.12	2.36	2.22	2.35	-	-	-	1.09	2.09	1.67	2.76

Totales:											
Numero de individuos	572	223	329	302	11	16	156	45	78	32	1764
Numero de especies	37	30	28	31	3	8	10	14	20	11	76
Total de dias de investigacion	15	14	20	15	1	2	2	2	2	2	75
Individuos/Dia	38.1	15.9	16.5	20.1	11.0	8.0	78.0	22.5	39.0	16.0	23.5
especies/Dia	2.5	2.1	1.4	2.1	3.0	4.0	5.0	7.0	10.0	5.5	4.3

Tabla 2. Diversidad alfa de los Sitios de estudio en Ecuador occidental. * Estado de IUCN: EX: Extinto; CR: en peligro crítico; EN en peligro; VU: Vulnerable; NT: Cerca De Amenazado; LR: Bajo el Riesgo; LC: Menor Preocupación; DD: Datos Deficientes. NE: No evaluado.

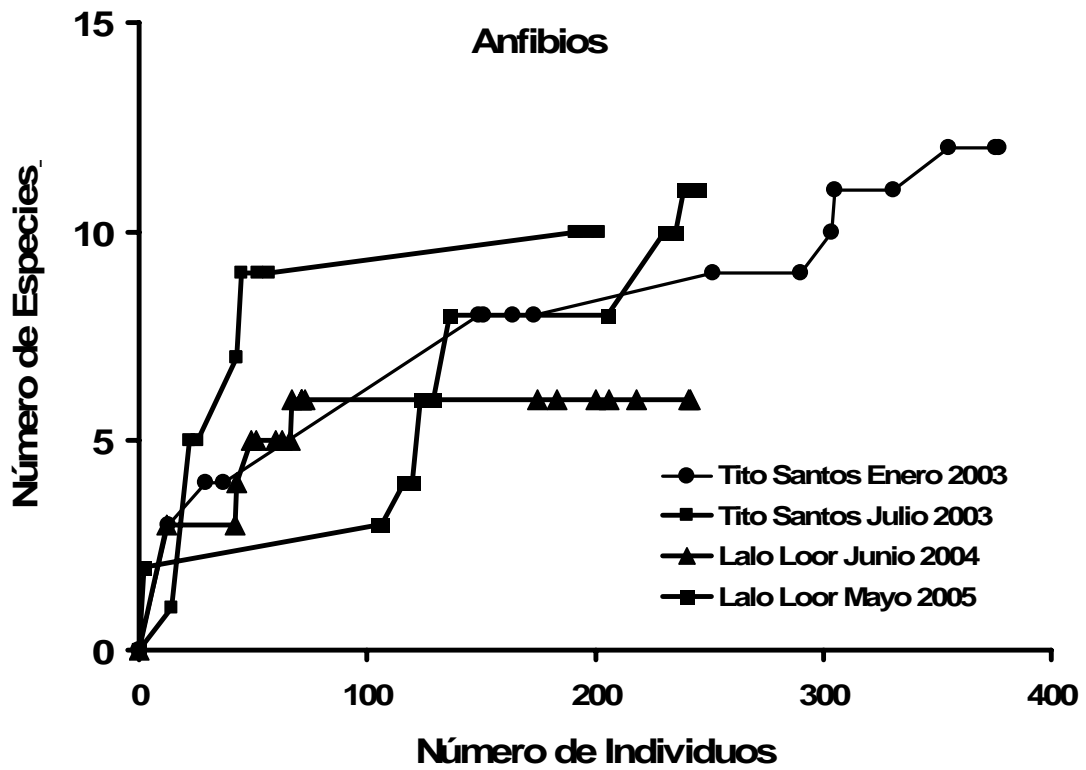
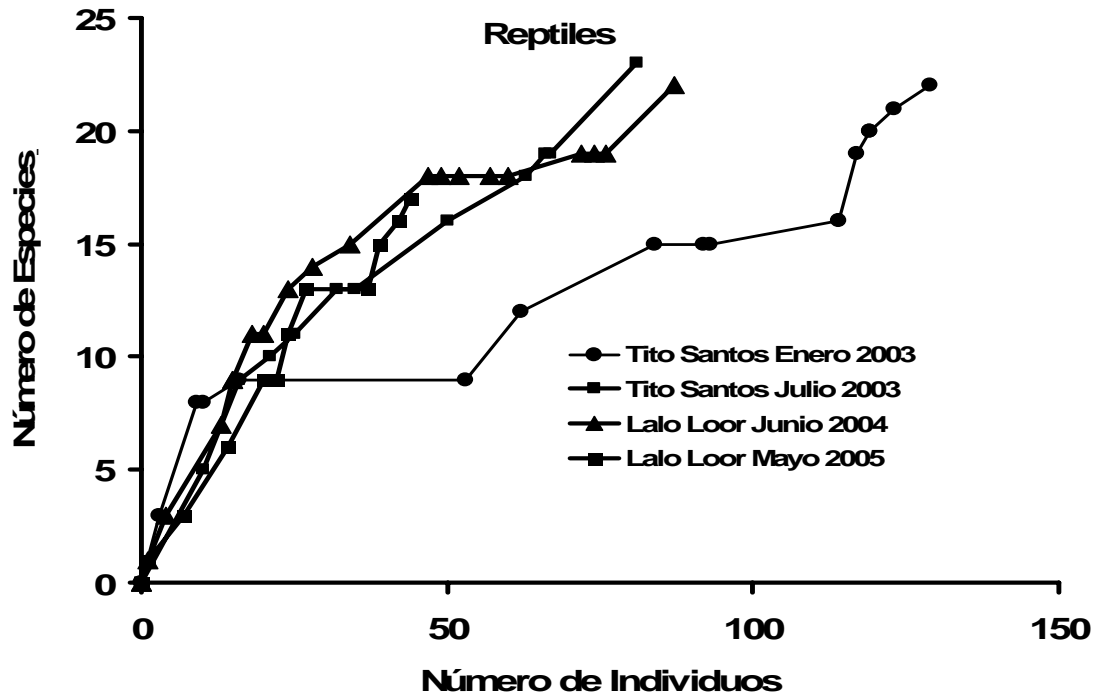


Fig. 1. Curva de acumulación de especies.

Especialistas en Areas de Disturbio

Había varias especies que eran muy frecuentes alrededor de disturbios humanos, tales como senderos, pastos, y edificios. *Bufo marinus* era el animal más comúnmente encontrado, y raramente fue encontrado a más de algunos metros de actividades humana. De hecho, muchos *B. marinus* en Tito Santos estaban infestados con garrapatas. Entre los reptiles, *Stenocercus iridescens*, *Iguana iguana*, y *Leptodeira septentrionalis* eran los más comunes encontrados, y todos asociados a actividades humanas. *S. iridescens* fue observado como sendo un especialista de medios a largos espacios abiertos en los bosques, y hizo muy bien en montes de madera y alrededor de árboles calidos. Una pequeña proporción de estos lagartos era encontrada en bosque seco primario. Eran a menudo muy domésticos y accesibles. *I. iguana* era el más común en y alrededor de ciudades. *L. septentrionalis* era la única serpiente encontrada en grande abundancia. Fue encontrada en gran parte alrededor de actividades humanas, pero estaba también absolutamente frecuente en áreas más imperturbadas.

Otras especies, mientras que no necesariamente especialistas de disturbio, seguían siendo comunes alrededor de disturbios humanos. De las cinco *Boa constrictor*, dos fueron encontradas en campos agrícolas y dos fueron encontrados muertas en el camino. Muchos informes fueron oídos de residentes que matan y queman a las serpientes grandes, y su descripción empareja con la descripción de *B. constrictor*. *Colostethus machalilla* era el segundo animal mas común, y podía ser encontrado en casi todas rocas de los ríos donde había cobertura de árboles, independiente de actividades humanas.

Hábitates	Sitios	Origen	Diversidad de Anfibios	Diversidad de Reptiles
Bosque tropical muy seco/ Bosque tropical seco/Urbano	Lalo Loor, Tito Santos, Pedernales, Don Juan, Punta Prieta	Este estudio	18	39
Bosque predominante Húmedo/Bosque tropical humedo	Mache Chindul, Pata de Pájaros	Este estudio	16	17
Bosque tropical Húmedo pre-montano	Bilsa, noreste de Mache Chindul Mts.	G. O. Vigne, pers. comm.	22	34
Bosque tropical húmedo pre montano	Rio Palenque	K. Miyata, 1982	63	82
Tabla 3. Diversidad alfa de la fauna herpetologica de sitios Ecuatorianos				

Status de Conservación

La mayoría de la especies de anfibios encontrada había sido evaluada para el estado de la conservación por el IUCN Redbook (Tabla 2). Dos especies de rana y una de salamandra fueron enumerados como vulnerables: *Agalychnis litodryas*, *Colostethus awa* y *Bolitoglossa sima* (este ultimo es solamente una tentativa de identificación). Las tres especies adicionales fueron enumeradas como casi amenazadas: *Dendrobates sylvaticus*, *C. machalilla* y *Hyla alytolylax*

El “near threatened status” de *C. machalilla* es algo dudoso según el estudio actual. *C. machalilla* era la segunda especie mas común, solamente detrás *Bufo marinus* en los números totales vistos. También fue visto en la mayoría de nuestros sitios de estudio, y en una variedad de hábitates. Era al parecer resistente a los disturbios humanos. Solamente una especie de reptil encontrado en este estudio, *Rhinoclemmys annulata*, ha sido evaluado por IUCN. Este hecho señala la carencia de información sobre tendencias

de población y distribuciones de los reptiles en el occidente de Ecuador, y la necesidad de estudios adicionales para recopilar estos datos importantes.

Trabajo Futuro

Para los estudios futuros, deseamos establecer sitios adicionales de estudio en la provincia de Manabí. Nuestro sitio permanente primario de estudio, Lalo Loor, contiene sobre todo bosque húmedo de transición a bosque seco. En un sitio adicional al sur de Lalo Loor en bosque seco puro esperase encontrar muchas especies en común con Lalo Loor, así como especies adicionales únicas a la región. También deseamos establecer uno o más sitios permanentes de bosque húmedo al norte y al este de Lalo Loor en en la región sur de Mache Chindul, por ejemplo en Pata de Pajaros y hacienda Siberia. Combinados, estos sitios darán una perspectiva única en un ‘ecotone’ agudo entre bosque seco y húmedo.

Además de establecer sitios adicionales de estudio, deseamos utilizar técnicas adicionales de investigaciones para el herpetofauna. Específicamente, deseamos utilizar “quadrat surveys” y “drift fences” con trampas. Esperamos encontrar más especies con éstas técnicas, particularmente las que viven en el suelo en el medio de las hojas secas.

El trabajo futuro también ira avaluar los especimenes no identificados para la sistemática. És esperado que sean descubiertas nuevas especies, y los esfuerzos continuados explorarán estas posibilidades.

Referencias

- BORCHSENIUS, F. 1997. Patterns of plant species endemism in Ecuador. *Biodiversity and Conservation*. 6:379-399.
- BULLOCK, S.A., H. A. MOONEY AND E. MEDINA. 1995. *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press. 450 pp.
- CAÑADAS L AND W ESTRADA. 1978. Ecuador mapa ecológico. PRONAREG-Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- CONSERVATION INTERNATIONAL. 2006.
http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/tumbes_choco/
- DODSON, C.H. AND GENTRY, A.H. 1991. Biological extinction in western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78: 273-295.
- GENTRY, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*. 15:1-84.
- HOLDRIDGE, L. R. 1967. *Life zone ecology*. San Jose Tropical Science Center. 206 pp.
- KIESECKER, J. M., A. R. BLAUSTEIN, AND L. K. BELDEN. 2001. Complex causes of amphibian population declines. *Nature* 410:681-684.
- LYNCH, J. D. AND W. E. DUELLMAN. 1997. *Frogs of the genus Eleutherodactylus in western Ecuador*. University of Kansas Natural History Museum. Special Publication No. 23. Kansas.
- MIYATA, K. A. 1982. Unpublished Ph.D. Dissertation.
- MURPHY, P.G. AND A. LUGO. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17:67-88.
- SASA, M. AND F. BOLANOS. 2004. Biodiversity and conservation of Mesoamerican dry-forest herpetofauna. pp. 177-193 in: *Biodiversity conservation in Costa Rica: Learning the lessons in a seasonal dry forest*. Frankie, G. W., A. Mata and S. B. Vinson (Eds.). University of California Press, Berkeley.
- SIERRA, R. AND J. STALLINGS. 1998. The dynamics and social organization of tropical deforestation in northwest Ecuador, 1983-1995. *Human Ecology*. 26:135-161.