

Owen, R.D. 2000. La importancia de los inventarios cuantitativos en la conservación de la fauna silvestre. Pp. 15-28, in Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamerica (E. Cabrera, C. Mercolli, and R. Resquín, eds.). Fundación Moises Bertoni, Asunción, Paraguay.

LA IMPORTANCIA DE LOS INVENTARIOS CUANTITATIVOS EN LA CONSERVACION DE LA FAUNA SILVESTRE

Robert D. Owen¹

Palabras clave: Inventarios cuantitativos; conservación; diversidad; murciélagos; Paraguay

Abstract: Numerous techniques have been developed to measure the richness, diversity, and community structure of a habitat, region, or area under biological investigation. Further, a variety of methods are available to quantitatively compare areas which are under study, and these methods may be used for comparative evaluations, in order to prioritize the criteria for conservation of the areas. Nevertheless, these quantitative measures and comparisons appear to be underutilized in conservation efforts, with a growing tendency toward "rapid" methods of evaluation. The "rapid" assessments are essentially non-quantitative, generating only species lists. Not only are these lists incomplete, but also it is difficult to evaluate the extent and nature of their incompleteness, and therefore to compare confidently among areas or habitats. "Rapid" biological assessments probably are useful for some purposes, but these are primarily political and financial, to generate political and financial support toward conservation of an existing reserve. Rational biological decisions, particularly those which involve comparisons among potentially important areas for conservation, require quantitative data, as well as explicit quantitative questions concerning comparative criteria (e.g. richness vs. diversity vs. rareness), in order to prioritize conservation efforts. Based on a study of several years, of small mammals in thirty localities in Paraguay, examples are provided of the types of questions which can be framed in a quantitative comparative context, in order to form correct biological decisions concerning rational priorities for conservation efforts.

INTRODUCCION

La mayoría de nosotros estamos de acuerdo que conservar nuestros recursos naturales es lo mejor que podemos hacer. Muchos también acordarán que la conservación de los recursos naturales implica la habilidad de conocer las limitaciones que esto conlleva. Estas limitaciones provienen de numerosas fuentes (legales, financieras, políticas, sociales, etc.). No podemos conservar todo en absoluto estado natural. De hecho, muchos sectores de nuestra sociedad dirían que ni siquiera deberíamos pensar en conservar los recursos.

Cualquiera sea el caso, está claro que es demasiado tarde para mantener todo en estado natural, o inclusive tratar de mantenerlos en su estado actual - el desarrollo está avanzando, el uso de la tierra está cambiando, ya sea para la agricultura, la industria, transporte o urbanización. Así que, para aquellos de nosotros que estamos de acuerdo con el principio de la con-

servación, de al menos, una parte de nuestros recursos naturales, tenemos la tarea decidir cuánto de los recursos naturales deben ser conservados, y específicamente "qué" deseamos conservar. ¿Por qué tomar estas decisiones son importantes? Porque, probablemente, tengamos una sola oportunidad, ya que los diferentes habitats que tenemos hoy pueden desaparecer mañana. En este trabajo trataré de convencerlos de que estas decisiones deben ser tomadas teniendo en cuenta procesos científicos racionales, basados en un adecuado conteo biológico cuantitativo, así como también, a través del análisis detallado de los mismos.

Por un lado, si ahora tomamos buenas decisiones basadas en datos científicos, podemos asegurarnos que estamos maximizando los efectos de nuestros esfuerzos hacia la conservación de los recursos naturales. Por otro lado, si tomamos decisiones rápidas basadas en datos inadecuados y análisis insuficientes, nuestros esfuerzos no tendrán el máximo efecto

¹Dept. of Biological Sciences, Texas Tech University, Lubbock, TX 79409-3131, USA, y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay. rowen@conexion.com.py



posible, o por lo menos el esperado.

Para fundamentar esta postura, usaré como ejemplo los resultados de un estudio de pequeños mamíferos que se ha llevado a cabo en el Paraguay. Este estudio fue diseñado para proporcionar un conocimiento sistemático y detallado de los pequeños mamíferos del país, que fueron muestreados en todas las áreas geográficas, en la mayoría de los hábitats que existen en el país. Se han muestreado extensivamente 25 sitios en todo el Paraguay (Fig. 1). En cada uno de los sitios se han colectado pequeños mamíferos durante aproximadamente 10 noches, muestreando en cada uno de los diferentes hábitats encontrados en la zona. Estos sitios fueron muestreados no sólo por lo que representaron los mismos, en

cuanto a la variedad de hábitats y comunidades naturales, sino porque también existe la posibilidad de protección y conservación. Los sitios de muestreo incluyen áreas designadas como Parques Nacionales (que en algunos casos aún se encuentran bajo administraciones privadas), reservas forestales como la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú con un plan de conservación administrado por la Fundación Moisés Bertoni, y otras categorías de administración de tierras que pueden ser consideradas en estado de información a agencias de conservación, gubernamentales o no-gubernamentales, con el fin de utilizarlo en forma de decisiones y así determinar las prioridades a tener en cuenta a las cuales me estoy refiriendo aquí.



Figura 1 - Mapa de Paraguay mostrando los 25 sitios de muestreo. Para localizaciones exactas de los sitios, ver Willig et al. (en prensa).



Una parte esencial del concepto de información biológica, es la necesidad de realizar colecciones científicas antes que datos de observación directa o inclusive de captura-recaptura. Sin las colecciones científicas, las identificaciones podrían ser o no correctas, en cualquiera de los casos no podrían ser verificables. También es cierto que algunas especies podrían no ser ni siquiera detectadas. Esto ocurre especialmente con las especies raras o inesperadas para ciertas áreas, que también son importantísimas de registrar. Estas especies pueden incluir especies difíciles de detectar o distinguir, o especies nuevas para la ciencia y aquellas que se encontrarían en un área de distribución diferente de lo que se esperaría para la especie.

Los especímenes de colecciones científicas proveen datos que son medidas verificables y cuantitativas de cada sitio. Estos datos pueden dar valores específicos para unos sitios como ser: riqueza específica, diversidad específica, presencia y abundancia de especies raras, composición de comunidades, etc. Estos valores pueden ayudar a determinar la importancia de conservar estos sitios. Y más importante aún, si el muestreo es conducido adecuada y uniformemente, estos datos pueden ser usados para realizar comparaciones detalladas e informativas entre sitios de modo a poder tomar decisiones en cuanto a sus prioridades de conservación. Si nuestro criterio de priorización de sitios está establecido explícitamente y está basado en principios válidos de conservación, y si nuestros datos son detallados, cuantitativos y verificables, podremos tomar decisiones razonables en cuanto a las prioridades de conservación.

A pesar de que nuestro inventario incluyó colecciones de todos los pequeños mamíferos, utilizaré como ejemplo, los datos que poseemos sobre murciélagos. Por muchos motivos, éste podría ser un grupo razonable en el cual basar decisiones de conservación (Kalko, 1997). Los murciélagos están representados por numerosas especies (se conocen 54 especies en Paraguay). (López-González,

1998) Diferentes especies de murciélagos ocupan una amplia variedad de nichos con requerimientos alimenticios tan diversos como ser: fruta, néctar, insectos de varias clases, pequeños vertebrados, sangre de aves o mamíferos, y peces. Por lo tanto, los murciélagos incluyen una amplia variedad de herbívoros y carnívoros, que se alimentan de diferentes substratos: acuáticos, aéreos, arbóreos y terrestres. Por estas razones, los murciélagos como grupo deben ser un buen indicador de la calidad de hábitat y de la diversidad biótica del área.

En el estudio de los 25 sitios, se obtuvieron 3.989 capturas representando 43 especies (23 géneros, 5 familias) de murciélagos (Willig et al., en prensa). Para este ejemplo, se eligieron no más de seis áreas, a las cuales dar prioridad de conservación. Seis es un número arbitrario, pero que pueda ser razonable para un país del tamaño de Paraguay. De esta manera, seleccionamos seis de nuestros 25 sitios, basados en algún criterio razonable. Un posible criterio de selección podría ser el elegir los seis sitios que juntos conservarían el mayor número total de especies. ¿Cómo saber cuál grupo de seis sitios contiene el mayor número de especies? Podemos pensar que simplemente se puede revisar cada grupo de seis sitios que se pueden formar de los 25 sitios del estudio, y ver cual grupo tiene el mayor número total de especies encontradas. Sin embargo, el número de muestras de seis que pueden ser formadas de un total de 25 es $(25!/19!)/6!$. Esto significa que tendríamos que controlar cada uno de los 177.100 grupos de seis sitios, agregando el total de número de especies encontradas en ellos, y comparando estos totales entre sí. Quizás se pueda utilizar otro algoritmo para dicha selección.

Todos los valores de la matriz de especies por sitio fueron transformados a raíz cuadrada, un procedimiento comúnmente recomendado cuando los datos son conteos de items (Sokal & Rohlf, 1973). Esta transformación tiene el efecto de volver a las varianzas más independientes de la media, y también re-



ducir los efectos de especies extremadamente comunes en el análisis. Todos los análisis subsecuentes se basaron en los datos transformados a raíz cuadrada.

Se calculó la riqueza específica para cada sitio y los sitios fueron ordenados teniendo en cuenta estos índices. La riqueza específica es simplemente la cantidad de especies encontradas en el sitio. También, se calculó la diversidad específica, usando el "índice de información" $H' = -\sum(p_i \ln(p_i))$, en donde p_i es la proporción del total de los individuos encontrados en un sitio, que está representada por la especie "i" (McNaughton & Wolf, 1979).

Luego, los sitios se volvieron a ordenar por riqueza específica y por diversidad es-

pecífica (Tabla 1). La riqueza específica y la diversidad específica variaron considerablemente, pero ambos fueron máximos en los sitios 13, 04, 14, y 01 (Fig. 2), que son respectivamente el Parque Nacional Serranía de San Luis (Depto. Concepción), Estancia Sombrero (Depto. Cordillera), Estancia Yacare (Depto. Ñeembucu) y Estancia La Victoria (Depto. Pte. Hayes). Los seis sitios con mayor diversidad específica incluyeron los cuatro anteriores más Laguna Placenta (Depto. Alto Paraguay) y Yacyreta (Depto. Misiones). Los seis sitios con mayor riqueza específica incluyeron los cuatro primeros más la Reserva Privada Itabó (Depto. Canindeyú) y Estancia Samaklay (Depto. Pte. Hayes), cerca del Parque Nacional Tinfunqué.

Tabla 1.—Riqueza y diversidad de especies, por sitio. Los sitios se muestran en la Fig. 1.

<u>SITIO</u>	<u>RIQUEZA DE ESPECIES</u>	<u>SITIO</u>	<u>DIVERSIDAD DE ESPECIES</u>
13	25	13	2.92
04	18	04	2.69
14	17	14	2.63
01	14	01	2.49
18	13	08	2.36
21	13	17	2.18
08	12	19	2.17
19	12	18	2.17
12	11	21	2.14
17	11	06	2.14
05	9	12	2.13
06	9	16	2.08
07	9	07	2.07
15	9	05	2.04
16	9	15	1.96
09	8	09	1.88
11	8	23	1.83
20	8	02	1.81
23	8	11	1.81
24	8	24	1.71
02	7	20	1.66
22	6	22	1.54
10	5	25	1.54
25	5	10	1.35
03	3	03	0.95



A medida que avanzamos con el ejemplo con varios análisis, continuaremos examinando nuestro criterio del número total de especies encontradas en los seis sitios seleccionados. Nuevamente, este criterio es arbitrario y probablemente simplista, pero será útil para comparar el resultado de los algoritmos de varios sitios seleccionados. Los cuatro primeros

sitios con mayor riqueza específica muestran un total de 32 especies de murciélagos, pero los sitios con los valores de riqueza específica en quinto y sexto lugar, no contribuyen con especies adicionales (Tabla 2). Por lo tanto, nuestro criterio de "riqueza específica provee protección a 74% de las 43 especies de murciélagos encontrados en el estudio.

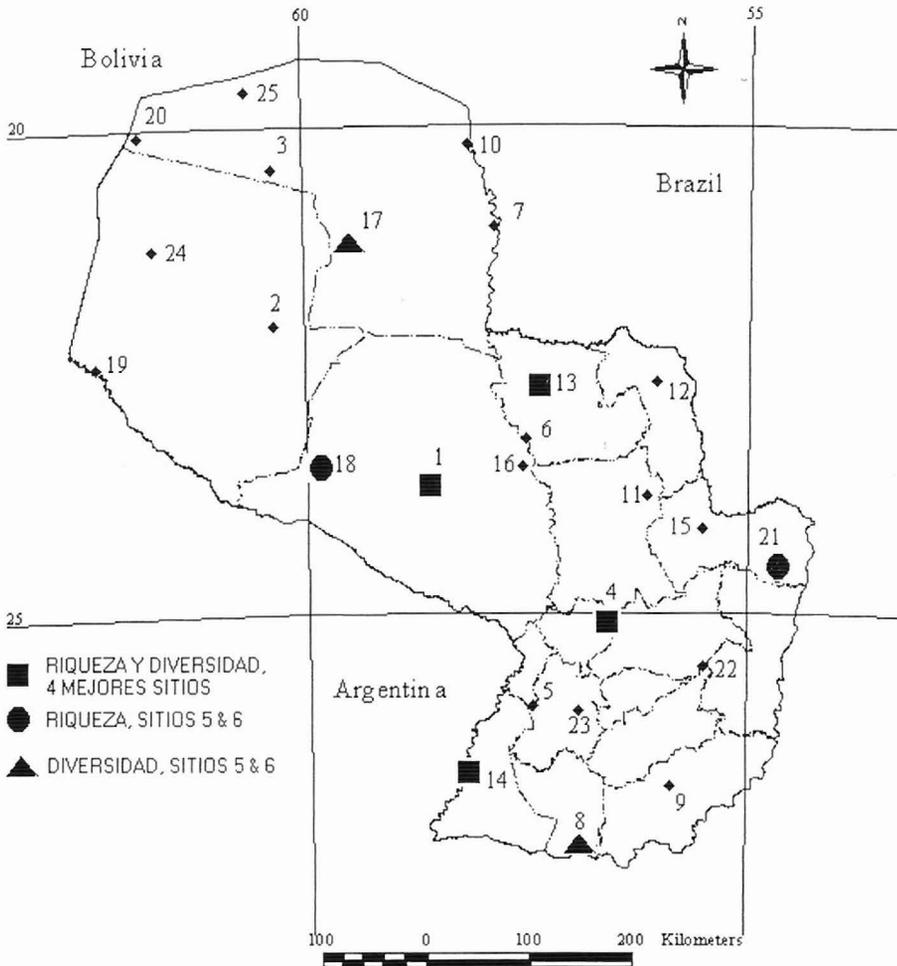


Figura 2.—Mapa de Paraguay, mostrando los seis mejores sitios, según los criterios de riqueza y diversidad de especies.



Los mismos cuatro sitios tienen un alto índice de diversidad específica, pero los sitios en quinto y sexto lugar (Yacretá y Laguna Placenta) contribuyen con un adicional de cinco especies, para un total de 37 o 86% de las 43

especies encontradas en los 25 sitios. Por lo tanto, según nuestro criterio del total de especies encontradas, es mejor seleccionar los seis sitios con mayor diversidad específica, en vez de aquéllos con máxima riqueza específica.

Tabla 2.- Total de especies encontradas en los seis sitios de mayor riqueza y diversidad específica.

<u>RIQUEZA ESPECIFICA</u>			<u>DIVERSIDAD ESPECIFICA</u>		
<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>	<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>
13	25	25	13	25	25
04	1	26	04	1	26
14	2	28	14	2	28
01	4	32	01	4	32
21	0	32	08	2	34
18	0	32	17	3	37

¿Pero qué sucede con las especies raras? Nuestro mejor método de selección (diversidad específica) no incluye 14%, o aproximadamente uno de cada siete especies en nues-

tro plan de conservación (Tabla 3). Por lo cual tal vez cambiaríamos nuestro método de selección, de modo a incorporar explícitamente información a cerca de las especies raras.

Tabla 3. - Especies no encontradas en los seis sitios con la diversidad de especies más alta, mostrando las diferentes clases de rareza. Se muestran los sitios donde las especies raras aparecen.

<u>FAMILIA</u> <u>Especie</u>	<u>SITIOS</u>							<u>TOTAL</u>
	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>15</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	
<u>NOCTILIONIDAE</u>								
<u>PHYLLOSTOMIDAE</u>								
<i>Chrotopterus auritus</i>	0	1	2	0	0	0	0	3
<u>NATALIDAE</u>								
<u>VESPERTILIONIDAE</u>								
<i>Eptesicus diminutus</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Histiotus macrotus</i>	0	0	0	6	0	0	0	6
<u>MOLOSSIDAE</u>								
<i>Molossus bondae</i>	37	0	0	0	0	0	0	37
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	0	0	0	0	7	0	40	47
<i>Promops nasutus</i>	0	0	0	8	0	0	0	8



Hay por lo menos dos clases de "rareza". Una es medida por el número de individuos del total de especies capturadas en el estudio, a la cual llamaré: "rareza general". Una especie que tiene una rareza general puede ser encontrada en varios o muchos sitios, pero nunca en grandes cantidades. Se calculó la rareza general para cada especie como $RG = 33 - \sqrt{\Sigma}$ donde $\sqrt{\Sigma}$ es la raíz cuadrada de la sumatoria de todas las capturas de esa especie. El mayor número de captura fue 1.080, por lo tanto la rareza general (RG) oscila entre 0,14 (no raro) y 32,00 (solo un individuo capturado). Por lo tanto, cada valor en la matriz de especie por sitio puede ser cero (la especie no fue encontrada en ese sitio) o puede tener el valor de RG para esa especie (si la especie fue encontrada en ese sitio). Para cada sitio se suman todos los valores de RG de todas las especies encontradas (ΣRG_i). Por lo tanto, la presencia de una especie de rareza general en un sitio aumenta el valor de la sumatoria de RG. Se ordenan los sitios según esta suma.

La otra clase de rareza se mide por el número de sitios en los cuales la especie se encuentra y a la cual llamaré "rareza por sitio". Una especie que es denominada rara por sitio se encuentra en uno o pocos sitios, aunque la misma pueda existir en grandes cantidades. Se calculó la rareza por sitio para cada especie como $RS = 5 - \sqrt{X}$, donde X es el número de sitios donde una especie fue encontrada. El número máximo de sitios donde fue encontrada una especie particular fue 25, entonces la RS oscila entre cero (especies encontradas en 25 sitios) y cuatro (especies encontradas en un sitio). Por lo tanto, cada valor en la matriz de especies por sitio puede ser cero (la especie no fue encontrada en ese sitio o la especie fue encontrada en los 25 sitios) o puede tener el valor de RS para esa especie (si la especie fue encontrada en ese sitio). Para cada sitio se suman todos los valores de RS de todas las especies encontradas (ΣRS_i). Por lo tanto, la presencia de una especie rara por sitio aumenta el

valor de la sumatoria de RS. Se ordenan los sitios según esta suma.

Se debe notar que la rareza por sitio podría ser más bien una medida de especialización de hábitats donde la rareza general probablemente sea un indicador del nivel trófico y tal vez de la estructura social. Por supuesto, una misma especie, puede ser de rareza general y de rareza por sitio al mismo tiempo y hay varios ejemplos de especies como éstas en Paraguay (Tabla 3).

Basados en estos dos tipos de rareza, se puede asignar un valor de rareza para cada especie. Estos valores son índices, que fueron estructurados de tal manera que un alto valor indica rareza, y un valor bajo, indica que la especie se encuentra comúnmente.

Para cada sitio se suman los valores de rareza de todas las especies encontradas en ese sitio. Por lo tanto, una especie rara, agrega un número elevado a la suma, y una especie común no contribuye mucho. Cuanto más alto sea el valor de la suma, mayor será el número de especies raras encontradas en dicho sitio. Esto se calcula de manera separada para cada tipo de rareza (rareza general, rareza por sitio). Luego, los sitios son ordenados según los dos valores de rareza, y los seis sitios con valores mas altos son seleccionados como antes (Fig. 3).

Otra vez, los cuatro sitios que tuvieron un valor más alto según ambos métodos fueron sitios 13, 04, 14, y 01, lo que sugiere que las medidas de diversidad específica y de riqueza específica, no excluyen mucha información a cerca de especies raras (Tabla 4). El total acumulativo de especies fue 32 y 34 para rareza general y rareza por sitio, respectivamente. Los resultados de los criterios de la rareza general y la rareza por sitio, se encuentran en el mismo rango de especies encontradas que muestra la riqueza específica y un poco por debajo que la diversidad específica. Por lo tanto, parecería que el criterio de diversidad específica también incluye información sobre rareza de especies aproximadamente a la cantidad máxima posible.



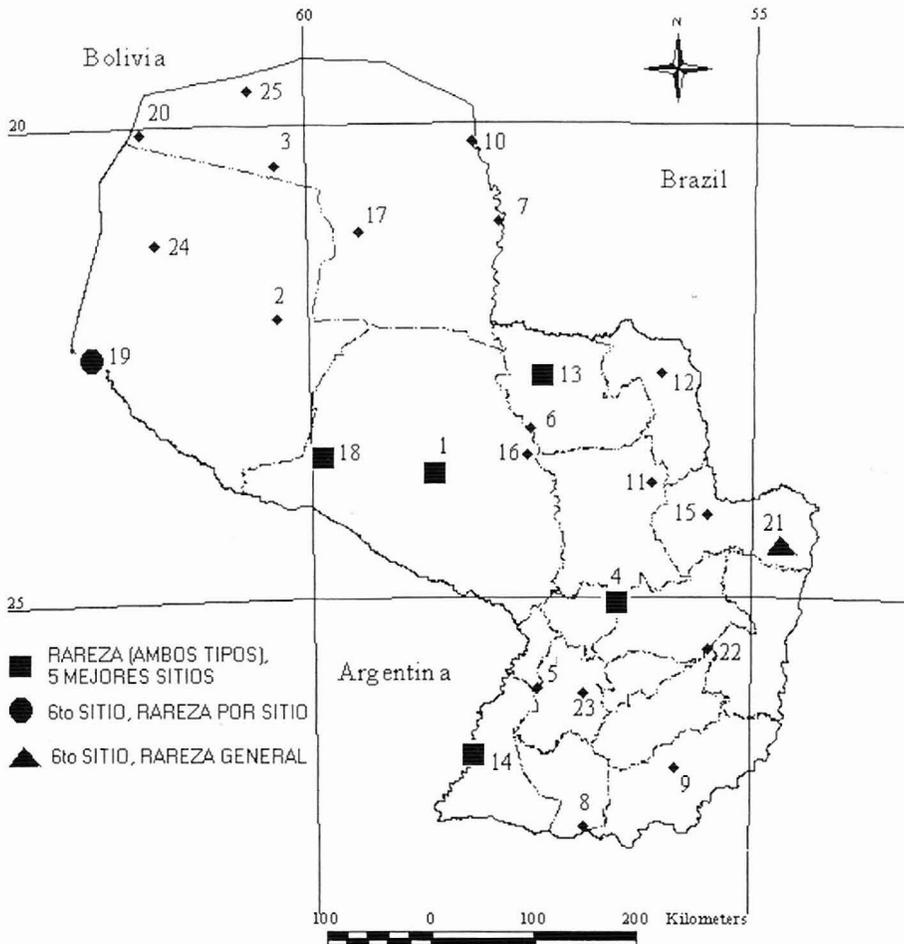


Figura 3: Mapa de Paraguay, mostrando los seis mejores sitios, según los criterios de rareza general y rareza por sitio

Sin embargo, cualquiera sea el mejor criterio (diversidad específica o rareza por sitio), los sitios seleccionados parecen ser no representativos de todos los habitats del país, pareciendo que grandes áreas no fueron inclui-

das (Figs. 2, 3). No hay sitios en el pantanal, o en la parte más seca del Chaco Boreal, ni en grandes áreas en el Bosque Atlántico Interior de la Región Oriental del Paraguay. Esto parecería extraño, y tal vez deberíamos preocupar-



nos. Entonces, la pregunta real sería ¿significan algo para los murciélagos estas áreas designadas? Poniéndolo de otra manera ¿difieren las estructuras de comunidades de estas re-

giones de aquellas de donde se han seleccionado los sitios? De nuevo, podemos hacer esta pregunta de manera cuantitativa basados en los datos que se obtuvieron.

Tabla 4.- Total de especies encontradas en los seis sitios de mayor rareza general y rareza por sitio.

<u>RAREZA GENERAL</u>			<u>RAREZA POR SITIO</u>		
		TOTAL			TOTAL
<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>	<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>
13	25	25	13	25	25
04	1	26	04	1	26
14	2	28	14	2	28
01	4	32	01	4	32
21	0	32	19	2	34
18	0	32	18	0	34

Esto podría ser probablemente el aspecto más importante de tener información cuantitativa que sea comparable entre sitios. Se pueden realizar análisis multivariados de estas comunidades de murciélagos, encontrados en los 25 sitios, de modo a determinar empíricamente, los componentes principales de variación entre las comunidades de murciélagos y cuyos sitios estén más fuertemente correlacionados con cada uno de los componentes principales.

Para ello, se calcula la matriz de correlaciones pareadas entre sitios (todavía basado en los transformaciones "raíz cuadrado"), y se extraen todos los componentes principales de variación (Sneath & Sokal, 1973). Luego para determinar cuál sitio corresponde a cuál componente de la manera más cercana, se exa-

mina la lista de correlaciones entre cada sitio y los componentes (Tabla 5). Cada sitio se correlaciona más cercanamente con cualquiera de los componentes 1, 2, y 3, indicando que estos tres componentes definen los factores más importantes de variación entre los sitios. Diez sitios corresponden más cercanamente con el componente 1, 11 sitios corresponden con el componente 2, y cuatro sitios con el componente 3. Estos son grupos de sitios, los cuales están participando fuertemente en uno de los tres ejes de variación independientes en la composición de comunidades de murciélagos. Por lo tanto, desde el punto de vista de los murciélagos, se pueden usar estos grupos para describir los aspectos "importantes" de la variación entre sitios.



Tabla 5. —Peso de los sitios en cada uno de los tres primeros componentes. Los números en negritas indican las más fuertes asociaciones de cada uno de los 25 sitios con uno de los tres componentes.

SITIO	COMPONENTE		
	1	2	3
01	0.24	0.46	0.69
02	0.28	0.77	-0.15
03	0.11	0.62	0.12
04	-0.72	0.34	-0.06
05	-0.76	0.19	0.11
06	-0.25	0.34	0.54
07	0.27	0.62	0.33
08	-0.02	0.20	0.80
09	-0.86	0.30	0.10
10	0.16	0.07	0.68
11	-0.86	0.27	0.09
12	-0.59	0.04	-0.14
13	-0.64	0.49	-0.10
14	-0.23	0.69	-0.01
15	-0.93	0.14	-0.10
16	0.28	0.65	0.22
17	0.20	0.64	-0.24
18	0.35	0.82	-0.24
19	0.31	0.84	-0.14
20	0.29	0.85	-0.17
21	-0.86	0.16	-0.13
22	-0.86	0.20	-0.00
23	-0.82	0.30	0.02
24	0.32	0.85	-0.21
25	0.28	0.67	-0.33



Ya que se ha determinado la existencia de los tres ejes, y como se quiere seleccionar un total de seis sitios, se pueden utilizar los 4 criterios que se usaron anteriormente (de riqueza y diversidad específicas y las dos medidas de rareza), usando estas cuatro tipos de clasificación para seleccionar los dos sitios de cada uno de los tres grupos que forman los componentes que tenga valores más altos. Con este método, se usan los datos de murciélagos para determinar cuáles son los factores importantes de variación entre las comunidades de murciélagos de cada uno de los diferentes sitios geográficos, y luego, usando nuestra categorización para maximizar los cuatro criterios dentro de cada uno de los tres grupos

que forman los componentes. Esto tiene el efecto de maximizar nuestro criterio pero siguiendo cada uno de los tres componentes de la composición específica.

Utilizando el criterio de diversidad específica, sucede que el uso de los tres componentes no cambia la selección porque la lista de los seis sitios ya incluye dos sitios de cada grupo (Tabla 6). Para riqueza específica, el sitio 21 se reemplazó por el sitio 8, sumando dos especies al total. Para la rareza general, el sitio 21 también se reemplazó por el sitio 8, agregando lo mismo dos especies mas al total. Para la rareza en sitio, el sitio 18 se reemplazó por el sitio 8, sumando otra vez dos especies mas.

Tabla 6.—Resultados de selección de los seis sitios según resultados del análisis de componentes principales. Para cada criterio, la lista tiene dos sitios asociados de cada uno de los tres componentes principales. El total de especies encontradas, mostrada entre paréntesis, es el total del mismo criterio cuando los sitios no fueron seleccionados por resultados de análisis de componentes principales.

<u>RIQUEZA</u>			<u>DIVERSIDAD</u>		
<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>	<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>
13	25	25	13	25	25
04	1	26	04	1	26
14	2	28	14	2	28
01	4	32	01	4	32
18	0	32	08	2	34
08	2	34 (32)	17	3	37 (37)

<u>RAREZA GENERAL</u>			<u>RAREZA POR SITIO</u>		
<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>	<u>SITIO</u>	<u>NUEVAS ESPECIES</u>	<u>TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS</u>
18	25	25	13	25	25
04	1	26	04	1	26
15	2	28	14	2	28
01	4	32	01	4	32
18	0	32	19	2	34
08	2	34 (32)	08	2	36 (34)



Según el criterio de los tres componentes, tres de los cuatro índices mostraron un incremento de la inclusión específica general, lo cual fundamenta la utilidad del método para determinar los componentes importantes de variación, a través de los datos empíricos. El conjunto de los seis sitios, seleccionados según su diversidad específica, se mantiene igual, y continúa siendo el más alto teniendo o no en cuenta el criterio de selección por los grupos componentales. Esto sugiere que 37 puede ser aproximadamente el número máximo posible de especies, en los seis sitios escogidos entre los 25 del estudio.

Los cuatro índices utilizados según el criterio de tres componentes, concuerdan con la siguiente selección de sitios: 13, 04, 14, 01 y 8 (Fig. 4), lo cual indica que un conjunto de seis sitios que incluya estos cinco mencionados, maximiza el resultado potencial de los cuatro criterios (diversidad específica, riqueza específica, rareza general, y rareza por sitio), y también prorrotea los sitios seleccionados según los cuatro criterios entre los tres componentes de variación dentro de las comunidades de murciélagos. Para el sexto sitio, el sitio 17 maximiza la diversidad específica (y el total de especies encontradas), el sitio 18 maximiza la rareza general y la riqueza específica (pero no el total de especies encontradas), y el sitio 19 maximiza la rareza por sitio. La decisión por el cual estos tres sitios (todos situados en el Chaco) se deben incluir en la lista de seis, dependerá del criterio particular que se desee maximizar. Por lo tanto, la decisión final puede estar basada en un criterio explícito, y estaría fundamentada en buenos datos biológicos.

Con este ejemplo, espero demostrar la utilidad de la información biológica cuantitativa que es comparable a una amplia variedad de sitios. Tenemos una necesidad crítica de diseñar buenos estudios biológicos que den como resultado este tipo de información biológica.

No hay duda entre los participantes del IV Congreso y los lectores de este artículo la necesidad crítica de conservar nuestros recursos. Pero los esfuerzos que generan apoyo real

a la conservación, constituyen las sólidas investigaciones científicas, en las cuales se puedan basar decisiones de cómo aplicar nuestros esfuerzos para la conservación de la mejor manera posible. Es importante convencer a los líderes en los sectores políticos, financieros, sociales, etc., de todos los niveles, para apoyar tales esfuerzos. Como biólogos responsables, como educadores, como administradores de vida silvestre, o como ciudadanos, no podemos aceptar el argumento de que no existen suficientes recursos financieros o humanos para llevar a cabo este tipo de investigaciones. Si podemos convencer a las personas que deberíamos conservar los recursos naturales, podemos también ser capaces de convencerlos que las investigaciones básicas en biodiversidad deben ser prioritarias.

Debemos convencer a los que toman las decisiones, que las decisiones que estamos tomando ahora a cerca de la conservación de los recursos, son en efecto, nuestras decisiones finales, y debemos insistir en que estas decisiones sean tomadas de manera científica, basadas en una información biológica completa y adecuada.

Es importante agradecer a las instituciones que apoyaron este trabajo. En Paraguay, estas son: el Ministerio de Agricultura y Ganadería (incluyendo la Oficina de la Autoridad Científica, CITES-Paraguay; la Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre; y el Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay); la Fundación Moisés Bertoni; Yaguarete Forest; la Universidad Católica Nuestra Señora de Asunción; y la Universidad Nacional de Asunción (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales). En los EE.UU.: National Science Foundation; y Texas Tech University (incluyendo Office of the Vice Provost for Research; Natural Science Research Laboratory (Museum); y Department of Biological Sciences). Este trabajo fue completado durante un año sabático otorgado por Texas Tech University, y con apoyo de la beca otorgada por la Organización de Estados Americanos: "Regular Training Program (PRA)".



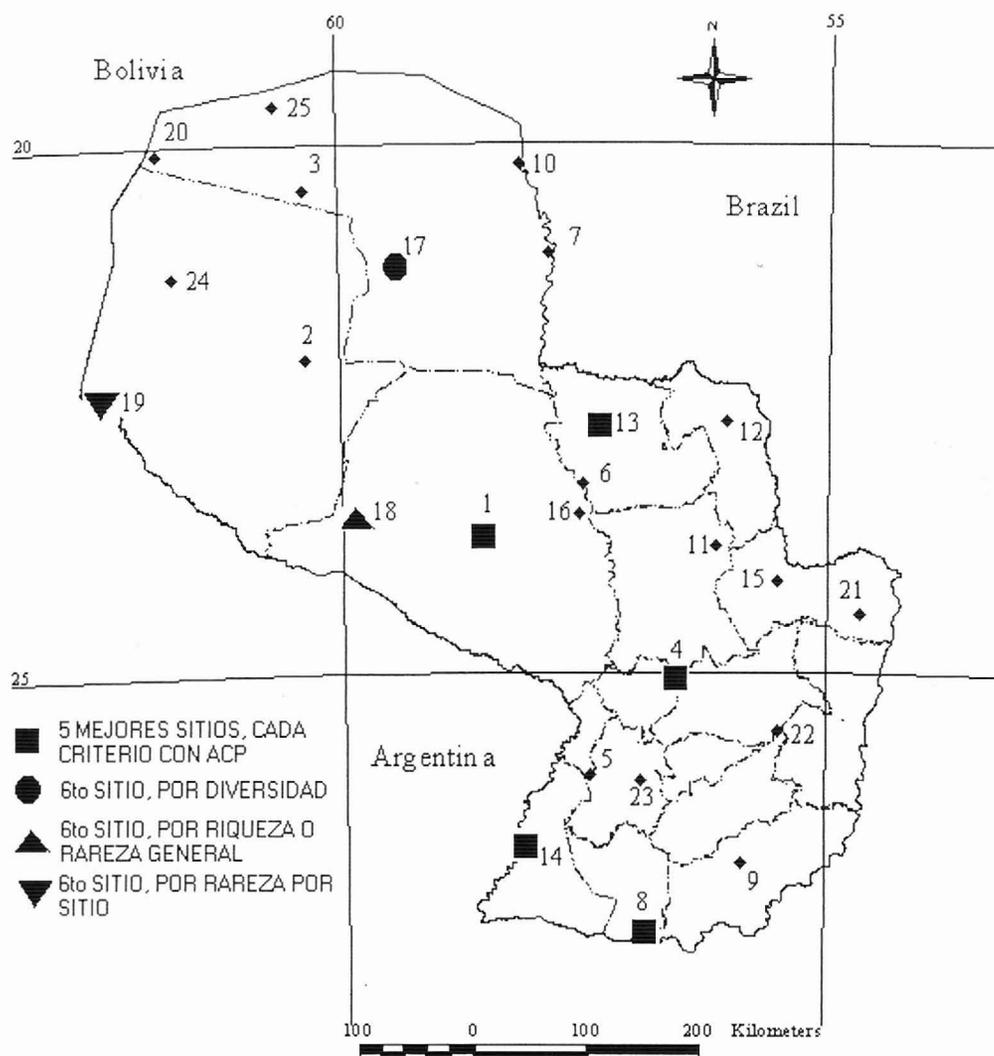


Figura 4: Mapa de Paraguay, con los cinco mejores sitios seleccionados por los cuatro criterios, más el sitio seleccionado con los mismos cuatro criterios, utilizando los resultados de análisis de componentes principales.



AGRADECIMIENTOS

Así mismo quiero agradecer a las numerosas personas que han participado en el trabajo de campo, quienes son: Ismael Mora, Francisco Pintos, Celia López González, Steven J. Presley, Guillermo D'Elfa, Carl Dick, Marcos Gorresen, Steve Mezik, Heidi Amarilla, Richard Stevens, Gloria González Bordon, Aida Luz Aquino, Silvia Frutos, Rosalía Fariña, Federico Hoffmann, Charles Swift, Vernon Dye, Maya Galliher, Wendy Bublitz, Emilio Buongermini, Ignacio Avila, Guillermo Terol, Flaviano Colmán, Monica Soloaga, Gloria Shin, y Liza Joachini. También otras personas han participado en varios otros aspectos del proyecto, quienes son: Michael R. Willig (co-investigador), Don Gettinger (post-doctorado), Carl Shuster, Isabel Ga-

marra de Fox, Lori Sheeler-Gordon, Margarita Mieres, René Palacios, y Javier Pintos.

Quiero agradecer a Steven J. Presley, quien proveyó los datos en forma sumario, a Celia López González, quien proveyó el mapa de los sitios en forma digitalizada, y a Gloria González Bordon y especialmente Heidi Amarilla, por su paciente y gran ayuda con la traducción y preparación de la conferencia en el IV Congreso, y de este manuscrito. Agradezco a Aida Luz Aquino y Michael R. Willig por sus comentarios críticos sobre varias versiones del manuscrito. Y finalmente agradezco al Comité del IV Congreso (Aida Luz Aquino, Alberto Yanosky, y Richard Bodmer) por haberme invitado a dar esta conferencia, sobre un tema que para mi es sumamente importante para la conservación de la fauna silvestre y su habitat.

Literatura Citada

- Kalko, E.K.V. 1997. Diversity in tropical bats. En (pp. 13-43) Ulrich, H. (ed.). Tropical biodiversity and systematics. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems, Bonn, 1994. Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn.
- López González, C. 1998 Systematics and zoogeography of the bats of Paraguay. Unpubl. tesis Ph.D., Texas Tech University, Lubbock.
- McNaughton, S.J. & L.L. Wolf. 1979. General ecology, second edition. Holt, Rinehart and Winston, Nueva York.
- Sneath, P.H.A. & R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1973. Introduction to biostatistics. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Willig, M.R., S.J. Presley, R.D. Owen, & C. López-González. En prensa. Composition and structure of bat assemblages in Paraguay: a subtropical - temperate interface. *Journal of Mammalogy*.

