

Subnicho estructural de *Anolis sagrai* en Cayo Inés de Soto, Cuba Análisis intra- y extrapoblacional

Alberto R. ESTRADA² y Julio NOVO RODRÍGUEZ³

ABSTRACT. Partitioning of structural resources is studied in a population of *Anolis sagrai* at Cayo Inés de Soto, Cuba. Factors contributing to a decrease of competitive interferences among individuals of the population are analyzed, as well as the implications of the syntopic occurrence of *Anolis porcatus* and *A. angusticeps* for the pattern of resource utilization of *A. sagrai*.

INTRODUCCIÓN

El estudio del subnicho estructural de las especies cubanas del género *Anolis* ha sido tema de algunos trabajos (Ruibal y Williams, 1961; Sampedro *et al.*, 1982; González y Rodríguez, 1982; Estrada y Silva, 1982; Estrada y Novo, en prensa). El estudio de los patrones de utilización de los recursos estructurales por poblaciones y comunidades de anolinos permite conocer y evaluar los factores que inciden en la competición entre individuos de una y varias especies; además, ayudan a conocer cuáles son los atributos que caracterizan la ecología de las mismas en diversos ecosistemas, lo cual representa un magnífico indicador para la evaluación de áreas naturales.

En el presente trabajo analizaremos cómo los individuos de una población de *Anolis sagrai* establecen patrones de utilización de recursos estructurales que están influidos, en cierta medida,

¹ Manuscrito aprobado en junio de 1985.

² Apartado postal 6152, La Habana 5, Cuba.

³ Instituto de Zoología, Academia de Ciencias de Cuba.

por los patrones de las especies que comparten el hábitat simpátricamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIDAD Y MATERIAL COLECTADO

Cayo Inés de Soto está localizado al NO de Puerto Esperanza, en la costa N del Municipio Viñales, Provincia Pinar del Río (Fig. 1). Se efectuaron dos muestreos (31 de julio y 6 de octubre de 1983) entre las 09:00 y las 13:00 horas, y se registraron los datos del subnicho estructural de 80 individuos de las poblaciones de *Anolis sagrei*. Adicionalmente, se realizaron observaciones de las poblaciones sintópicas de *A. porcatius* y *A. angusticeps*. Los animales se capturaron a mano o con lazo de fibra de henequén. Todos los individuos capturados fueron sexados y medidos en el campo; la altura de perchas se midió con una cinta métrica graduada en centímetros, desde el suelo hasta el punto en que el animal fue observado. El diámetro de perchas se midió con un calibrador milimétrico cuya exactitud es de 0,05 mm.

Se siguió la metodología desarrollada por Rand (1964), con las modificaciones introducidas por Estrada y Novo (en prensa).

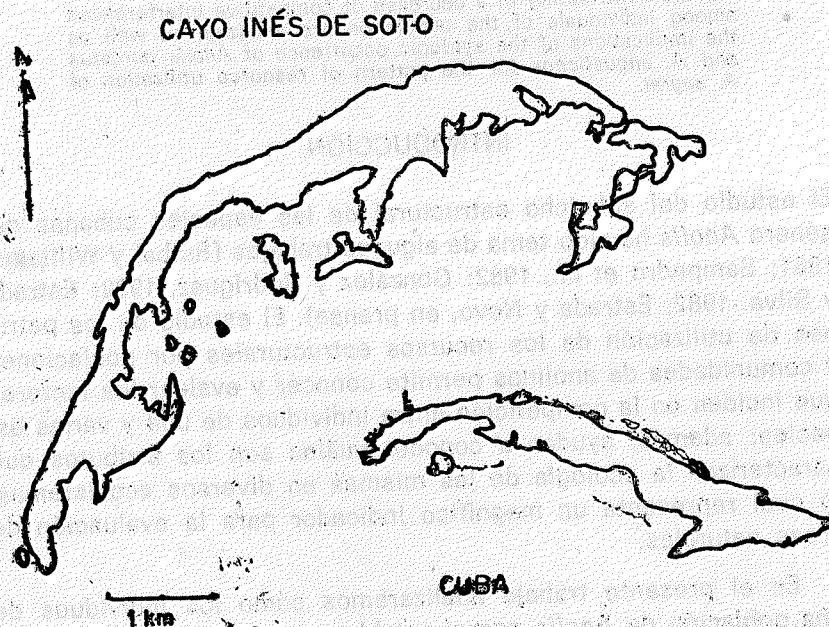


Fig. 1. Cayo Inés de Soto, Provincia de Pinar del Río, Cuba. (1) Ubicación de la localidad en el Archipiélago Cubano.

SUBNICO ESTRUCTURAL

Consideramos "subnicho estructural" el conjunto de todas las interacciones organismo-ambiente de las poblaciones analizadas, referidas a las relaciones

de los individuos con los recursos estructurales: estratos, substratos, alturas y diámetros de percha (Rand, 1964; Silva y Berovides, 1982; Estrada y Novo, en prensa). En nuestro análisis hemos utilizado sólo algunas variables de este subnicho.

Estratos

Se tomaron tres estados de esta variable que está referida al microhábitat frecuentado por los miembros de la población dentro del hábitat general: la costa arenosa del Cayo Inés de Soto (Fig. 2).

Suelo. Este estado se refiere a la superficie arenosa y a la vegetación herbácea, piedras, hojarasca y ramas secas que se presentan en el hábitat a una altura inferior de 10 cm.

Arbusto. En esta categoría consideramos todas las plantas cuyo porte es inferior a 2 m, formadas predominantemente por hicacos.

Arbol. En esta categoría consideramos todas las plantas con alturas superiores a 2 m, y que en el cayo están representadas por una clásica sucesión de mangle.

Substratos

Para cada estrato (microhábitat), se tomaron en cuenta diferentes tipos de substratos ocupados por los lagartos como sitios de percha. En el análisis sólo se incluyen los dos más empleados por los miembros de las poblaciones: ramas y troncos.

Alturas y diámetros de perchas

Las alturas y diámetros se agruparon en cuatro intervalos para facilitar la comparación de las frecuencias de los individuos en los mismos. Alturas (cm): $\leq 50,0$; 50,1-100,0; 100,1-150,0; $> 150,0$. Diámetros (cm): $\leq 5,0$; 5,1-10,0; 10,1-15,0; $> 15,0$.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos de campo, se dividió la población de *Anolis sagrai* en tres grupos correspondientes con los individuos adultos de cada sexo y los subadultos. Las tallas mínimas de los machos y hembras fueron 45 y 35 mm, respectivamente. Todos los individuos que se hallaban por debajo de estos límites, independientemente del sexo, se incluyeron en la categoría subadultos. En este caso seguimos el criterio de que las diferencias de talla entre los adultos de cada sexo y los subadultos de las especies del género *Anolis*, determinan diferencias en el patrón de explotación de los recursos del ambiente (Schoener, 1968, 1969, 1970). Teniendo en cuenta el reducido número de observaciones realizadas con las poblaciones de *A. porcatius* y *A. angusticeps*, sólo se compararon los resultados globales de las mismas con los de *A. sagrai*.

Utilizamos la prueba de X^2 para tablas de contingencia, según Siegel (1970). El nivel de significación fue del 5% en todos los casos.

En el caso de la amplitud del subnicho, empleamos la formulación de Levins (1968), $B_j = 1/n \sum_{i=1}^n p_{ji}^2$, donde p_{ji} es la proporción de individuos de la categoría i que utilizan el recurso j , y n representa el número de estados de la variable.



Fig. 2. Vista parcial del área de trabajo.

Para el solapamiento del subnicho, utilizamos la formulación introducida para este fin por Schoener y Gorman (1968), $C = 1 - 0,5 \sum_{j=1}^n |p_{ji} - p_{jk}|$, donde p_{ji} es la proporción de individuos de la categoría i que utilizan el recurso j y p_{jk} la proporción de individuos de la categoría k que utilizan el recurso j .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS INTRAPOBLACIONAL

Estratos

No encontramos diferencias entre los tres grupos de la población de *Anolis sagrai*, en cuanto a la incidencia en los tres estados de la variable estratos ($X^2 = 6,84$; $P > 0,05$; Tabla 1; Fig. 3A). Al reunir los datos de toda la población, comprobamos que existe una marcada preferencia de la mayor parte de los individuos por el estrato árbol ($X^2 = 42,4$; $P < 0,05$; Tabla 1).

Tabla 1. Matriz del número de individuos machos, hembras, y subadultos de *Anolis sagrai* observados en los diferentes microhábitats (estratos) y en los dos substratos (troncos y rama). $P < 0,05$ significativa.

Estado	Estratos				Substratos		
	Suelo	Arbusto	Árbol	Total	Tronco	Rama	Total
Machos	1	3	23	27	18	5	23
Hembras	8	4	16	28	13	3	16
Subadultos	6	3	16	25	15	1	16
Total	15	10	55	80	46	9	55
$(X_{2 \text{ g.l.}})^2 = 42,4$; $P < 0,05$							
$(X_{4 \text{ g.l.}})^2 = 6,84$; $P > 0,05$				$(X_{2 \text{ g.l.}})^2 = 1,7$; $P > 0,05$			

Substratos

Analizaremos el comportamiento de los datos de la submuestra de individuos de *Anolis sagrai* que fue observada en el estrato árbol. No encontramos diferencia significativa entre las categorías ($X^2 = 1,7$; $P > 0,05$; Tabla 1; Fig. 3B). Todos los individuos ocupa-

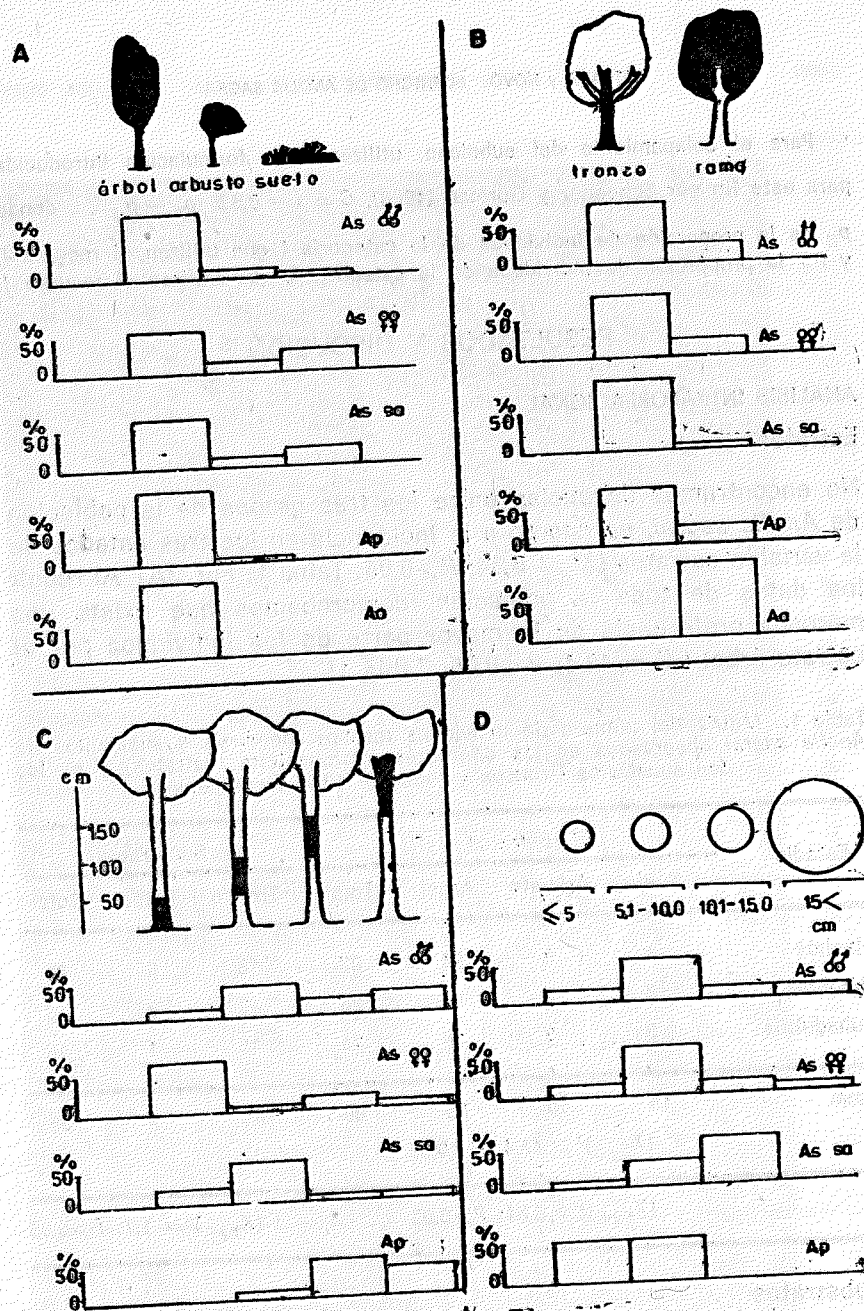


Fig. 3. Utilización de las diferentes variables por las poblaciones estudiadas: machos de *Anolis sagrai* (As ♂♂), hembras de *A. sagrai* (As ♀♀), subadultos de *A. sagrai* (As sa), individuos de *A. porcatius* (Ap), individuos de *A. angusticeps* (Aa). A, porcentaje de individuos que utilizan los estratos árbol, arbusto y suelo; B, porcentaje de individuos observados en los substratos tronco y rama de árbol; C, porcentaje de individuos observados en los diferentes intervalos de alturas de perchas; D, porcentaje de individuos observados en los diferentes intervalos de diámetros de perchas.

ban con mayor frecuencia los troncos, siendo muy baja la incidencia en las ramas.

Alturas y diámetros de perchas

Las comparaciones y análisis realizados con estas variables incluyen los individuos observados sobre troncos de árboles. Las hembras y subadultos se localizaron con mayor frecuencia en los niveles más bajos y los machos utilizaban prácticamente todos los intervalos de alturas, aunque era notable su tendencia a ocupar con mayor frecuencia los intervalos más altos. Estas diferencias tienen significación estadística ($X^2 = 13,1$; $P < 0,05$; Tabla 2; Fig. 3C).

Tabla 2. Matriz del número de individuos machos, hembras y subadultos de *Anolis sagrai*, observados en diferentes intervalos de alturas y diámetros de perchas. Intervalos de alturas (cm): $\leq 50,0$ (A); 50,1-100,0 (B); 100,1-150,0 (C); $> 150,0$ (D). Intervalos de diámetros (cm): $\leq 5,0$ (E); 5,1-10,0 (F); 10,1-15,0 (G); $> 15,0$ (H). $P < 0,05$ significativa.

Estadio	Alturas					Diámetros				Total
	A	B	C	D	Total	E	F	G	H	
Machos	2	6	3	4	15	2	9	2	2	15
Hembras	9	1	2	1	13	2	8	2	1	13
Subadultos	2	5	1	1	9	1	3	5	0	9
Total	13	12	6	6	37	5	20	9	3	37

$(X_{6, g.l.})^2 = 13,1; P < 0,05$
 $(X_{6, g.l.})^2 = 6,35; P < 0,05$

En cuanto a los diámetros, no encontramos diferencias estadísticamente significativas ($X^2 = 6,35$; $P > 0,05$; Tabla 2; Fig. 3D), pero notamos la tendencia de los machos y hembras a ocupar perchas cuyos diámetros variaron entre 5,1 y 10,0 cm, mientras que los subadultos parecen preferir los diámetros mayores (Fig. 3D).

Amplitud y solapamiento

Utilizaremos los índices de amplitud y solapamiento para poder comprender cómo se produce la partición de los recursos entre los individuos de la población agrupados en las categorías machos, hembras y subadultos.

Al enfrentar este análisis, hemos tenido en cuenta que las tallas de los individuos de cada grupo poblacional son características y diferentes de los restantes, y que este carácter está estrechamente relacionado con los patrones y estrategias de explotación de los recursos del ambiente en las poblaciones y comunidades de anolinos (Schoener, 1968, 1969, 1970). Consideraremos la amplitud como una medida inversa de la especialización de los individuos, y el solapamiento como un índice de similitud o coincidencia entre dos grupos que explotan un determinado recurso.

Las hembras tienden hacia un comportamiento menos especializado en la selección de los estratos, e inciden en el suelo y arbustos, además de utilizar preferencialmente el estrato árbol. Los subadultos coinciden en buena medida con las hembras, como lo indica el valor de solapamiento hembras-subadultos, que supera el de las restantes combinaciones: machos-subadultos y machos-hembras, en ese orden (Tabla 3; Fig. 3A).

Los machos son más generalistas en la selección del substrato, y superan el índice de amplitud de hembras y subadultos en ese orden. No obstante, las diferencias no son muy grandes y los valores del índice de solapamiento son altos para las tres combinaciones (Tabla 3; Fig. 3B).

En las alturas, los machos exhiben una mayor uniformidad en la explotación de los sitios de perchas, y alcanzan el mayor valor de amplitud. Le siguen los subadultos y finalmente las hembras. El índice de amplitud de las hembras expresa muy bien la marcada preferencia de las mismas por el intervalo inferior de alturas. Las combinaciones machos-hembras y hembras-subadultos no tienen altos solapamientos; sólo se destaca el solapamiento entre machos y subadultos (Tabla 3; Fig. 3C).

En la selección de los diámetros de perchas, los subadultos aparecen como los más generalistas, y los machos y hembras con

Tabla 3. Amplitud (B_j) y solapamiento (C) del subnicho estructural de *Anolis sagrai*, en las cuatro variables estudiadas: alturas de perchas (H), diámetros de perchas (D), substratos (S), y estratos (E). Para el cálculo se emplearon las matrices de las tablas 1 y 2.

	B_j				C				
	H	D	S	E	H	D	S	E	
Machos	0,86	0,60	0,76	0,45	Machos-hembras	0,44	0,95	0,97	0,72
Hembras	0,49	0,59	0,72	0,79	Hembras-subadultos	0,49	0,59	0,87	0,94
Subadultos	0,66	0,78	0,57	0,69	Machos-subadultos	0,75	0,58	0,84	0,79

muy bajos valores. Los mayores valores de solapamiento se registraron para las combinaciones machos-subadultos y hembras-subadultos, aunque el solapamiento entre machos y hembras es también elevado (Tabla 3; Fig. 3D).

Se manifestó una tendencia divergente entre los grupos por la utilización de las alturas de perchas, sobre los troncos de los árboles; no así para los diámetros de tales sitios de perchas.

Este patrón tiene una estrecha relación con la presencia de las poblaciones sintópicas de *Anolis porcatus* y *A. angusticeps*.

ANÁLISIS EXTRAPOBLACIONAL

Si observamos la Fig. 3A-D, nos damos perfecta cuenta de cuál es la situación: todos los individuos de *Anolis angusticeps* estaban ocupando perchas en ramas de árboles, y los individuos de *A. porcatus* en ramas y troncos de árboles. Por su parte, *porcatus* explota con preferencia el substrato rama a diferencia de *sagrai* ($X^2 = 6,14; P < 0,05$; Tabla 4); y al comparar las incidencias de los individuos de estas dos poblaciones en diferentes intervalos de alturas, tanto en troncos como en ramas, detectamos que *porcatus* ocupa con preferencia las mayores alturas ($X^2 = 9,9 P < 0,05$; $X^2 = 8,8; P < 0,05$; Tablas 4 y 5). Al comparar la incidencia en los diferentes intervalos de diámetros de perchas, encontramos dife-

Tabla 4. Matriz del número de individuos de las poblaciones de *Anolis sagrai* y *A. porcatus*, observados en los substratos tronco y rama, y en diferentes intervalos de alturas de perchas sobre troncos de árboles. Símbolos como en la Tabla 2. $P < 0,05$ significativa.

Especie	Substrato			Alturas			
	Tronco	Rama	Total	B	C	D	Total
<i>A. sagrai</i>	27	9	36	26	5	6	37
<i>A. porcatus</i>	8	13	21	1	4	3	8
Total	35	22	57	27	9	9	45
				$(X_{2 \text{ g.l.}})^2 = 6,14; P < 0,05$		$(X_{2 \text{ g.l.}})^2 = 9,9; P < 0,05$	

rencias significativas, destacándose la tendencia de *sagrai* a ocupar perchas de mayor diámetro con más frecuencia que *porcatus* ($X^2 = 7,12$; $P < 0,05$; Tabla 5).

Schoener (1976) había planteado que el desplazamiento o migración de los anolinos a través del hábitat depende fundamentalmente de la estructura del propio hábitat, de la presencia o ausencia de competidores, y de la habilidad competitiva de las especies. Estudiando este fenómeno conocido como "habitat shift" en islas de uno, dos, tres, y cuatro *Anolis* de las Bahamas, Schoener (1975, 1976) planteó que *A. carolinensis* —especie emparentada cercanamente y de ecomorfología similar a *A. porcatus* (Ruibal, 1964; Buth *et al.*, 1980)— migra hacia las partes altas de los árboles en presencia de *sagrai*, y cuando es el único anolino de la isla, ocupa las partes bajas de los troncos e incluso el suelo. Si se presentan más especies (entre 3 y 4), entonces *carolinensis* ocupa las ramas delgadas del dosel forestal y las hojas. Por su parte, *sagrai* varía poco en el uso del hábitat cuando aparece como especie solitaria en islas poco diversificadas en cuanto al hábitat, como Abaco. En las islas en las que está acompañada por *carolinensis*, *disticus* y *angusticeps*, *sagrai* ocupa las perchas más bajas en troncos y el suelo. Finalmente, en Bahamas *angusticeps* ocupa las ramas delgadas y altas.

Tabla 5. Matriz de los individuos de las poblaciones de *Anolis sagrai* y *A. porcatus*, observados en diferentes intervalos de alturas de perchas sobre ramas de árboles, y en diferentes intervalos de diámetro de perchas sobre troncos de árboles. Símbolos como en la Tabla 2. $P < 0,05$ significativa.

Especie	Alturas				Diámetros			
	B	C	D	Total	E	F	G ^a	Total
<i>A. sagrai</i>	4	4	1	9	5	20	12	37
<i>A. porcatus</i>	0	5	8	13	4	4	0	8
Total	4	9	9	22	9	24	12	45
				$(X_{2\ g.1.})^2 = 8,8$; $P < 0,05$		$(X_{2\ g.1.})^2 = 7,12$; $P < 0,05$		

En nuestro caso, *Anolis sagrai* exhibe un patrón de utilización de los recursos estructurales, típico de las especies "tronco-tierra", según establecieron Rand y Williams (1969) y concordante con lo observado por Schoener (1975, 1976) en Bahamas. Esta población disminuye las interferencias competitivas internas, segregándose en la utilización de las alturas, fundamentalmente. Pero este patrón de la población, de acuerdo con el cual los machos ocupan las perchas de mediana y mayor altura y las hembras y subadultos las de mediana y menor altura, está influido por la presencia de las especies que compiten por la explotación de los recursos estructurales y que ocupan las perchas más altas y de menor diámetro en los troncos (*porcatus*), o las ramas de mayor altura (*porcatus* y *angusticeps*).

SUMARIO

1. La población de *Anolis sagrai* tiene un definido patrón de utilización de los recursos estructurales, que permite una disminución de las interferencias competitivas intrapoblacionales.
2. La selección del microhábitat (estrato) y, sobre todo, de las alturas de perchas, de forma contrastante por los machos, hembras y subadultos de *Anolis sagrai*, parecen constituir los elementos fundamentales del mencionado patrón.
3. Además de los factores intrapoblacionales, el patrón de utilización de los recursos estructurales de *Anolis sagrai* en Cayo Inés de Soto está influido por la existencia de dos poblaciones sintópicas de *A. porcatus* y *A. angusticeps*, especializadas en la explotación de troncos y ramas de gran altura y pequeños diámetros.

RECONOCIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento a las tropas de Guardafronteras del Destacamento Rosario, por su valiosa cooperación, sin la cual no hubiera sido posible la culminación del presente trabajo.

REFERENCIAS

- BUTH, D. G., GORMAN, G. C., y LIEB, C. S. (1960): Genetic divergence between *Anolis carolinensis* and its Cuban progenitor, *Anolis porcatus*, *J. Herpetol.*, 14(3):279-284.

ESTRADA y NOVO: SUBNICO DE ANOLIS SAGRAI

- ESTRADA, A. R., y NOVO RODRÍGUEZ, J. (en prensa): Subnicho estructural de *Anolis bartschi* (Sauria: Iguanidae) en la Sierra de los Órganos, Pinar del Río, Cuba.
- ESTRADA, A. R., y SILVA RODRÍGUEZ, A. (1982): Aspectos ecológicos de una población de *Anolis angusticeps* en el bosque de La Habana. Primera Jornada Científica del Instituto de Zoología, Academia de Ciencias de Cuba, Resúmenes, p. 7.
- GONZÁLEZ BERMÚDEZ, F., y RODRÍGUEZ SCHETTINO, L. (1982): Datos etoecológicos sobre *Anolis vermiculatus* (Sauria: Iguanidae). *Poeyana.*, 254: 1-18.
- LEVINS, R. (1968): *Evolution in changing environments*. Princeton University Press, Nueva Jersey, 120 pp.
- RAND, A. S. (1964): Ecological distribution in anoline lizards of Puerto Rico. *Ecology*, 45:745-752.
- RAND, A. S., y WILLIAMS, E. E. (1969): The anoles of La Palma aspects of their ecological relationships. *Breviora*, 327:1-18.
- RUIBAL, R. (1964): An annotated check-list and key to the anoline lizards of Cuba. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 130(8):476-520.
- RUIBAL, R., y WILLIAMS, E. E. (1961): Two sympatric Cuban anoles of the *carolinensis* group. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 125(7):183-208.
- SAMPEDRO MARÍN, A., BEROVIDES ÁLVAREZ, V., y RODRÍGUEZ SCHETTINO, L. (1982): Algunos aspectos ecológicos sobre dos especies del género *Anolis* (Sauria: Iguanidae) *Cien. Biol.*, 7:87-103.
- SCHOENER, T. W. (1968): The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology*, 49(4):704-726.
- (1969): Size patterns in West Indian *Anolis* lizards. I. Size and species diversity. *Syst. Zool.*, 18(4):386-401.
- (1970): Size patterns in West Indian *Anolis* lizards. II. Correlations with size of particular sympatric species displacement and convergence. *Amer. Nat.*, 104(936):155-174.
- (1975): Presence and absence of habitat shift in some widespread lizards species. *Ecol. Monogr.*, 45(3):233-258.
- (1976): Habitat shift in widespread *Anolis* lizards species. *Natl. Geogr. Soc. Res. Rep.*, 1968:369-378.
- SHOENER, T. W., y GORMAN, G. (1968): Some niche differences in three Lesser Antillean lizards genus *Anolis*. *Ecology*, 49(5): 819-830.
- SIEGUEL, S. ed. (1970): *Diseño experimental no paramétrico*. Instituto Cubano del Libro, Edición Revolucionaria, 346 pp.
- SILVA RODRÍGUEZ, A., y BEROVIDES ÁLVAREZ, V. (1982): Acerca del concepto de nicho ecológico. *Cien. Biol.*, 8:95-103.