

LLAMADAS DEL REPERTORIO VOCAL DE *ELEUTHERODACTYLUS EILEENAE* (ANURA: LEPTODACTYLIDAE) DEL OCCIDENTE DE CUBA

ROBERTO ALONSO BOSCH & ARIEL RODRÍGUEZ GÓMEZ

Instituto de Ecología y Sistemática. Carretera de Varona Km 3½, Capdevila, Boyeros, AP8026, CP10800. Ciudad de la Habana, Cuba. Email: ecologia@unepnet.inf.cu

RESUMEN. Se analizan tres tipos de llamadas del repertorio vocal de machos activos de *Eleutherodactylus eileenae* de una población del occidente de Cuba. La llamada de anuncio típica (*llamada tipo I*), consiste de dos notas bien diferenciadas en cuanto a duración y frecuencia dominante, siendo la primera nota (Co), más corta y de menor frecuencia que la segunda (Lin). Durante las interacciones vocales propias del combate, los machos producen dos tipos de llamadas agresivas, cuya función parece estar relacionada con la defensa del territorio. La *llamada tipo II* consiste de una nota Co, de mayor duración que la de la llamada de anuncio típica. La *llamada tipo III* es una señal multinotas, cuyo primer elemento es de estructura similar a la llamada de anuncio típica, pero de mayor frecuencia dominante y menor duración. El segundo elemento de ésta es una repetición de hasta tres notas similares en estructura, duración y frecuencia dominante a la segunda nota de la llamada tipo I.

Palabras Claves: *Eleutherodactylus*. Repertorio vocal. Llamada de anuncio, llamadas agresivas, Cuba.

ABSTRACT. Three calls of the vocal repertoire of males of *Eleutherodactylus eileenae* from one population from western Cuba were analyzed in terms of dominant frequency and duration. The typical advertisement call (type I) consists of two notes perfectly defined, the first note (Co) has shorter duration and lesser dominant frequency than the second note (Lin). During the vocal interactions at combat, males produce two types of aggressive calls (type II and III) related to the defense of the territory. Type II call is a large note Co, while the type III call is a multinote signal. The first element of this call has a similar structure to the typical advertisement call, but it has higher dominant frequency and lesser duration. The second element consists of a series of three repetitive notes with similar structure, dominant frequency and duration to the second note of the type I call.

Key words: Cuban *Eleutherodactylus*. Vocal repertoire. Advertisement calls, aggressive calls.

INTRODUCCIÓN

La comunicación acústica a través de vocalizaciones es un fenómeno extraordinariamente difundido entre anfibios anuros. Con ellas, estos advierten su identidad específica, sexo, estado reproductivo y localización a otros individuos (Wells, 1977a; Gerhardt y Schwartz, 1995). Los rasgos temporales y espectrales de las llamadas de anuncio juegan un importante papel en los sistemas de reconocimiento especie-específico, esta información puede ser útil tanto durante la atracción de la pareja, como en el espaciamiento entre machos (Wells, 1977 b).

Al estudio de las vocalizaciones de especies cubanas se le ha prestado poca atención, apenas se conocen las características espectrales y temporales de las llamadas de unas pocas especies, sobre todo de aquellas de reciente descripción. Para otras, sólo existen descripciones onomatopéyicas, mientras muchas han sido consideradas mudas durante mucho tiempo (Schwartz y Henderson, 1991).

Schwartz (1969), ordenó las especies antillanas del entonces Grupo *auriculatus*, atendiendo a las particularidades de sus llamadas. Jun-

	FD (KHz)	Δt (ms)
Nota Co	1.869 \pm 0.067	72.19 \pm 6.62
Nota Lin	3.17 \pm 0.119	161.02 \pm 25.61

Tabla 1. Características espectrales y temporales de la llamada de anuncio típica (Tipo I) de *Eleutherodactylus eileenae*. Se indican la media y la desviación estándar ($X \pm DS$) para cada variable. Frecuencia Dominante (FD) y Duración (Δt).

to a otras ocho especies de la región con llamadas de estructura similar a las del Coqui de Puerto Rico, ubicó a *Eleutherodactylus eileenae*, un anuro endémico cubano. Más tarde, Hedges *et al.* (1992), publicaron el sonograma de una llamada de un ejemplar de *E. eileenae*, de Soroa, Pinar del Río, Cuba, dando a conocer sus características espectrales y temporales. Por último, Rodríguez *et al.* (inédito), analizan la variación geográfica en la llamada de anuncio de la especie, comparando cuatro poblaciones del occidente y centro de Cuba. Sin embargo, hasta la fecha ningún estudio ha sido dedicado al análisis de otras señales del repertorio vocal de los machos de *E. eileenae*.

Con el presente trabajo se pretende caracterizar y comparar, en términos de frecuencia dominante y duración, los diferentes tipos de llamadas de anuncio producidas por machos cantores de *Eleutherodactylus eileenae* de una población del occidente de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área seleccionada para el estudio fue una pequeña cañada ubicada a una altitud de 190 m. s.n.m. en la base de la Loma El Taburete, en el sector SE de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario" en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

Las señales acústicas fueron obtenidas entre abril y junio de 1995 entre las 19:00-22:00 horas, horario donde se registra el primer tipo de actividad de la especie como demostraron Alonso *et al.* (en prensa). Se empleó un micrófono AKG D190E y una grabadora de cassette

SONY TCM- 12, utilizando cintas Tipo I Normal.

Los individuos fueron localizados mediante búsqueda activa con el auxilio de linternas de mano y utilizando las propias vocalizaciones como elemento orientador. De cada uno de los diez individuos seleccionados se registraron al menos 10 señales de la llamada de anuncio típica, en tanto se registraron además las señales producidas durante un combate entre dos machos cantores de la localidad.

Los registros fueron digitalizados a una velocidad de captura de 22050 Hz con el empleo del programa Batsound, versión 1.11. Para observar la estructura temporal de las llamadas se generaron sonogramas. Sobre oscilogramas y espectros de potencia, se midieron la Duración de las notas (Dt) y la Frecuencia Dominante (FD), respectivamente; esta última en el pico de máxima amplitud de cada nota.

Análisis estadístico. Se determinaron la Media (x) y la Desviación estándar (S) para cada una de las variables analizadas. Los datos que no siguieron Distribución Normal, ni respondieron adecuadamente a las transformaciones pertinentes, fueron procesados con pruebas no paramétricas. Se utilizaron las pruebas: t de Student y U de Man-Whitney, para comparar los valores medios de cada una de las variables analizadas entre los diferentes tipos de llamadas.

RESULTADOS

El repertorio vocal de *Eleutherodactylus eileenae* está compuesto por tres tipos de llamadas

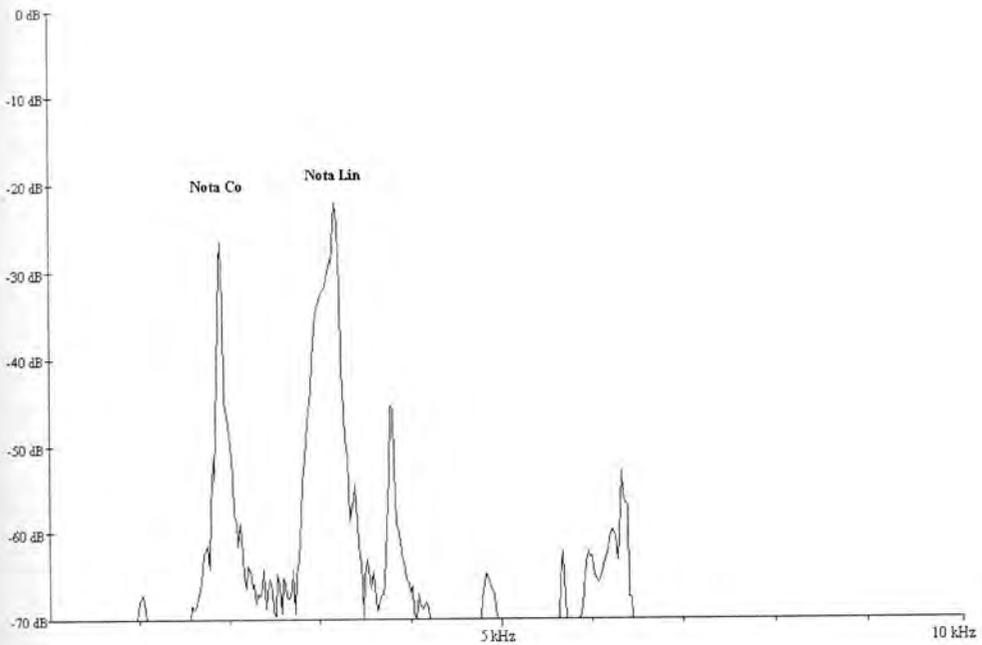
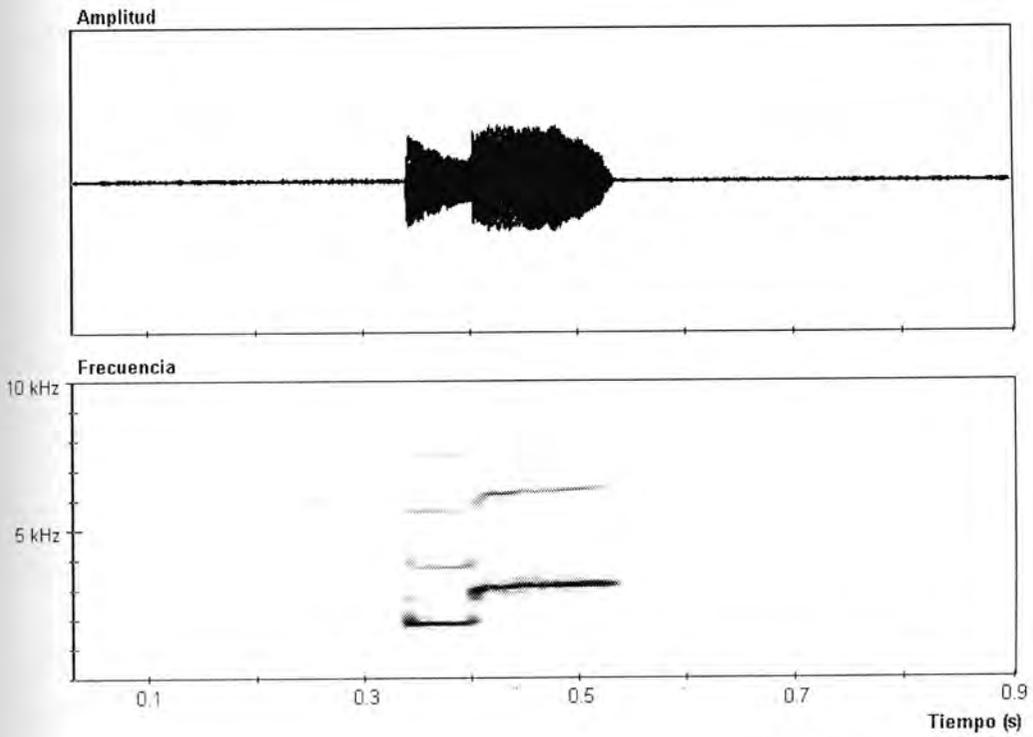


Figura 1. Oscilograma, sonograma y espectro de potencia de una llamada de anuncio típica (tipo I) de *Eleutherodactylus eileanae*.

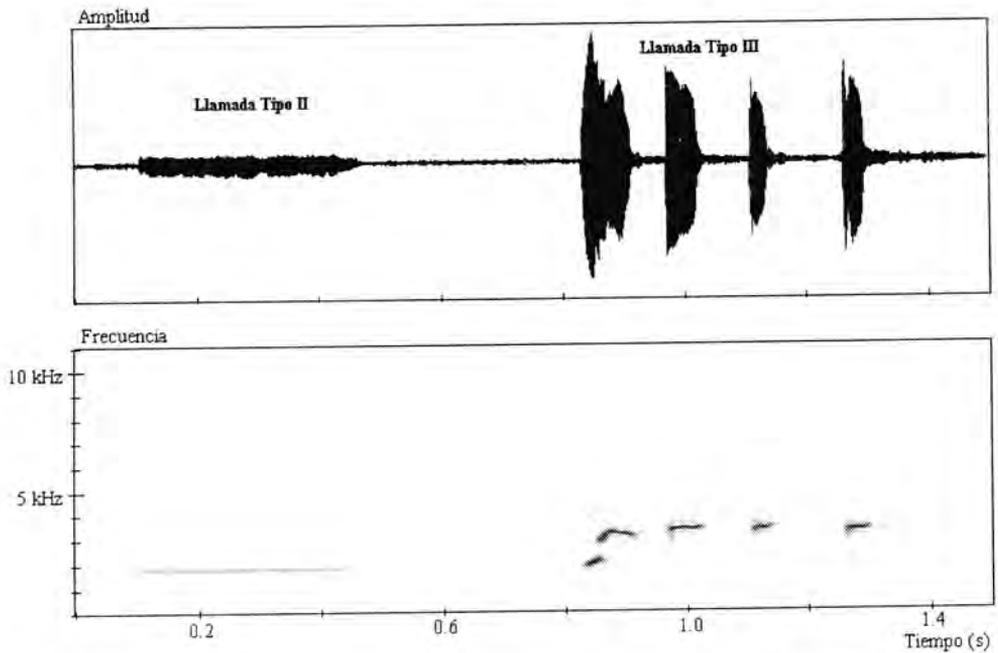


Figura 2. Oscilogramas y sonogramas de las respuestas agresivas Tipo II (Cooo) y Tipo III (CoLin-lin-lin-lin) emitidas por machos de *E. eileenae* durante un combate.

de anuncio con diferentes características espectrales y temporales, emitidas en diferentes contextos conductuales.

Llamada tipo I:

Es la llamada de anuncio típica de la especie, está conformada por dos notas perfectamente distinguibles en términos de frecuencia, duración e intensidad. (Fig. 1).

La primera nota, "Co", tiene menor frecuencia dominante y duración que la segunda "Lin" (Tabla 1). Se advierte además, una estructura armónica en ambas notas, aunque en los dos casos se enfatiza la intensidad en el primer armónico, de manera que la frecuencia dominante coincide con la frecuencia fundamental.

Llamada tipo II:

Es una nota "Co" de larga duración ($T_{\text{Coo}} = 263.57 \pm 93.06$ ms), producida más comúnmente antes de aparecer la conducta vocal *tipo III* debido a la persistencia de la llamada de un intruso en el territorio de un macho residente (Fig. 2).

Llamada tipo III:

Es una llamada multinotas compleja en la que se advierten dos elementos; el primer elemento es una señal compuesta por dos notas de estruc-

tura similar a la llamada *tipo I*. El segundo elemento está formado por una repetición de hasta tres notas similares en estructura a la segunda nota de la llamada *tipo I* (Fig. 3). Aparece luego de la llamada *tipo II* y generalmente le suceden interacciones físicas propias del combate.

Los machos cantores de *E. eileenae* sincronizan sus llamadas de manera que un individuo vocaliza en el intervalo de silencio del otro, alternando sus llamadas de anuncio típicas, e incluso, sus llamadas multinotas, de manera que no ocurre solapamiento entre ellos (Fig. 3.)

En la Tabla 2 se muestran las características espectrales y temporales de las notas de las señales de anuncio producidas durante el combate por los machos de *E. eileenae*.

Al comparar la primera nota de la llamada *tipo I* con la llamada *tipo II*, en cuanto a la duración de ambas señales, se observaron diferencias significativas ($Dt I = 72.19 \pm 1.87$ ms vs $Dt II = 263.57 \pm 93.06$ ms, $t = 8.57$, $P < 0.001$), no existiendo diferencias en cuanto a su frecuencia dominante. La llamada *tipo I* también difiere significativamente del primer elemento de la llamada *tipo III* (que también consta

	FD (kHz)	Δt (ms)
Llamada Tipo II (n=11)	1.857 \pm 0.083	263.57 \pm 93.06
Llamada Tipo III		
<i>Primer elemento</i>		
Nota Co (n=12)	2.101 \pm 0.081	22.37 \pm 7.69
Nota Lin (n=12)	3.347 \pm 0.136	52.40 \pm 19.10
<i>Segundo elemento</i>		
Notas Lin secundarias (n=18)	3.317 \pm 0.075	31.67 \pm 9.25

Tabla 2. Características espectrales y temporales de los distintos elementos de las llamadas agresivas (Tipo II y Tipo III) de *E. eileenae*. Se indican la media y la desviación estándar ($X \pm DS$) para cada variable. Frecuencia Dominante (FD) y Duración (Δt).

de dos notas) siendo esta última de mayor frecuencia dominante y menor duración de ambas notas (Tabla 3). No se observaron diferencias significativas entre la frecuencia dominante ($U=129.0$, $P>0.001$) y la duración ($U=138.0$, $P>0.001$) de las notas del segundo elemento de la llamada *tipo III* y la segunda nota de la llamada *tipo I*.

DISCUSIÓN

Los valores de frecuencia dominante y duración de ambas notas de la llamada de anuncio típica (llamada *tipo I*) son similares a los obtenidos por Hedges *et al.* (1992), cuando caracterizaron una llamada de un macho de una localidad vecina en la propia Sierra del Rosario. Nuestros resultados son también comparables con la gama de variación obtenida por Rodríguez *et al.* (inédito), mientras analizaban la variación geográfica en la llamada de anuncio de esta especie, involucrando poblaciones de cuatro localidades del occidente y centro de Cuba.

Según Alonso *et al.* (en prensa) los machos de *E. eileenae* vocalizan en grandes coros, observándose dos picos de actividad acústica máxima, al anochecer y al amanecer. La densidad de individuos conduce a la formación de

dúos, tríos o pequeños coros, en los que cada individuo trata de evitar el solapamiento de sus señales con las de sus vecinos, mediante la alternancia de llamadas, para preservar la integridad de su propia llamada o reducir la interferencia acústica.

Este fenómeno ha sido documentado en *Eleutherodactylus coqui* de Puerto Rico, los machos cantores de esta especie, al ser estimulados acústicamente con grabaciones de su propia llamada de anuncio o ruido, son capaces de colocar sus respuestas entre un estímulo y otro, evitando el solapamiento de su señal (Narins y Capranica, 1976; Zelick y Narins, 1983). Schwartz (1987) analizó tres hipótesis sobre la posible función de la alternancia de llamadas en tres especies de hílidos que muestran este comportamiento vocal, demostrando que esta conducta es valiosa para el mantenimiento del territorio de las tres especies. Los machos de *Hyla crucifer*, *H. versicolor* e *H. microcephala*, dieron proporcionalmente más respuestas agresivas, alternando con estímulos con características espectrales y temporales propias de cada especie, que solapadas con éstos. Los machos de *H. versicolor* pueden variar la temporalidad de sus llamadas individuales para alternar con las de sus vecinos, mientras los de *H. microcephala* ajustan el espacio-

	Tipo I Nota Co	Tipo III Nota Co	Tipo I Nota Lin	Tipo III Nota Lin
FD (kHz)	1.87 ± 0.07 U= 290.5	2.10 ± 0.08 P< 0.001	3.17 ± 0.12 U= 256.5	3.35 ± 0.14 P<0.001
Δt (ms)	72.19 ± 2.61 t= 24.23	22.37 ± 7.69 P< 0.001	161.01 ± 25.61 U= 300.00	52.45 ± 19.10 P< 0.001

Tabla 3. Comparación de la frecuencia dominante (FD) y la duración (Δt) entre la llamada de anuncio típica (Tipo I) y el primer elemento de la llamada agresiva multinotas (Tipo III). Se indican la media y la desviación estándar ($X \pm DS$) para cada variable.

miento entre las notas de sus llamadas (si las llamadas son multinotas) para que no interfieran cuando las llamadas se solapan (Schwartz, 1987). Interacciones naturales y experimentos con grabaciones en *H. microcephala* demuestran que los machos de la especie cambian la temporalidad de sus notas en respuesta a las llamadas de otros machos del coro; de esta manera evitan activamente la interferencia con aquellos individuos capaces de degradar la estructura temporal de sus propias llamadas (Schwartz, 1993). La menor duración de las llamadas multinotas de *E. eileenae*, respecto a la llamada de anuncio típica durante las interacciones vocales, sugiere la posible existencia de un fenómeno similar, en el cual los machos acortan sus llamadas evitando el solapamiento con las señales de sus vecinos.

Nuestros resultados sugieren que tanto la llamada *tipo II*, como la llamada multinotas *tipo III*, constituyen vocalizaciones agresivas. Este tipo de emisiones ha sido documentado para los machos de muchas especies de anuros, que utilizan llamadas agresivas en defensa de sus sitios de cortejo, oviposición o áreas que contienen recursos ecológicos tales como alimento, agua y refugios (Wells, 1980; 1981; Townsend *et al.*, 1984; Given, 1987; Crump, 1988; Stewart y Rand, 1991; Ovaska y Caldbeck, 1997). Este trabajo representa el primer reporte de interacción vocal agonística entre machos cantores, para el caso de una especie del género en Cuba.

Las llamadas agonísticas que se producen durante los combates entre machos de *E. ei-*

leenae, fueron siempre escuchadas al anochecer y al amanecer, cuando se registran los picos de actividad de esta especie. Stewart y Rand (1992), analizaron la variación diaria en la utilización de las llamadas agresivas por los machos de *E. coqui*, notando que estas son más frecuentes al amanecer, cuando la pérdida de refugio constituye una amenaza potencial, y al anochecer, contribuyendo al espaciamento territorial, como también parece ocurrir en *E. eileenae*.

De manera general, en muchos anuros, las llamadas usadas en interacciones agresivas entre machos coespecíficos difieren de las llamadas de anuncio típicas de cada especie. Los machos de *Hyla cinerea* producen llamadas agresivas por modulación de la amplitud de las llamadas de anuncio e incrementan la tasa de llamadas (Gerhardt, 1978). En los machos de *H. ebraccata*, *H. microcephala* e *H. phlebodes* la tasa de pulsos de las llamadas agresivas es mayor que las de las de anuncio (Schwartz y Wells, 1984). En *Rana virgatipes* las llamadas agresivas y de anuncio son muy similares, pero las primeras tienen una mayor tasa de repetición de llamadas (Given, 1987). Machos de *Pseudacris crucifer* (Schwartz, 1989) e *H. ebraccata* (Schwartz y Wells, 1985) producen llamadas agresivas de mayor duración e intensidad que las llamadas de anuncio. Nuestros resultados muestran claras diferencias entre los componentes "Co" y "Lin" de la llamada de anuncio típica y de la llamada multinotas agresiva, tanto en frecuencia dominante, como en duración, y aunque no fueron estimadas las

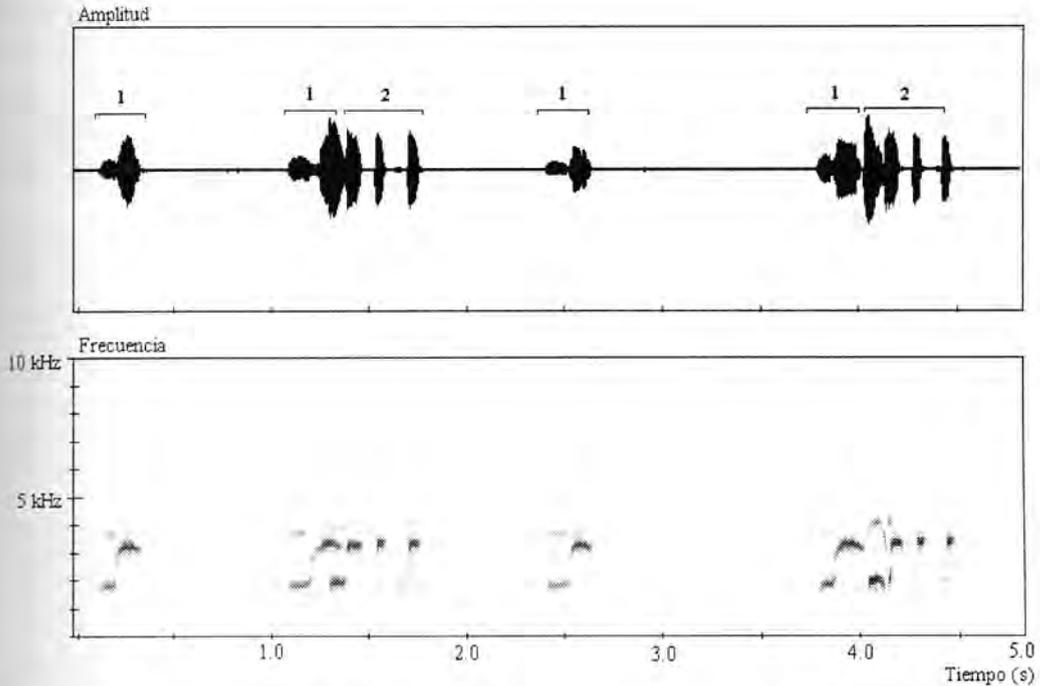


Figura 3. Alternancia de llamadas entre dos machos de *E. eileenae* durante un combate. Ejemplar 1 produce llamadas de anuncio típicas (tipo I). Ejemplar 2 produce llamadas agresivas multinotas (tipo III).

diferencias de intensidad de ambas llamadas, la llamada multinotas agresiva, es apreciablemente más intensa. Stewart y Rand (1991), obtienen valores comparables para la nota "Co", en cuanto a frecuencia dominante de ambas llamadas en *E. coqui*, siendo en las llamadas agresivas, las notas mucho más cortas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a los trabajadores de la Estación Ecológica de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario", por las facilidades logísticas ofrecidas para el desarrollo de este trabajo. A A. Barro de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana y L. M. Díaz, del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, por su asistencia en el trabajo de campo. A F. Coro del Departamento Fisiología Animal y Humana, de la Facultad de Biología, Universidad de La Habana, por ofrecernos las bondades de su laboratorio y permitirnos el uso del programa BATSOUND.

Por último a L. Rodríguez Schettino e H. González del Instituto de Ecología y Sistemática de Cuba, por la revisión crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, A., A. RODRÍGUEZ & A. R. ESTRADA (en prensa). Patrones de actividad acústica de *Eleutherodactylus eileenae* (Anura: Leptodactylidae) del occidente de Cuba. *Rev. Esp. Herp.*
- CRUMP, M. L. 1988. Aggression in harlequin frogs: male-male competition and a possible conflict of interest between the sexes. *Anim. Behav.* 36: 1064-1077.
- GERHARDT, H. C. 1978. Discrimination of intermediate sounds in a synthetic call continuum by female green tree frogs. *Science* 199:1089- 1091.
- GERHARDT, H. C. & J. J. SCHWARTZ. 1995. Interspecific interactions in anuran courtship. Pp. 603- 632. En: H. HEATWOLE & B. K. SULLIVAN (eds.), *Amphi-*

- bian *Biology*. Vol. 2. Social Behaviour. Sidney, Surrey Beatty.
- GIVEN, M. F. 1987. Vocalizations and acoustic interactions of the carpenter frog, *Rana virgatipes*. *Herpetologica* 43: 467-481.
- HEDGES, S. B., A. R. ESTRADA & R. THOMAS. 1992. Three new species of *Eleutherodactylus* from eastern Cuba with notes on vocalizations of other species (Anura: Leptodactylidae). *Herpetol. Monog.* 6: 68-83.
- NARINS, P. M. & R. R. CAPRANICA. 1976. Sexual differences in the auditory system of the treefrog *Eleutherodactylus coqui*. *Science* 192: 378-382.
- OVASKA, K. E. & J. CALDBECK 1997. Vocal behaviour of the frog *Eleutherodactylus antillensis* from the British Virgin Islands. *Anim. Behav.* 1997. 54 (1) 181-188.
- RODRÍGUEZ, A., R. ALONSO & A. R. ESTRADA (inédito). Variación geográfica en la Llamada Anunciadora de *Eleutherodactylus eileenae* Dunn (Amphibia: Leptodactylidae) de Cuba.
- SCHWARTZ, A. 1969. The Antillean *Eleutherodactylus* of the *auriculatus* Group. *Studies on the Fauna of Curacao and other Caribbean Island*. 30 114: 99-115.
- SCHWARTZ, A & R. HENDERSON. 1991. *Amphibians and Reptiles from the West Indies: Descriptions, Distributions, and Natural History*. Univ. Florida Press, Gainesville. 720 pp.
- SCHWARTZ, J. J. 1987. The function of call alternation in anuran amphibians: a test of three hypothesis. *Evolution* 41 (3): 461-471.
- SCHWARTZ, J. J. 1993. Male calling behavior, female discrimination and acoustic interference in the Neotropical treefrog *Hyla microcephala* under realistic acoustic conditions. *Behav. Ecol. Sociobiol* 32: 401-414.
- SCHWARTZ, J. J. 1989. Graded aggressive calls of the spring peeper, *Pseudacris crucifer*. *Herpetologica* 45: 172- 181.
- SCHWARTZ, J. J. & K. D. WELLS 1984. Vocal behavior of the neotropical treefrog *Hyla phlebodes*. *Herpetologica* 40: 452-453.
- SCHWARTZ, J. J. & K. D. WELLS 1985. Intra- and interspecific vocal behavior of the neotropical treefrog *Hyla microcephala*. *Copeia* 1985: 27-38.
- STEWART, M. M. & A. S. RAND. 1991. Vocalization and the defense of retreat sites by male and female frogs *Eleutherodactylus coqui*. *Copeia*, 1991. 1013-1024.
- STEWART, M. M. & A. S. RAND. 1992. Diel variation in the use of aggressive calls by the frog *Eleutherodactylus coqui*. *Herpetologica*. 48 (1): 49-56.
- TOWNSEND, D. S., M. STEWART & F. H. POUGH. 1984. Male parental care and its adaptative significance in a neotropical frog. *Anim. Behav.* (32): 421-431.
- WELLS, K. D. 1977a. The social behaviour of anuran amphibians. *Anim. Behav.* 25: 666-693.
- WELLS, K. D. 1977b. The courtship of frogs. Pp. 233- 262. En: D. H. TAYLOR & S. I. GUTTMAN (eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. Plenum Press, New York.
- WELLS, K. D. 1980. Behavioural ecology and social organization of a dendrobatid frog (*Colostethus inguinalis*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 6: 199-209.
- WELLS, K. D. 1981. Territorial behavior of the frog *Eleutherodactylus urichi* in Trinidad. *Copeia*, 1981: 726-728.
- ZELICK, R. D. & P. M. NARINS. 1983. Intensity discrimination and precession of call timing in two species of the neotropical treefrog. *J. Comp. Physiol.* (153): 403-412.