

ESTUDIO DE VOCALIZACIONES DE *Eleutherodactylus unistrigatus*
PRESENTE EN EL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

JAMES CALVACHE LUNA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PASTO
2006

ESTUDIO DE VOCALIZACIONES DE *Eleutherodactylus unistrigatus*
PRESENTE EN EL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

JAMES CALVACHE LUNA

Trabajo de investigación como requisito parcial para optar el título de
Biólogo con Énfasis en Ecología

MSc. BELISARIO CEPEDA Q
DIRECTOR

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2006

Las ideas y conclusiones aportadas en el presente trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor “Artículo 1° del Acuerdo No. 324 del 11 de octubre de 1966” Emanado del Honorable consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación.

Director

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, 30 de mayo de 2006

AGRADECIMIENTOS

Agradesco de manera especial a mis amigos Mauricio Rodríguez y Oswaldo Arcos quienes brindaron de manera incondicional parte de la logística y conocimientos en la elaboración de este documento.

DEDICATORIA

En memoria de mi abuela Elisa, ya que siempre creíste en mí.

A mi hermano Richard y a mi madre Deyanira. Gracias por todo su apoyo, constancia y sobre todo por su amor, logre uno de los objetivos de mi vida el cual dedico de todo corazón.

A Dios todo poderoso quien fue y será un faro que guíe cada uno de mis pasos.

A Johanna Benavides, quien me apoyo en los difíciles momentos, gracias por creer en mí, desde lo mas profundo de mi alma un te amo

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	179
2 ANTECEDENTES	22
2.1 EL SONIDO.	22
2.1.1 Características del sonido.	22
2.1.2 Tono. (Frecuencia).	22
2.1.3 Intensidad.	23
2.1.4 Timbre.	23
2.1.5 Análisis espectral	23
2.2 VOCALIZACIONES	24
2.3 TIPOS DE VOCALIZACIONES DE ANUROS	27
2.3.1 Llamada de liberación (<i>Release Call</i>).	27
2.3.2 Llamada de peligro (<i>Distress Call</i>).	27
2.3.3 Llamada de contestación (<i>Reciprocation Call</i>).	27
2.3.4 Llamadas de anuncio o de apareamiento (<i>Advertisement Call</i>).	27
2.4 SELECCIÓN SEXUAL	29

2.5	IMPORTANCIA DE LA BIOACÚSTICA	30
2.6	ESTUDIOS BIOACÚSTICOS PARA COLOMBIA	31
3	DESCRIPCION DE LA ESPECIE.	32
3.1	ESPECIE <i>Eleutherodactylus unistrigatus</i>	32
4	METODOLOGÍA	34
4.1	ÁREA DE ESTUDIO	34
4.1.1	Generalidades.	34
4.1.2	Hidrografía y climatología.	35
4.2	FASE DE CAMPO	35
4.2.1	Lugares de muestreo.	35
4.2.2	Registró de cantos.	37
4.3	TRANSECTOS DE BANDAS AUDITIVAS (AST)	38
4.4	REGISTROS DE VOCALIZACIONES	39
4.5	DOCUMENTACIÓN	40
4.6	IDENTIFICACIÓN EN LABORATORIO.	40
4.7	DIGITALIZACIÓN DE CANTOS	41
4.7.1	Oscilograma y sonograma.	41

4.8 ANÁLISIS DE DATOS	41
5 RESULTADOS	42
5.1 MACHOS SATELITES	45
6 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	47
6.1 NÚMERO DE LLAMADAS EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE <i>E. unistrigatus</i>	47
6.2 DURACIÓN DE CANTO DE ANUNCIAMIENTO de <i>E. unistrigatus</i>	48
6.3 MÁXIMO DE AMPLITUD EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO de <i>E. unistrigatus</i>	49
6.4 FRECUENCIA MÍNIMA EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO de <i>E. unistrigatus</i>	51
6.5 FRECUENCIA MÁXIMA EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO de <i>E. unistrigatus</i>	52
6.6 FRECUENCIA FUNDAMENTAL EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE <i>E. unistrigatus</i>	53
6.7 FRECUENCIA DOMINANTE EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE <i>E. unistrigatus</i>	55
6.7.1 Análisis de componentes principales canto de anuncio <i>E. unistrigatus</i>	57
6.8 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA EN EL CANTO DE TERRITORIALIDAD	58
6.8.1 Número de llamadas en el canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i> .	

	58
6.8.2 Duración de canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	59
6.9 RELACIÓN DE LAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS CON LAS VARIABLES ACÚSTICAS.	60
7 DISCUSIÓN	65
7.1 HORAS DE ACTIVIDAD Y PREFERENCIA DE NICHOS ACÚSTICOS.	65
7.2 VARIACIÓN EN LA VOCALIZACIÓN DE <i>E. unistrigatus</i> .	68
7.3 CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE <i>E. unistrigatus</i>	71
7.4 ORGANIZACIÓN SOCIAL.	73
7.5 VARIACIÓN DE AMPLITUD.	76
7.6 INFLUENCIA DEL SITIO DE VOCALIZACIÓN CON RESPECTO A LA DEGRADACIÓN DE LA SEÑAL.	76
7.7 INFLUENCIA DE FRECUENCIA DOMINANTE EN LA DEMANDA DE LA DEGRADACIÓN	77
7.8 ESTRUCTURA DE LA LLAMADA DE <i>E. unistrigatus</i>	79
7.9 VARIACIÓN DE LA LLAMADA Y SELECCIÓN DE APAREAMIENTO EN COROS NATURALES.	79
7.10 PREFERENCIAS BASADAS EN DIFERENCIAS EN LAS FRECUENCIAS DE LLAMADAS Y PATRONES ESPECTRALES	81
7.11 RELACIONES TAMAÑO CORPORAL VS. FRECUENCIAS	81

8	CONCLUSIONES	82
9	RECOMENDACIONES	85
10	BIBLIOGRAFÍA	86

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Patrones de pigmentación de <i>E. unistrigatus</i> .	33
Figura 2. Ubicación del Municipio de San Juan de Pasto.	34
Figura 3. División Político Administrativa rural del Municipio de Pasto.	36
Figura 4. Climadiagrama San Juan de Pasto.	37
Figura 5. Relación entre numero medio de individuos y horas de actividad de <i>E. unistrigatus</i> con valores máximos y mínimos.	42
Figura 6. Estratos de selección para la emisión de vocalización de <i>E. unistrigatus</i> . Sector obonuco.	43
Figura 7. Sonograma canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	44
Figura 8. Espectrograma canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	44
Figura 9. Espectrograma de un pulso en el canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	45
Figura 10. Sonograma canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	46
Figura 11. Espectrograma de canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	46
Figura 12. Porcentaje de impulsos emitidos en el canto de Anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	47
Figura 13. Polígono de frecuencias para número de llamadas de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	48
Figura 14. Duración de canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	48
Figura 15. Polígono de frecuencias para Duración de canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	49
Figura 15. Máximo de amplitud en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	49
Figura 16. Polígono de frecuencias para Máximo de amplitud en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	50
Figura 17. Frecuencia mínima en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	51
Figura 18. Polígono de frecuencia para Frecuencia mínima en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	52
Figura 19. Frecuencia máxima en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	53
Figura 20. Polígono de frecuencias para Frecuencia Máxima en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	53
Figura 21. Frecuencia fundamental en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	54
Figura 22. Polígono de frecuencias para Frecuencia Fundamental en el canto de anunciamiento de <i>E. unistrigatus</i>	55
Figura 23. Frecuencia dominante en el canto de anunciamiento	

de <i>E. unistrigatus</i>	56
Figura 24. Polígono de frecuencias para Frecuencia Dominante en el canto de anuncio de <i>E. unistrigatus</i>	56
Figura 25. Coeficientes de variación en el canto de anuncio de <i>E. unistrigatus</i>	57
Figura 26. Promedio de Frecuencias en el canto de anuncio de <i>E. unistrigatus</i>	57
Figura 27. Porcentaje de llamadas emitidas en el canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	58
Figura 28. Polígono de frecuencias para número de llamadas de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	59
Figura 29. Duración de canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	59
Figura 30. Polígono de frecuencias para Duración del canto de territorialidad de <i>E. unistrigatus</i>	60
Figura 31. Correlación entre el peso y la frecuencia fundamental.	60
Figura 32. Correlación entre LRC (Longitud Rostro Cloaca) y la frecuencia fundamental.	61
Figura 33. Correlación entre AnC (Ancho de la Cabeza) y la frecuencia fundamental.	61
Figura 34. Correlación entre ALC (Alto de la Cabeza) y la frecuencia fundamental.	62
Figura 35. Correlación entre el Peso (Masa corporal) y la frecuencia dominante.	62
Figura 36. Correlación entre LRC (Longitud Rostro Cloaca) y la frecuencia dominante.	63
Figura 37. Correlación entre AnC (Ancho de la Cabeza) y la frecuencia dominante.	63
Figura 38. Correlación entre ALC (Alto de la Cabeza) y la frecuencia dominante.	64

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Tabulación para número de llamadas	93
Anexo 2. Tabulación para duración del canto	93
Anexo 3. Tabulación para Máximo de amplitud	94
Anexo 4. Tabulación para Frecuencia mínima	94
Anexo 5. Tabulación para Frecuencia máxima	94
Anexo 6. Tabulación para Frecuencia Fundamental	95
Anexo 7. Tabulación para Frecuencia Dominante	95
Anexo 8. Componentes principales en el canto de Anunciamiento	95
Anexo 9. Variables morfométricas	96
Anexo 10. Matriz de correlación simple canto de Anunciamiento <i>E. unistrigatus</i>	99
Anexo 11. Análisis acústico del canto de anuncio de <i>E. unistrigatus</i>	100
Anexo 12. Patrones de coloración de <i>E. unistrigatus</i>	102

RESUMEN.

La investigación se realizó entre los meses de febrero a junio de 2005 en el perímetro de la ciudad de Pasto donde se colectaron 97 individuos de *E. unistrigatus* a quienes se les realizó un registro auditivo, posteriormente fueron capturados, pesados y se les tomaron sus respectivas medidas morfométricas: Longitud Rostro Cloaca (LRC), Ancho de la Cabeza (AnC), Alto de la Cabeza (AlC) con el fin de correlacionarlas con las variables acústicas: frecuencia dominante, mínima, máxima, fundamental, duración del canto, número de llamadas, máximo de amplitud. La toma de datos se realizó entre las 4:00 pm y las 3:00 am. Se registraron 2 tipos de vocalización por parte de los machos: canto de anunciamiento (97) canto de territorialidad (4), el 49.48% de los cantos registraron llamados de anunciamiento de 6 impulsos, el 86% de los individuos presentaron una duración en el canto de anunciamiento de 2 segundos; el 53.61% de los cantos presentaron una amplitud máxima de 2.25, el promedio de la frecuencia mínima de los cantos fue de 2611.46 Hz, de frecuencia máxima fue de 2734.38 Hz, de frecuencia fundamental fue de 1291.96 Hz, de frecuencia dominante de 2578.06 Hz. Para el canto de territorialidad se obtuvieron los siguientes datos: el 68.75% registraron llamadas de territorialidad de 2 impulsos, la duración del canto de territorialidad oscila entre 2 y 4 segundos, no se observó ninguna correlación entre las diferentes medidas morfométricas y la frecuencia fundamental y dominante.

Palabras clave: *E. unistrigatus*, bioacústica, canto de anunciamiento, canto de territorialidad, frecuencia máxima, mínima, fundamental, dominante, Pasto.

ABSTRACT

The investigation one carries out among the months of February to June of 2005 in the perimeter of the Pasto city where 97 individuals of *E. unistrigatus* were collected to who are carried out an auditory registration, later on was captured, heavy and they were taken its respective body length: Snout Vent Length (LRC), Wide of the Head (AnC), High of the Head (AlC) with the purpose of correlating them with the acoustic variables: dominant frequency, minimum frequency, maxim frequency, fundamental frequency, duration of the call, number of calls, maximum of width. The taking of data one carries out one carries out between the 4:00 pm and the 3:00 am. They registered 2 vocalization types on the part of the males: advertisement call (97) territorial call (4), 49.48% of the songs registered advertisement call of 6 impulses, 86% of the individuals presented a duration in the advertisement call of 2 seconds; 53.61% of the calls presented a maximum width of 2.25, the average of the minimum frequency of the songs it was of 2611.46 Hz, of maximum frequency it was of 2734.38 Hz, of fundamental frequency it was of 1291.96 Hz, of dominant frequency of 2578.06 Hz. For the territorial call the following data were obtained: 68.75% registered territorial call of 2 impulses, the duration of the territorial call oscillates between 2 and 4 seconds, doesn't observe any correlation between the different body length and the fundamental frequency and dominant frequency.

Words key: *E. unistrigatus*, bioacoustics, advertisement call, territorial call, maximum frequency, minimum frequency, fundamental frequency, dominant frequency, Pasto city.

1 INTRODUCCIÓN

La bioacústica consiste en el estudio del comportamiento de la comunicación de los animales a través de señales sonoras. En este campo se han hecho notables avances de tecnologías capaces de almacenar y analizar los sonidos¹. Aunque la mayor parte de los estudios realizados en bioacústica pertenecen al campo de la investigación básica vinculada a la etología y la sistemática, resulta pertinente tratar de reunir las aplicaciones prácticas que se han desarrollado, especialmente aquellas vinculadas a otras dos áreas: la conservación y el manejo de poblaciones naturales. Obviamente, la mayoría de estos desarrollos surgen y son aplicables a los cuatro grupos principales de organismos que emplean señales acústicas para comunicarse: insectos, anfibios, mamíferos y aves.

El estudio del comportamiento en los animales es de gran importancia para el desarrollo del área biológica. Estas conductas pueden ir o no acompañados de sonidos, siendo la vocalización un aspecto zoosemiótico de gran importancia para el estudio bioacústico, ya que permite analizar las señales emitidas por individuos de una misma especie. Estas señales sonoras presentan una amplia gama de posibilidades y se convierten en una herramienta útil ya que pueden usarse como un método de identificación de especies en el campo. Los anuros que emplean el uso de canto o vocalizaciones como método de atracción de pareja, rechazo, defensa, advertencia de peligro, contestación o de anuncio de apareamiento pueden ser detectados e identificados por el sonido. De ahí que el monitoreo de las vocalizaciones por medios magnetofónicos resulta útil y económico permitiendo así estimar la biodiversidad del entorno.

En el campo del comportamiento los anuros, son un grupo de animales bastante llamativos por su vocalización, los cuales realizan la mayoría de las especies durante las horas de la noche. Estos cantos son muy diversos y varían de especie a especie y aún dentro de una misma especie se pueden encontrar diferentes tipos de llamados usados en diferentes situaciones de acuerdo a estudios realizados por Gerhardt² en 1994. En cuanto a despliegues vocales el canto más familiar en anuros es el denominado llamado de anunciamento, el cual es considerado como un

¹ TUBARO, Pablo L. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. Laboratorio de Biología del Comportamiento, Instituto de Biología y Medicina Experimental. Buenos Aires, Argentina. 1999. p 19

² GERHARDT, H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25: 293-324.

llamado con función de apareamiento. De acuerdo Taigen & Wells³; Klump y Gerhardt⁴, Ryan⁵, el costo de la vocalización se puede interpretar en dos sentidos: primero, en la alta inversión energética que tiene la producción de los llamados; y segundo, en el riesgo de predación en el que incurre el macho que está llamando por hacerse más conspicuo.

También hay diferencias en los parámetros que constituyen las vocalizaciones, tales como la frecuencia dominante, la duración de los llamados y la tasa de llamados. No todas estas características son igualmente importantes para la comunicación intraespecífica, pero invariablemente se ha encontrado que las hembras prefieren los llamados de su propia especie. Este hecho y el de que cada especie, presente unos cantos característicos hace que el estudio de la vocalización en estos animales sea importante desde el punto de vista taxonómico.

Variación de la llamada. La variación de la señal permite cambiar en complejidad entre individuos. La variación en la señal se refleja a menudo en los mecanismos legítimo-productores, por consiguiente, cuando las señales son más complejas, las estructuras como el anillo de cartílagos (cartílago cricoides), el aparato laringeo, cuerdas vocales, estas que producen las señales también pueden ser más complejas.

Aunque no tan complejo como los repertorios de cantos de aves, ciertas especies de ranas producen también señales relativamente complejos. Los anuros macho usan la llamada de anuncio para atraer hembras, reproducirse y competir con otros machos. Las hembras pueden evaluar entonces preferencialmente las llamadas para seleccionar a un compañero, la habilidad de hembras y machos de distinguir entre las llamadas depende de su sistema auditivo y de su neurofisiología, las preferencias para una llamada del anuncio pueden ser por selección indirecta o directa. Si el rasgo del macho no tiene efecto en la supervivencia de la hembra y la habilidad reproductiva, o selección directa, y si se ponen en correlación la preferencia y rasgo genéticamente, la evolución de la preferencia puede seleccionarse indirectamente a través de la selección sexual clandestina o indirecta.

³ TAIGEN, T. L., K. D. WELLS. 1985. Energetics of vocalization by an anuran amphibian (*Hyla versicolor*). *Journal of Comparative Physiology*, B155: 163-170.

⁴ KLUM, G. M., H. C. GERHARD. 1987. Use of non arbitrary acoustic criteria in mate choice by female gray tree frogs. *Nature*, 286-288.

⁵ RYAND, M. J. 1985. The tungara Frog. A study in sexual selection and communication. The University of Chicago Press, Chicago.

Como objetivo general se propuso determinar las características acústicas y relaciones con el medio de *Eleutherodactylus unistrigatus* del Municipio de Pasto a partir del análisis de sus vocalizaciones. y como Objetivos específicos se propuso encontrar las horas de mayor actividad de emisión de cantos. Establecer las preferencias de microhábitat para la emisión de sus cantos. Correlacionar medidas morfométricas con la actividad vocal.

2 ANTECEDENTES

2.1 EL SONIDO.

Fenómeno físico que estimula el sentido del oído. En los seres humanos, esto ocurre siempre que una vibración con frecuencia comprendida entre unos 15 y 20.000 Hercios llega al oído interno. El Hertzio (Hz) es una unidad de frecuencia que corresponde a un ciclo por segundo. Estas vibraciones llegan al oído interno transmitidas a través del aire, y a veces se restringe el término “sonido” a la transmisión en este medio. Sin embargo, en la física moderna se suele extender el término a vibraciones similares en medios líquidos o sólidos. Los sonidos con frecuencias superiores a unos 20.000 Hz se denominan ultrasonidos.

En general, las ondas pueden propagarse de forma transversal o longitudinal. En ambos casos, sólo la energía y la cantidad de movimiento del movimiento ondulatorio se propagan en el medio; ninguna parte del propio medio se mueve físicamente a una gran distancia. Una onda de sonido es una onda longitudinal. A medida que la energía del movimiento ondulatorio se propaga alejándose del centro de la perturbación, las moléculas de aire individuales que transmiten el sonido se mueven hacia adelante y hacia atrás, de forma paralela a la dirección del movimiento ondulatorio. Por tanto, una onda de sonido es una serie de compresiones y enrarecimientos sucesivos del aire. Cada molécula individual transmite la energía a las moléculas vecinas, pero una vez que pasa la onda de sonido, las moléculas permanecen más o menos en la misma posición.

2.1.1 Características del sonido. Cualquier sonido puede describirse en su totalidad especificando tres características de su percepción: el tono, la intensidad y el timbre. Estas características corresponden exactamente a tres características físicas: la frecuencia, la amplitud y la composición armónica o forma de onda.

2.1.2 Tono. (Frecuencia). La frecuencia de una onda sonora se define como el número de pulsaciones (ciclos) que tiene por unidad de tiempo (segundo). La unidad correspondiente a un ciclo por segundo es el Hertzio (Hz). Las frecuencias más bajas corresponden a lo que habitualmente llamamos sonidos graves, son sonidos de vibraciones lentas. Las frecuencias más altas corresponden con lo que llamamos agudos y son vibraciones muy rápidas.

Los humanos somos sensibles a las vibraciones con frecuencia comprendida entre 16 Hz y 20.000 Hz. Por debajo de 16 Hz se llaman

infrasonidos y por encima, ultrasonidos. El margen auditivo de las personas varía según la edad y otros factores. Los animales tienen un margen auditivo diferente, así, es muy conocido el hecho que los perros pueden sentir frecuencias mucho más altas, dentro del margen de los ultrasonidos.

2.1.3 Intensidad. La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, que es el flujo medio de energía por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. En el caso de ondas esféricas que se propagan desde una fuente puntual, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, suponiendo que no se produzca ninguna pérdida de energía debido a la viscosidad, la conducción térmica u otros efectos de absorción. Por ejemplo, en un medio perfectamente homogéneo, un sonido será nueve veces más intenso a una distancia de 100 metros que a una distancia de 300 metros. En la propagación real del sonido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras, por lo que generalmente la ley del inverso del cuadrado no se puede aplicar a las medidas directas de la intensidad del sonido.

2.1.4 Timbre. El timbre está formado por un conjunto de frecuencias de alturas sonoras fijas (ámbito de formantes). De forma sencilla se puede decir que el timbre lo forma la frecuencia fundamental del instrumento, más su composición armónica. La frecuencia fundamental de dos instrumentos diferentes puede ser la misma, pero su composición armónica es diferente y es lo que hace que los podamos distinguir.

2.1.5 Análisis espectral Análisis se refiere a la acción de descomponer algo complejo en partes simples o identificar en ese algo complejo las partes más simples que lo forman, hay una base física para modelar la luz, el sonido o las ondas de radio en superposición de diferentes frecuencias. Un proceso que cuantifique las diversas intensidades de cada frecuencia se llama análisis espectral.

Matemáticamente el análisis espectral está relacionado con una herramienta llamada transformada de Fourier o análisis de Fourier. Ese análisis puede llevarse a cabo para pequeños intervalos de tiempo, o menos frecuentemente para intervalos largos, o incluso puede realizarse el análisis espectral de una función determinista. Además la transformada de Fourier de una función no sólo permite hacer una descomposición espectral de los formantes de una onda o señal oscilatoria, sino que con el espectro generado por el análisis de Fourier incluso se puede reconstruir (sintetizar) la función original mediante la transformada inversa. Para

poder hacer eso, la transformada no solamente contiene información sobre la intensidad de determinada frecuencia, sino también sobre su fase. Esta información se puede representar como un vector bidimensional o como un número complejo. En las representaciones gráficas, frecuentemente sólo se representa el módulo al cuadrado de ese número, y el gráfico resultante se conoce como espectro de potencia o densidad espectral de potencia.

Es importante recordar que la transformada de Fourier de una onda aleatoria, ó estocástica, es también aleatoria. Un ejemplo de este tipo de onda es el ruido ambiental. Por tanto para representar una onda de ese tipo se requiere cierto tipo de promediado para representar adecuadamente la distribución frecuencial.

2.2 VOCALIZACIONES

La producción de sonidos por animales básicamente es un método de anunciamiento de un individuo a otros de la misma especie. La vocalización es muy común en animales que tienen dispersión de baja densidad. En insectos, la producción de sonido es característica de cigarras y ortópteros (por estridulación). Entre los vertebrados, la vocalización es muy desarrollada en anuros, aves, quirópteros, primates, cetáceos y delfines. En anuros y aves el propósito primario de la vocalización es anunciarse, pero las aves muestran una diversidad extensa de contestaciones comportamentales asociadas con varios tipos de vocalizaciones.

Los sonidos de alta frecuencia emitidos por quirópteros sirven en ecolocalización y probablemente como anuncio en un segundo plano, considerando que los primates y los mamíferos marinos tienen sistemas de comunicación y sistemas vocales complejos.

La producción de sonido está bastante limitada en salamandras y se ha registrado en sólo dos cecilias *Geotrypetes grandisonae* y *Dermophis sp*, pero pulsaciones son producidas por lo menos en otras dos cecilias *Ichthyophis sp* y *Siphonops sp*. Varios chillidos suaves producidos por algunas salamandras *Plethodontidos*, silbatos bajos por *Siren* y *Amphiuma* y una variedad de sonidos (ladridos, chasquidos, rechinamientos, silbatos) en *Pleurodeles taricha*, *Dicamptodon* y *Ambystoma* se han interpretado diversamente como mecanismos de la defensa o como una ayuda en la información limitada sobre la producción de sonido en salamandras las

que parecen asociarse con la defensa⁶.

La mayoría de especies tienen bien desarrolladas sus estructuras vocales y son capaces de producir una variedad de sonidos que sirven para atraer a compañeros, anunciamiento, delimitación de territorios, o expresiones de dolor. La compleja colección de morfología y características comportamentales asociadas con producción del sonido parece haber evolucionado junto con la locomoción saltatoria ya que la fuerza de bombeo y el mecanismo respiratorio son una parte integral del sistema de la producción del sonido.

La presencia de estructuras en el oído medio se origino en *Dissorophidos* del Permico y ranas *Leiopelmatidos* Jurasicas, eso es esencialmente equivalente para los anuros, sugiriendo que la vocalización puede haber existido en Protolissamphibios así como en anuros primitivos.

Revisiones tempranas de vocalizaciones de anuros enfatizaban principalmente en la importancia evolutiva de la vocalización y la determinación de poblaciones a nivel de especie. Straughan⁷ en 1973, proporciono una revisión global de la evolución de la vocalización, dio una apreciación del mecanismo y control de la vocalización. Una sintetización más reciente realizada por Wells⁸ y Littlejohn⁹ enfatizaron en la evolución y las interacciones ecológicas a nivel de individuo.

En lo referente al mecanismo del aparato vocal, aparte de la función reguladora de la laringe y la glotis en el proceso de la respiración, esta porción se relaciona con la producción de sonidos por el paso de aire a una presión determinada desde la tráquea. Esta estructura ha sido modificada en anuros para formar el órgano productor de sonidos. El tejido adyacente forma la válvula aritennoidea, pliegue extendido en la superficie interna del borde anterior del cartílago aritenoides, el cual actúa como modulador de la amplitud de los sonidos producidos.

Una segunda extensión de estos tejidos de recubrimiento interno forma

⁶ CASTRO, Herrera Fernando. 1997. Introducción a la herpetología. Universidad del Valle Cali. Colombia.

⁷ STRAUGHAN, D. Evolution of anuran mating calls, pp. 321-327. James E. Vial (ed.), Evolutionary Biology of the Anurans. Contemporary Research and Major Problems. Univ. of Missouri Press, Columbia. 1973.

⁸ WELLS, K. D. & TAIGEN, T. L. Calling energetics of a neotropical treefrog, *Hyla microcephala*. Behav. Ecol. Sociobiol. 1989. 25:13-22

⁹ LITTLEJOHN, MJ, 1977. Long range acoustic communication in anurans in the reproductive biology of amphibians. New York. Plenum Press.

una membrana o cuerda vocal que se une a la válvula aritenoides y al cartílago cricoides en la parte más interna de la laringe. Esta membrana es la responsable de producir los sonidos de frecuencias dominantes. Dependiendo de la especie esta membrana anterior puede tener derivaciones, diferencias en el tamaño, la forma de las fibras y la masa fibrilar varían específicamente y tienden a correlacionarse a una frecuencia dominante de los sonidos producidos.

Además dos membranas posteriores, también están en el tejido de recubrimiento del aritenoides y se presentan en forma normal paralelas a la membrana anterior; la función de estas membranas posteriores no es clara: ellas pueden servir de conducto de aire hacia las cuerdas vocales ayudando al proceso de incremento de velocidad del aire para la producción de sonido¹⁰.

Desde el punto de vista puramente taxonómico, aparte de los estudios sobre híbridos, se ha tratado de superponer los árboles filogenéticos tradicionales, basados en morfología o bioquímica con aquellos resultantes de las comparaciones de las vocalizaciones. Duellman¹¹ en 1967 encontró que “no es siempre perfecta esta superposición con los hílidos de América Central” y sin embargo hay “una significativa similaridad para los bufónidos africanos”. En general se puede pensar que, dada la plasticidad obvia de las vocalizaciones (si se compara con los componentes morfológicos o enzimáticos), Straughan¹² en 1973 determinó que “las vocalizaciones son más útiles para comparar grupos taxonómicos cercanos (poblaciones, especies, géneros) que niveles taxonómicos superiores (clase, orden, familia).

Una mención honorífica que tienen las vocalizaciones de los anuros es que constituyen el ejemplo más claro del debatido concepto de evolución del desplazamiento de carácter reproductivo. Este concepto teórico expuesto por Fouquette¹³ 1975, predice que, “tras un fenómeno de especiación por separación geográfica de dos sectores de una especie, si existe una zona de contacto secundario entre las dos especies de reciente creación, se desarrollarían mecanismos de aislamiento pre-cópula, que evitarán la

¹⁰ CASTRO, Op. Cit., p. 59-60.

¹¹ DUELLMAN, William E. 1963. Courtship isolating mechanisms in Costa Rican *hylid* frogs. *Herpetologica* 23: p 169-183

¹² STRAUGHAN, D. 1973. Evolution of anuran mating calls, pp. In W. F. Blair (eds.), *Evolution in the genus Bufo*. University of Texas Press, Austin.

¹³ FOUQUETTE, M. J. Jr 1975. Speciation in the chorus frogs, I. Reproductive character displacement in the *Pseudoacris nigrata* complex. *Systematic Zoology* 24:16-23.

hibridación”.

2.3 TIPOS DE VOCALIZACIONES DE ANUROS

Los sonidos producidos por los anuros se pueden clasificar con base al contexto en el que son emitidos. La clasificación más habitual enunciada por Wells y Littlejohn¹⁴ en 1977 es la siguiente

2.3.1 Llamada de liberación (*Release Call*). Sonido emitido por un macho o hembra no receptiva cuando un macho les "abrazo amorosamente" (amplexus). Suele ser un sonido poco intenso, a veces acompañado por una vibración corporal. A veces no hay sonido, tan solo la vibración.

2.3.2 Llamada de peligro (*Distress Call*). Emitida por machos o hembras al ser molestados por un presunto depredador (cogidos por la mano de un herpetólogo). Su utilidad puede ser la de sorprender al depredador o avisar a los demás.

2.3.3 Llamada de contestación (*Reciprocation Call*). Emitida por la hembra generalmente a corta distancia. Sólo ha sido descrita por Heinzmann¹⁵ en 1970 en dos géneros de anuros: un sapo mexicano *Tomodactylus sp.* (Leptodactylidae) y en los sapos parteros *Alytes spp.* (Discoglossidae).

2.3.4 Llamadas de anuncio o de apareamiento (*Advertisement Call*). Son emitidas por los machos. Sus objetivos principales son los de atraer hembras y el de avisar a otros machos de la presencia del emisor. Suelen ser las vocalizaciones de mayor (intensidad), es decir las que se pueden escuchar generalmente en el campo. Esta categoría de sonidos puede subdividirse en algunas especies en tres tipos: llamada de cortejo, llamada territorial y llamada de encuentro entre macho y hembra.

La llamada de apareamiento es típica de una especie y puede ser un importante mecanismo de aislamiento pre-cópula. Se ha demostrado que en especies simpátridas muy cercanas filogenéticamente se evita la hibridación al distinguir las hembras entre las llamadas de las dos especies.

Las bases genéticas de la llamada de apareamiento fueron evidenciadas

¹⁴ LITTLEJOHN, MJ, 1977. Long range acoustic communication in anurans in. the reproductive biology of amphibians. New York. Plenum Press.

¹⁵ HEINZMANN, U. 1970. Untersuchungen zur bio-akustik und ökologie der geburtshelferkröte. Oecologia 5:19-55.

por Zweifel¹⁶ en 1968 con dos especies de *Bufo* norteamericano; Gerhardt, Guttman y Karlin¹⁷ en 1980 con dos especies de *Hyla* en Norte América cuyos híbridos *Hyla cinerea* y *Hyla gratiosa* presentaban llamadas intermedias, distintas de las otras congeneres. Además les permitió concluir que “La vocalización domina el comportamiento reproductivo de muchas especies de ranas y en muchas especies la secuencia de cortejo es simple, las hembras se dirigen al macho que se encuentra vocalizando para iniciar el contacto sexual”

Un fenómeno que se suele utilizar es el de la fonotaxis positiva o fenómeno de atracción de las hembras hacia la llamada del macho. En la mayoría de los anuros la hembra utiliza únicamente esta información acústica para encontrar al macho. Por consiguiente, de existir algún tipo de selección de pareja, se podría investigar presentando a la hembra grabaciones para que esta se dirija hacia una u otra. Estas pruebas han sido una herramienta de trabajo excepcional para determinar el grado de atracción de las llamadas de híbridos y su utilidad se ha vuelto aún mayor si se considera que la síntesis de sonidos por computadora es posible y permite controlar perfectamente las características de las alternativas presentadas a las hembras.

La función de territorialidad de la llamada se observa más a menudo en las especies o poblaciones con épocas de reproducción prolongadas. En aquellas con características explosivas no es tan factible el defender el territorio dada la premura de las circunstancias. La estructura de los coros de machos cantando ha sido estudiada por Paillete¹⁸ en 1976 en algunas especies de *Hylas* *Hyla sp* y *Hyla meridionalis* “detectándose machos líderes que tienden a comenzar el canto y detectándose algunos niveles de organización como machos satélites entre otros”.

Según Tubaro¹⁹ el estudio de las vocalizaciones puede ser una herramienta adecuada para descubrir y confirmar las diferencias entre especies y el uso del canto como método de identificación de especies en el campo, “es particularmente apropiado bajo condiciones en que la observación directa se encuentra reducida por la vegetación o por falta de luz en especies de

¹⁶ ZWEIFEL, R. G. 1968. Effects of temperature, body size and hybridization on mating calls of toads *Bufo americanus* and *Bufo woodhousii fowleri*. Copeia 269-28585.

¹⁷ GERHARDT, H. C, S. GUTTMAN, D. & A. A. Karlin. Natural hybrids between *Hyla cinerea* and *Hyla gratiosa*: Morphology, vocalization and electrophoretic analysis. Copeia 1980. 1980:577-584.

¹⁸ PAILLETTE, M. Etude expérimentale des interactions sonores dans les chœurs des rainettes *Hyla meridionalis* (Amphibien Anoure) par stimulation avec des signaux sonores périodiques de synthèse. La Terre et la Vie 1976. 30:89-120.

¹⁹ TUBARO, Op. Cit., p. 386.

hábitos nocturnos”.

Los anuros al igual que la frecuencia con la que emiten las vocalizaciones indican la presencia de la especie, posibilitando realizar la identificación del hábitat o el ambiente específico que prefiere dicho anuro así como el estudio de algunas relaciones ecológicas, dado que el comportamiento de estos por motivos de reproducción esta fuertemente influenciado por las variables climáticas.

Estudios realizados por Bernal y Páez²⁰, en el Municipio de Ibagué concluyeron que cada especie tiene un llamado típico que lo caracteriza e identifica de las demás, en los que revelan la importancia de los cantos como mecanismo de aislamiento que evita el entrecruzamiento de especies distintas, siendo el canto el principal canal que utilizan las hembras para seleccionar el macho con el que han de aparearse.

2.4 SELECCIÓN SEXUAL

La comunicación es un componente importante para la unión de muchos animales. No solamente les permite a individuos congeneres estar relacionados, sino que también les proporciona informar detalles tan sutiles como la presencia de peligros latentes u otros tipos de vocalizaciones presentados en la variación de estas señales, también puede permitirles a algunos individuos llegar a un éxito reproductivo con mayor efectividad que otros a través de la selección sexual. La variación de la señal puede permitir cambiar en complejidad, lo que involucra competencia entre machos de la misma especie.

Cantos de aves producen a menudo señales con repertorios detallados que las hembras prefieren por encima de los repertorios más simplificados. La base para esta complejidad es un asunto de debate, mientras algunos defienden que la preferencia para los repertorios detallados puede darse, ya que las hembras aumentaron su aptitud para ser estimuladas por estos repertorios. Estudios de conducta y de neurofisiología muestran que este fenómeno puede ser en parte un resultado de la introducción de nuevos estímulos y un desencadenamiento habitual de estímulos simples repetidos

²⁰ BERNAL, M. H., MONTEALEGRE, D. P. & PÁEZ, C. A. Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. 2000. Rev.Acad. Colomb. Cienc.: volumen xxviii, número 108-septiembre de 2004 p. 385-390.

Wells²¹ determinó que los anuros machos usan la llamada de anuncio para atraer hembras y en orden de prioridad es primero el fin reproductivo y posterior a este comportamiento vocal el de competir con otros machos (Las hembras pueden evaluar entonces preferencialmente las llamadas para seleccionar a un compañero. La habilidad de hembras y machos de distinguir entre las llamadas depende del su sistema auditorio y de su neurofisiología

La afinación del oído interno puede influir en las frecuencias de las llamadas que las hembras encuentran más atractivos²². La variación en llamadas y preferencias puede existir dentro de las poblaciones de las mismas especies Gerhardt²³, la variación de cantos dentro de las poblaciones causa que algunos machos tengan más éxito reproductivo que otros. Esta diferencia reproductiva, conocida como selección sexual, puede influir en la evolución de la llamada del anuncio y los mecanismos vocales responsable para la llamada²⁴.

2.5 IMPORTANCIA DE LA BIOACÚSTICA

Los estudios bioacústicos brindan información de las especies que habitan en determinado lugar, además pueden indicar si las especies se encuentran en estado de reproducción, defensa ú otro tipo de comportamiento.

La vocalización de los individuos anuros macho para la atracción de las hembras es importante frente al éxito reproductivo; cada especie tiene una canción específica, que funciona como una "huella digital" que lo caracteriza. Herpetólogos que investigan la ecología de los anuros reconocen las especies por su vocalización y los taxonomos usan el análisis de sonogramas (análisis físicoacústico de las vocalizaciones) de las vocalizaciones para identificar y describir especies. No importa cuánto, las vocalizaciones de dos especies de anuros se puedan parecer al oído humano, un sonograma puede revelar diferencias tan sutiles entre ellos.

La vocalización trabaja como uno de los mecanismos de evitar amplexos (y

²¹ WELLS, K. D. & TAIGEN, T. L. Calling energetics of a neotropical treefrog, *Hyla microcephala*. Behav. Ecol. Sociobiol. 1989. 25:13-22.

²² NARINS Peter M., HO Walter "", and GRABUL Daniela S. Bimodal signal requisite for agonistic behavior in a dart-poison frog, *Epipedobates femoralis*

²³ GERHARDT, H. C., S. D. Guttman, & A. A. Karlin. 1980. Natural hybrids between *Hyla cinerea* and *Hyla gratiosa*: Morphology, vocalization and electrophoretic analysis. Copeia 577-584.

²⁴ BOUL, Kathryn Elizabeth. Call variation and correlated vocal production mechanisms: intraspecific and interspecific comparisons from the *Physalaemus pustulosus* species group 2003

/ o" el abrazo nupcial") entre especies diferentes: las hembras de cada especie reconocen la canción de los machos de su misma especie. Hay situaciones peculiares donde existen especies muy parecidas a nivel taxonómico pero presentan vocalizaciones que difieren sustancialmente.

“El anuro macho cuando vocaliza, no siempre atrae una hembra”. A veces él puede atraer a un predador u otro macho de la misma especie que quiere disputar el territorio. En este caso los machos cambian el tipo de la vocalización emitiendo cantos que indican la territorialidad. Duellman²⁵ en 1963 concluyo que el canto es una propiedad única de cada especie y como tal se constituye en uno de los mecanismos de aislamiento reproductivo, permitiendo el reconocimiento sexual de la especie, evitando la confusión con el canto de otras especies.

2.6 ESTUDIOS BIOACÚSTICOS PARA COLOMBIA

En el año 2000 Bernal²⁶ realizó en el Municipio de Ibagué sobre la vocalización de 13 especies de anuros, en el que dio a conocer algunas características de la actividad vocal identificándolos a través de parámetros acústicos. En 1999 Bernal y Guzmán²⁷ describen y comparan las llamadas de advertencia de tres especies de *Eleutherodactylus* de una comunidad de páramo de Colombia en el Parque Natural Chingaza. Para el nor-occidente de Sudamérica, entre la Costa Pacífica Colombiana y el nor-occidente del Ecuador, Lötters y Widmer²⁸ en 1997 realizaron la comparación de las llamadas de advertencia de las especies *Dendrobates histrionicus* y *Dendrobates lehmanni*. En 1999 Lüddecke²⁹ realizó estudios referentes al comportamiento y la biología reproductiva de la rana *Colostethus palmatus* al oriente de la cadena montañosa de los Andes a lo largo de la vía que conduce a Villavicencio. Las grabaciones de ésta especie se realizaron a diferentes altitudes, identificando tres tipos de vocalización: advertencia, encuentro y cortejo.

²⁵ DUELLMAN, William .E. 1963. Importance of breeding call in amphibian systematics. Of proceedings of the international Congress of Zoology. Washington v. 4.

²⁶ TUBARO, Op. Cit., p. 385.

²⁷ BERNAL, Ximena. GUZMÁN, Francisco. The advertisement calls of three *Eleutherodactylus* species (Anura: Leptodactylidae) in a Colombian highland community. Revista Academia Colombiana de Naturales y Físicas. Suplemento especial. Volumen XXIII. Diciembre de 1999

²⁸ LOTTERS, S., WIDMER, A. 1997. Bioacoustic comparisons of the advertisement calls of the poison frogs *Dendrobates histrionicus* and *Dendrobates lehmanni* from northwestern South America. Herpetologia Bonnensis, 237 - 245

²⁹ LÜDDECKE, Horst. Behavioral aspects of the reproductive biology of the andean frog *Colostethus palmatus* (Amphibia: Dendrobatidae). 1999. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento especial. Volumen XXIII. P. 303-316.

3 DESCRIPCION DE LA ESPECIE.

3.1 ESPECIE *Eleutherodactylus unistrigatus*

La fauna de eleutherodactylinos presentes en los hábitats altos del suroccidente de Colombia y noroccidente del Ecuador ha sido estudiada a profundidad por John D Lynch determinando ocho especies *E. bubkleyi*, *E. curtipes* y *E. unistrigatus* las otras cinco especies *E. modiplepus*, *E. ocreatus*, *E. orcesi*, y *E. thymelensis* y *Phrynopus brunneus* son especies raras y presentan pequeñas áreas de distribución. Los ocho *Eleutherodactylus* son especies del grupo *unistrigatus* definidos por Lynch. Determinándolo como el grupo mas dominante de América del Sur³⁰.

Para el caso de este estudio la especie que de acuerdo a revisión bibliografica y que presento una frecuencia considerable con respecto a emisiones vocales fue *Eleutherodactylus unistrigatus* descrita a continuación:

De acuerdo a la biología de *E. unistrigatus* las épocas en que se presenta una alta tasa para la reproducción se encuentra durante los meses comprendidos entre diciembre a marzo marcándose estas tasas de reproducción de acuerdo a las temporadas de lluvia que por lo general se presentan en las zonas altas del suroccidente de Colombia y el noroccidente del Ecuador, en algunos casos se han hecho referencias durante los meses de junio y agosto pero en zonas que presentan bosques nublados. Estas preferencias para estas temporadas invernales también puede ser determinada por la alta presencia de machos y hembras maduros en esta época descrita anteriormente, se presentan diferencias no muy marcadas de microhábitats en cuanto a genero, para el caso de la vocalización ha sido determinada como un clic constante durante la época alta de reproducción y comparada como el chasquido que producen al golpear dos cañas de bambú, se ha descrito brevemente este comportamiento y en algunas zonas de Ibarra, Cotopaxi y el Chimborazo, ha sido registrada esta especie emitiendo su canto desde bromelias tanto terrestres como arbóreas algunas desde 1 mt de altura, *E. unistrigatus* se encuentra distribuida dentro de un rango altitudinal que comprende los 2500 m.s.n.m hasta los 3200 m.s.n.m. Aunque se ha registrado a esta especie en alturas comprendidas entre 3490 m.s.n.m.

Los huevos son depositados en una sola masa la que no presenta

³⁰ LYNCH, Op. cit.

adherencia, la piel del dorso es oscura, presenta verrugas llanas ventralmente y sin pliegues dorso laterales, su tímpano es disimulado y es de $\frac{1}{4}$ con respecto al ojo, presenta un hocico corto acuminado ovoide, el canthus rostralis ligeramente afilado y sin crestas craneales, el parpado superior es ausente, odontoporus vomerinos oblicuos ligeramente prominente y ausente en individuos jóvenes, los machos presentan aberturas vocales subgulares externas. El primer dedo es más corto que el segundo, las almohadillas de los dedos exteriores tan anchos como el tímpano, franjas laterales distales en los dedos, tubérculos cubitales no evidentes excepto las anterobranquiales. Tubérculos ausentes en el exterior del tarso, dos tubérculos metatarsales ovalados internos. Desde los pies con franjas laterales estrechas. Su morfometría es variable geográficamente (14.9 – 28.9 en machos y 22.5 a 38.5 en hembras) y es mas ancho el cuerpo en machos que en hembras. Orificios dorso lateralmente protuberantes. Algunas variaciones con respecto a pigmentación se presentan. (Figura 1).

Figura 1. Patrones de pigmentación de *E. unistrigatus*.



4 METODOLOGÍA

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 Generalidades. El municipio de Pasto está localizado al sur de Colombia, en el sur-oriente del Departamento de Nariño (Figura 2), constituyendo dos regiones naturales: la cordillera centro oriental y el piedemonte andino amazónico. El paisaje es montañoso, con profundos valles fluvio - volcánicos generalmente de sección transversal en "V" y aluvio - glaciales en "U", con gran influencia tectónica y volcánica; desde el volcán Galeras (activo) que dio origen entre otros al emplazamiento del valle de Atríz, hacia el occidente pasando por la cuchilla del Támano hasta encontrarse con el embalse construido del río Bobo y hacia el oriente pasando el páramo de Bordoncillo llegando a la mayor riqueza natural del municipio, la Laguna de La Cocha o Lago Guamués (*Humedal Internacional RAMSAR*).

Figura 2. Ubicación del Municipio de San Juan de Pasto.



4.1.2 Hidrografía y climatología. El municipio posee influencia de la vertiente Pacífica y Amazónica. En su territorio se diferencian tres cuencas: la de los ríos Pasto y Bobo hacia la parte andina pertenecientes a la gran cuenca del río Patia y la cuenca alta del río Guamués, hacia el piedemonte amazónico, perteneciente a la gran cuenca del río Putumayo. De acuerdo a la morfogénesis y factores hidrológicos y climáticos, en el municipio de Pasto, se han definido cuatro pisos térmicos a saber³¹.

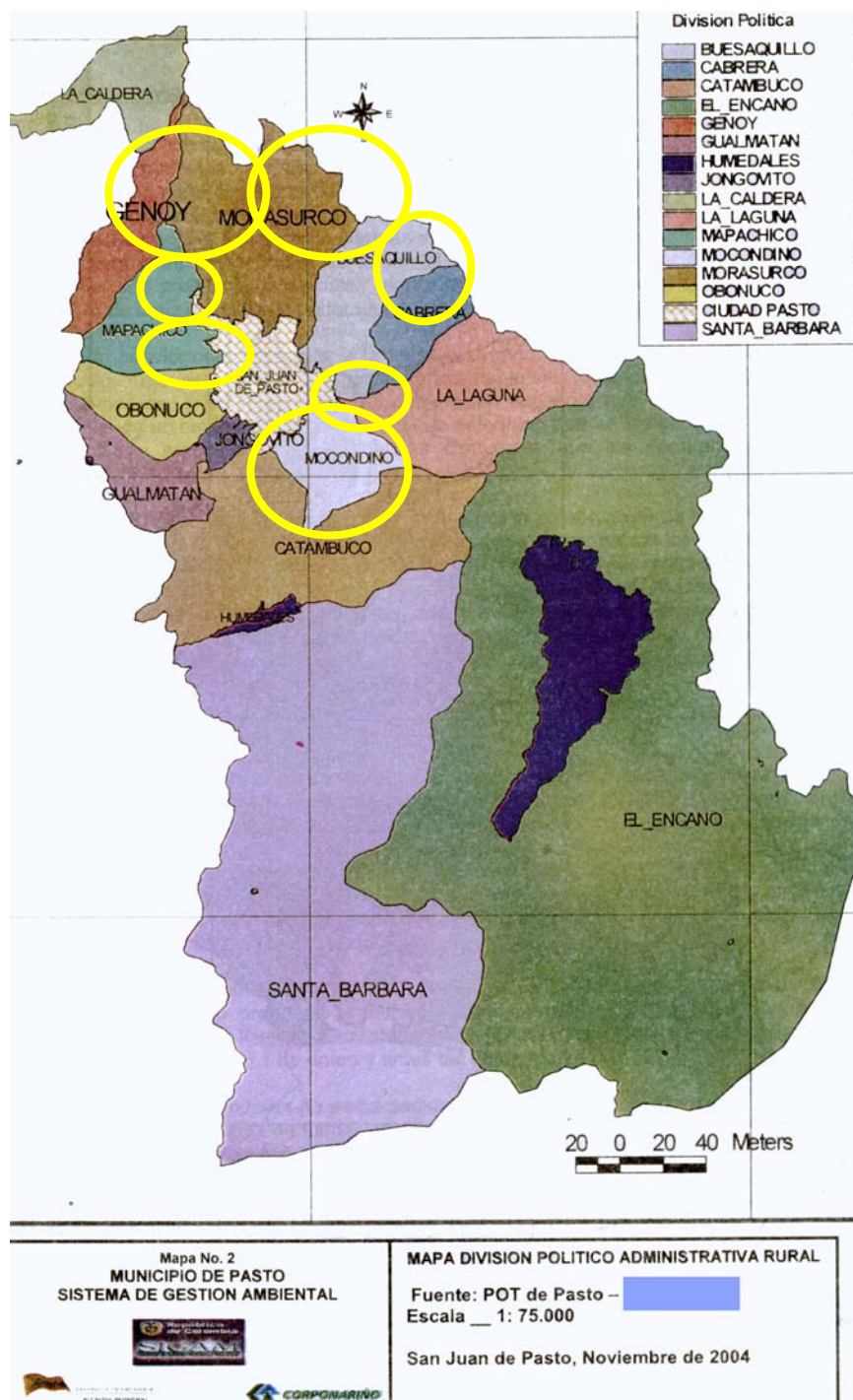
- Páramo: Alturas entre 3.400 y 4.200 m.s.n.m., están presentes en el páramo de Bordoncillo, cerro Morasurco, páramo del Frayle, cuchilla el Tábano, páramo de las Ovejas, páramo de la Piscicultura, cerro Alcalde, cerro Patascoy y volcán Galeras.
- Muy frío: Con alturas comprendidas entre los 2.800 y 3.400 metros sobre el nivel del mar. Comprende las zonas de piedemonte en las veredas: La Josefina, San Juan (Corregimiento de Morasurco); Casanare, San Antonio de Acuyuyo, Rio Bobo, Cubijan (Corregimiento de Catambuco), Gualmatán, El Carmen, Las Encinas, El Barbero, San Cayetano, los Lirios; El Estero, Bellavista y Campoalegre entre otras.
- Frío: Con alturas promedio de 2.200 y 3.000 metros sobre el nivel del mar.
- Medio: Se ubica al Noroccidente de Pasto en el corregimiento de La Caldera, con alturas menores a los 2.200 metros sobre el nivel del mar.

4.2 FASE DE CAMPO

4.2.1 Lugares de muestreo. Los lugares de muestreo se determinaron de manera aleatoria, en el área perimetral de la ciudad de San Juan de Pasto, los muestreos auditivos se realizaron en el corregimiento de Catambuco en las veredas de Cubijan alto y bajo, Cruz de Amarillo, en el corregimiento de Genoy Veredas Pullitopamba y el Eden, corregimiento de Mapachicho veredas el Rosal de Briceño, San Juan de Anganoy y Anganoy, Corregimiento de Obonuco Veredas San Felipe y Bellavista, corregimiento de Mocondino, Veredas de Canchala, Puerres y Dolores, corregimiento de Morasurco Veredas de Tescual, San Antonio de Aranda y Aranda, corregimiento de Cabrera Veredas Buenavista, Duarte y la Paz. Estos lugares presentaron poca intervención humana. (Figura 3).

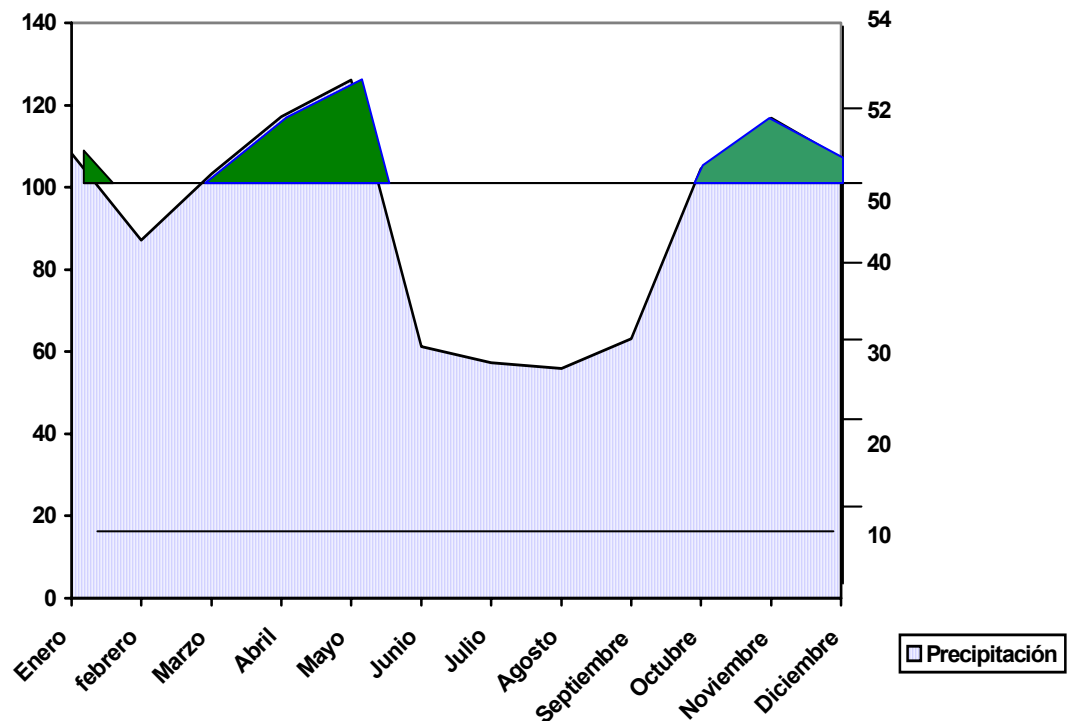
³¹ Agenda Ambiental del Municipio de Pasto. SIGAM - Municipio de Pasto. 1994.

Figura 3. División Político Administrativa rural del Municipio de Pasto.



4.2.2 Registró de cantos. Se realizaron 74 salidas de campo durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio. Durante el mes de febrero se realizaron 15 muestreos, en marzo 20 muestreos en abril 17 muestreos, en mayo 10 muestreos y en junio 12 muestreos para un total de 296 horas de trabajo, durante esta época el invierno se presentó de acuerdo a los registros del IDEAM (Figura 4).

Figura 4. Climadiagrama San Juan de Pasto.



Fuente: IDEAM Estación río Bobo Elevación 2693 m.s.n.m. Latitud 1° 06´ N longitud 77° 14´ W

En todas las salidas de campo se colectaron 97 individuos debidamente registrados tanto auditiva como físicamente. Los recorridos en los lugares de muestreo se realizaron tratando de abarcar la mayor área dentro de las zonas preestablecidas en la metodología

Para la captura auditiva se tuvo en cuenta factores ambientales abióticos para establecer una asociación con la emisión de la vocalización. Se realizó una descripción del ambiente donde se hizo la captura auditiva, de forma visual.

Los encuentros auditivos se efectuaron con equipos portátiles profesionales de registro magnetofónico los que constaron de una

grabadora SONY TCD45M, un micrófono unidireccional de referencia JVC de membrana; hechas las grabaciones de vocalización se tomó datos como: sitio donde se registró el canto, descripción del lugar específico donde se realizó la captura auditiva y de la morfoespecie que emitió la vocalización. La captura se realizó de manera cautelosa, el ejemplar grabado se localizó visualmente, se capturó de forma manual y peso (su masa corporal), al anuro con una balanza de marca Tanita con precisión de 0.001. También se hizo un registro fotográfico y se tomaron medidas morfométricas como: longitud rostro-cloaca (LRC), ancho de la cabeza (AnC), alto de la cabeza (AlC) estas medidas se obtuvieron con la ayuda de un calibrador marca SOMET precisión 0.1 mm.

De acuerdo con la metodología de Burrowes (1983) “Los especímenes se sacrificaron en cloretona al 10 %, y se fijaron en una solución de formol al 10% y se los conservo en alcohol”. Luego se colocaron etiquetas de registro. Se anotaron las horas de actividad vocal tanto en la cinta magnetofónica como en la bitácora de campo acompañado del número de registro respectivo.

Se determinó el estado del anuro momentos previos a la captura por ejemplo actividad del animal antes de ser capturado: vocalizando, en solitario o en grupo, en amplexo, en tierra o en agua, en comportamiento territorialista, en estado de latencia.

Para el sustrato, el lugar en donde el espécimen se encontraba, se registró el tipo de suelo, tipo de sustrato, distancia de algún macho congener, en vegetación, parte de la planta (hoja, rama, tronco, altura).

4.3 TRANSECTOS DE BANDAS AUDITIVAS (AST)

Anterior a la realización de transectas de bandas auditivas se hizo un premuestreo de las zonas a trabajar, los cuales consistieron en demarcar ubicaciones para la realización de las posteriores visitas de campo donde se efectuaron las capturas tanto auditivas como de la especie. Para el caso de anuros adultos se hizo una búsqueda dentro de los rangos establecidos (ancho de banda el cual consistió en recorrer 500 mts en el lugar de muestreo con bandas de 1.50 mts de lado y lado para un total de 1500 mts²) para los registros de vocalizaciones a lo largo de transectos marcados permanentemente con banderillas.

Los transectos auditivos se basaron en la detección de las vocalizaciones de ranas macho, teniendo en cuenta que cada anuro que cantó, fue contado una sola vez por muestra, dado que las vocalizaciones son casi siempre especies específicas y distintivas, los repertorios vocales

consisten en solo uno o dos tipos de canto. Dentro de la transecta se detectaron individualmente a todos los machos que vocalizaron. La distancia de detección de un canto dado permaneció constante y la distancia de detección media para una especie fue apropiada para todos los microhábitats en los cuales generalmente se encontró la especie, tanto para individuos solitarios como para coros se hicieron muestreos en todos los hábitats dentro del área de estudio. Esto de acuerdo a la metodología establecida por Zimmerman³².

4.4 REGISTROS DE VOCALIZACIONES

Dado que la mayoría de los machos de anuros cantan oligatoria y casi exclusivamente cuando intentan reproducirse en un lugar, con frecuencia se puede identificar hábitats o microhábitats de reproducción y consecuentemente subconjuntos de áreas críticas para la conservación.

Todos los cantos detectados fueron registrados por el observador mientras se caminó por la transecta auditiva (AST), los que fueron inspeccionados varias veces, trabajando extensiva y continuamente en un lugar de manera objetiva, así las grabaciones de cada uno de los individuos se realizó tratando de minimizar en lo posible el ruido al aproximarse al emisor anuro, aproximadamente la distancia emisor-observador fue de 1 m cuando se inició el registro en la cinta magnetofónica. Estos registros vocales se hicieron en cintas de grabación de marca SONY UX-Pro tipo I de alta fidelidad, las que se convirtieron desde ese momento en parte integral de la documentación y fueron extremadamente útiles para la asociación cuando se realizaron las identificaciones de especies. Para poder servir como registro, las grabaciones de cantos grabados eran precedidas de un código.

Posterior a la grabación inmediatamente se realizó la captura manual del anuro emisor identificando el microhábitat. El espécimen anuro luego de ser sacrificado y bien preservado se referenció con un número de identificación de campo único para tal espécimen. Cuando el macho vocalizador eludió la captura o escapó, este evento se registró en las notas de campo y en la cinta. Los estudios se hicieron durante el día y la noche, entre las 16:00 y las 03:00, en las zonas de muestreo preestablecidas.

³² ZIMMERMAN, Barbara. L. and JAGER, Robert G. Audio Strip transects and transects Sampling. In HEYER W, Ronald *Et al.* Medición y monitoreo de la diversidad Biológica. Metodos estandarizados para anfibios. Smithsonian Institution Press. 1994. p 92-107

4.5 DOCUMENTACIÓN

Para que estas grabaciones obtuvieran valor científico se acompañaron de la documentación respectiva: especie, forma de identificación (visual y/u auditiva), comportamiento, hábitat, hora del día, y modelo del equipo de grabación. Esta información se incluyó en la misma cinta al final de cada grabación, además se registró en tablas para los análisis posteriores. Se incluyeron parámetros que presentaron variación (como la descripción del hábitat, incidencia de lluvias).

Otro aspecto importante de la documentación consistió en la enumeración de las cintas originales de campo para facilitar su ubicación cuando formen parte de una colección. El método comúnmente utilizado fue el sistema numérico secuencial (1,2,3,...n), algunos datos registrados fueron los siguientes: nombre de la persona que realizó la grabación, número de cinta, fecha, marca y modelo de la grabadora, marca y modelo de micrófono, localización general (Ciudad, Municipio, Departamento, País), tipo de vegetación, condiciones ambientales, número de colección, distancia aproximada del sujeto al micrófono, tipo de hábitat, hora / minutos al final de la sesión de grabación ó corte, cantos en segundo plano (background). Los grabaciones en cada lugar duraron entre 4 horas, los muestreos Audio Strip Transect (AST) duraron entre 30-40 minutos, según las condiciones para minimizar los sesgos potenciales debidos a la transmisión variable de sonidos ocasionados por las condiciones metereologicas como la lluvia y el viento los que resultaron bastante problematicos, dado que redujeron significativamente las distancias a las cuales se pudieron detectar los cantos.

4.6 IDENTIFICACIÓN EN LABORATORIO.

En los laboratorios de la Universidad de Nariño se procedió a la identificación de las especies colectadas. Mediante la ayuda de claves taxonómicas elaboradas por John D. Lynch³³ con las que se realizó una identificación preliminar de las especies de anuros encontrados y registrados vocalmente.

³³ LYNCH, John D. Leptodactylid Frogs of the Genus *Eleutherodactylus* in the Andes of Northern Ecuador and Adjacent Colombia. University of Kansas Publications, Museum of Natural History. The University of Kansas. Lawrence, Kansas. U.S.A. 1981. p. 1-46

4.7 DIGITALIZACIÓN DE CANTOS

Con el programa especializado *Adobe Audition 1.0* se importaron las vocalizaciones registradas en las cintas magnetofónicas, utilizando una tarjeta de sonido importadora *Sound Blaster 64 AE*, y con la ayuda de este software se filtraron todas las vocalizaciones y se grabaron digitalmente con su número de identificación respectivo.

4.7.1 Oscilograma y sonograma. Para el análisis de sonogramas audioespectrogramas, espectros de poder, oscilogramas de sección de llamada, se utilizó un programa denominado *Sound Rouler Acoustics Analisis* versión 0.940 bajo la plataforma Windows, diseñado para propósitos referentes a bioacústica, además se obtuvieron parámetros acústicos como duración del canto, número de notas emitidas, número de impulsos emitidos, frecuencia máxima, mínima, dominante y fundamental, amplitud, Hertz máximo mostrado en el espectro de poder, armónicos dominantes, máximo de amplitud en el pulso, energía máxima alcanzada y tiempo en el máximo de amplitud. Estos datos se correlacionaron con la especie emisora.

4.8 ANÁLISIS DE DATOS

Se tuvo en cuenta las variables acústicas tales como duración del canto, número de notas emitidas, número de impulsos emitidos, frecuencia máxima, mínima, dominante y fundamental, amplitud, Hertz máximo mostrado en el espectro de poder, armónicos dominantes, máximo de amplitud en el pulso, energía máxima alcanzada y tiempo en el máximo de amplitud para correlacionarlas con el anuro emisor utilizando una matriz de correlación entre las variables morfométricas y las variables acústicas o entre estas ultimas tratando de encontrar el grado de asociación respectivo para determinar la asociación entre estas variables acusticas.

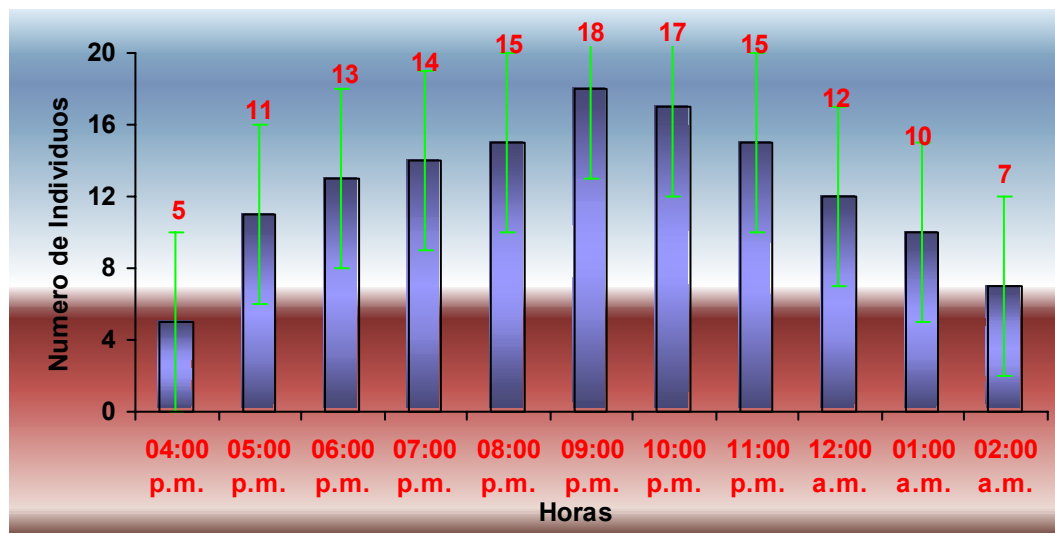
5 RESULTADOS

El estudio se realizó entre los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio generando 74 salidas de campo para un total de 296 horas de trabajo efectivas, dentro de las cuales se capturaron 97 individuos con su respectiva vocalización.

Durante la época de mas alta precipitación los machos de *E. unistrigatus* iniciaron la vocalización antes del ocaso desde formaciones herbáceas (kikuyo), este sustrato presentaba una capacidad de retención de agua bastante considerada, y optima para los nichos reproductivos. El promedio de cantos fue aproximadamente 20 minutos después del ocaso (Figura 5), e incrementándose en un pico máximo de 18 individuos entre las 8pm y 10 pm, se encontró una correlación significativa entre el principio de la emisión de las vocalizaciones y el ocaso (Numero de individuos $r = 0.79$; $p = < 0,05$) Aproximadamente una hora después del ocaso los individuos machos empezaron a buscar puntos estratégicos para la emisión de su canto, al principio de la estación reproductora (después de las primeras lluvias de Noviembre) (Figura 4).

Los machos continuaron vocalizando después del declive de número máximo de individuos que llegaron a vocalizar durante toda la fase de campo.

Figura 5. Relación entre numero medio de individuos y horas de actividad de *E. unistrigatus* con valores máximos y mínimos.



Los lugares óptimos para la vocalización variaron de acuerdo a los factores atmosféricos y tipo de vegetación presente en las zonas de muestreo, *E. unistrigatus* emitió su canto de anuncio de apareamiento principalmente en sustrato herbáceo, y de vegetación baja o rastrera, algunos individuos fueron encontrados vocalizando en hojarasca o ceca a rocas, la altura promedio del sustrato herbáceo (Figura 6), 20 cm $\pm$ 0.25 cm (n = 97) para el 50 % de los machos observados durante la emisión, su posición se encontró de forma horizontal, inclinados el 28.6 % emisión directa a rocas 14.5% y el 6.9 % de forma levantada o vertical, en todas las formas en las que se encontró al momento de iniciar la vocalización sus miembros posteriores estaban ligeramente flexionados.

Figura 6. Estratos de selección para la emisión de vocalización de *E. unistrigatus*. Sector obonuco.



Los machos de *E. unistrigatus* no buscaron activamente a las hembras, y fueron por consiguiente territorialistas defendiendo agresivamente sus nichos de vocalización contra todos los invasores a través de persecuciones, interacciones acústicas y agresivas (determinándolo como combate físico), durante la fase de campo no se observó ningún tipo de interacciones agresivas a las hembras de la especie. El número de interacciones territoriales mediante vocalizaciones y luchas de territorio se presentaron entre las 8:00 y las 10:00 en promedio. Dentro del cual se presento la mayor densidad de individuos por área. Los machos

defendieron su territorio utilizando la vocalización aun cuando no se presentaban hembras proximales.

Cuando se presentaron machos invasores en las áreas en donde el macho anfitrión se encontraba vocalizando, tanto en observaciones naturales como artificiales, se observaron dos tipos de conductas, en la primera el macho dueño del territorio cambio la postura elevando la cabeza y emitiendo una vocalización de territorialidad (Figuras 7, 8, 9), esto como manera de advertir al macho invasor a no transgredir mas los limites del macho anfitrión, la segunda, el macho cambio la dirección hacia donde estaba inicialmente y siguió con su repertorio de anunciamiento.

Figura 7. Sonograma canto de territorialidad de *E. unistrigatus*

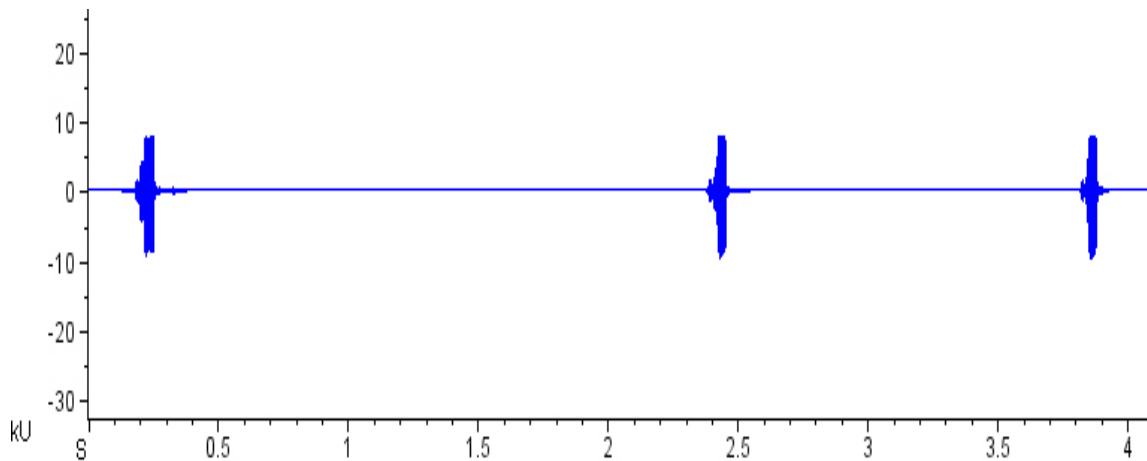


Figura 8. Espectrograma canto de territorialidad de *E. unistrigatus*

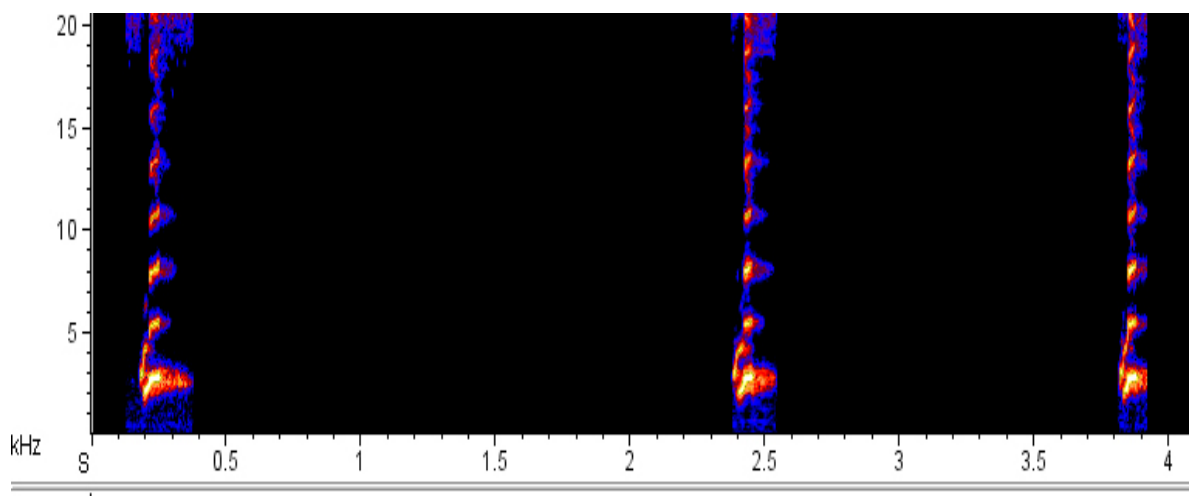
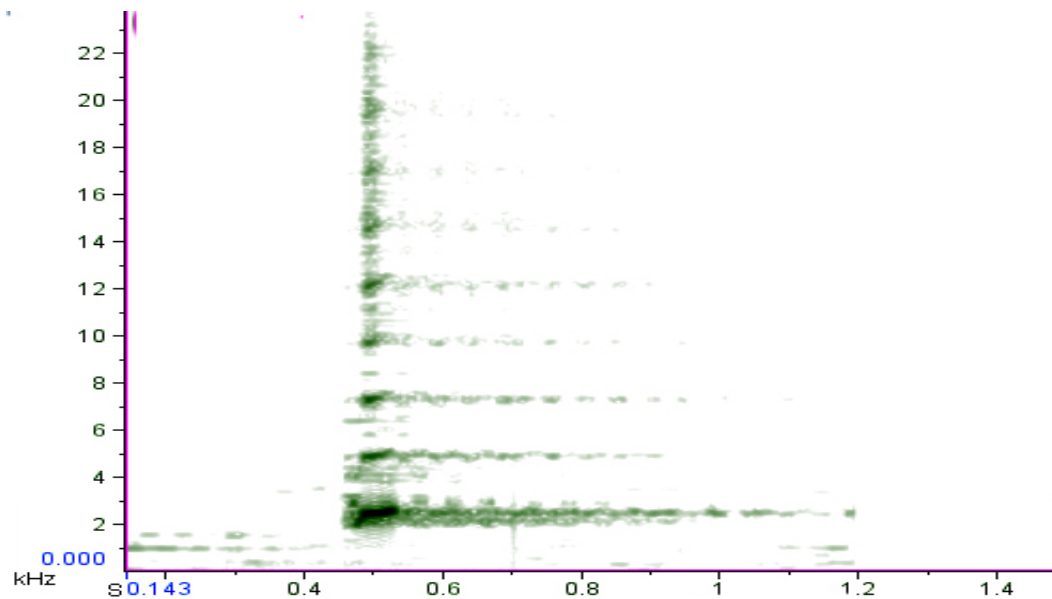


Figura 9. Espectrograma de un pulso en el canto de territorialidad de *E. unistrigatus*



En condiciones de alta precipitación, y de luna llena los individuos detuvieron su actividad vocal, ya que los cantos fueron muy esporádicos los cantos ($n = 4$ a 5 en las áreas de muestreo), y en las lluvias fuertes disminuyeron e interrumpieron la intensidad.

5.1 MACHOS SATELITES

La presencia de machos satélites fue poco observada durante la fase de campo, en este ámbito el satélite masculino fue considerado el individuo que se quedó por más de doce minutos sin vocalizar. Presentó una postura mas baja que el macho anfitrión vocalizante, la distancia entre el macho vocalizante y el macho satélite varió de 0.15 a 0.50 m. Tan solo en una ocasión cuando el vocalizante anfitrión se retiró, entró en actividad vocal el macho satélite emitiendo su canto de anunciamiento, bajo una situación de experimento (manipulación experimental) cuando fué retirado el macho vocalizante anfitrión, el macho satélite tomó su lugar y empezó a emitir su canto de anunciamiento, en promedio la estancia del macho satélite en el lugar de vocalización vario desde 15 minutos hasta 3 horas. No se observaron machos satélites interceptando a hembras, puede haberse debido a que los machos vocalizantes anfitriones eran más pesados que los machos satélites

Dos tipos de vocalización se registraron: canto de anunciamiento, y canto territorial. La canción del anunciamiento (Figura 10), se emitió tanto en la

presencia como en la ausencia de hembras. La canción territorial sólo se emitió en interacciones con otros machos, proseguida del canto de anunciamiento (cantos de anunciamiento n = 97 cantos, canto de territorialidad (n = 4 cantos)

Figura 10. Sonograma canto de anunciamiento de *E. unistrigatus*

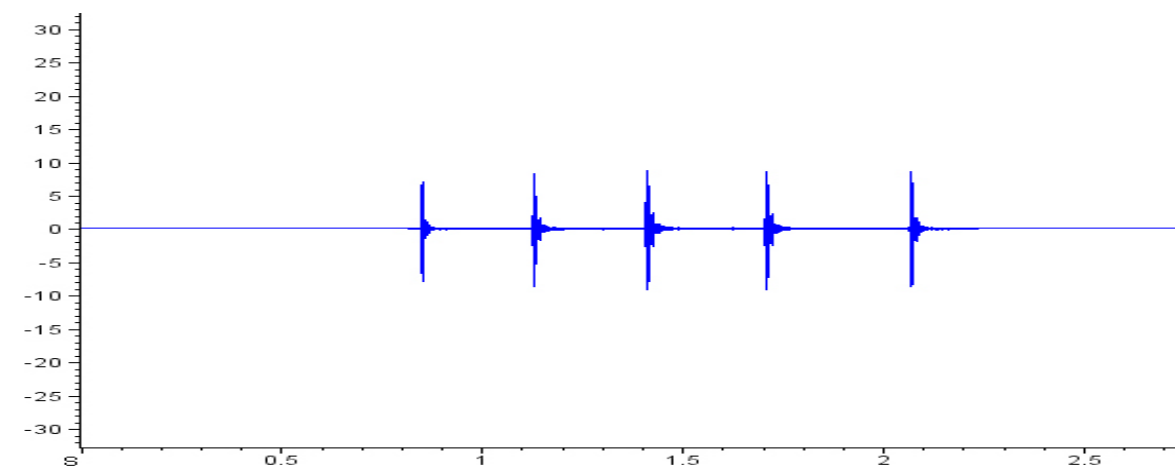
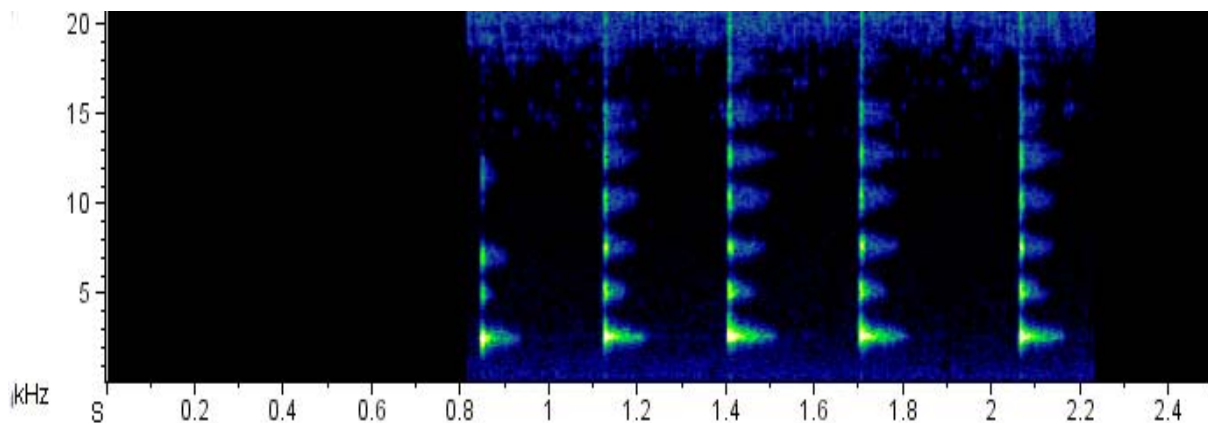


Figura 11. Espectrograma de canto de anunciamiento de *E. unistrigatus*

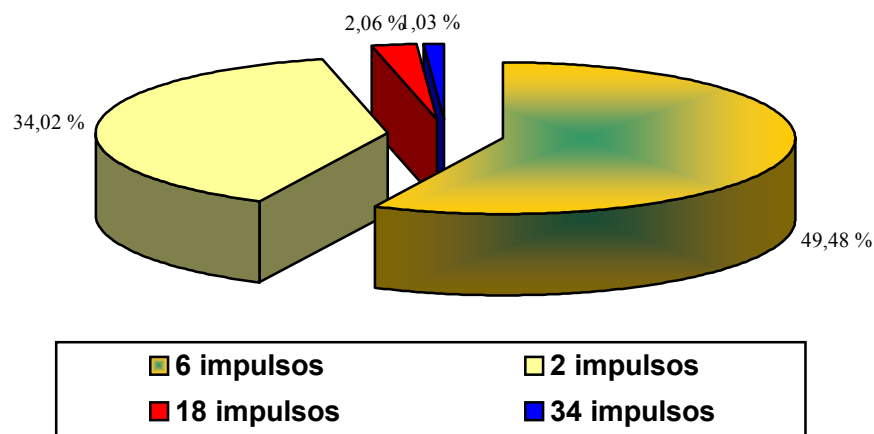


6 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

6.1 NÚMERO DE LLAMADAS EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE *E. unistrigatus*

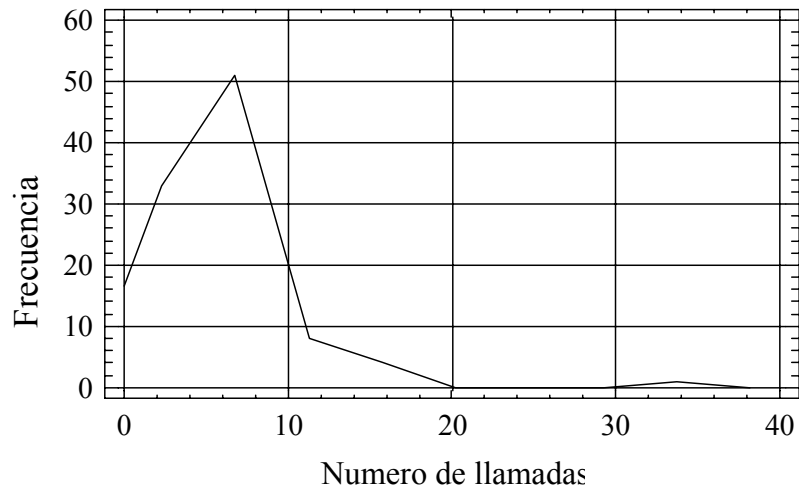
De los cantos analizados (Figura 12) el 49.48% registró llamadas de anuncio de seis notas y un 34.02 % registró 2 llamadas. Tan solo el 2.06 % de las ranas comprobadas hicieron un número de llamadas de 18 notas, cabe resaltar que el 1,03% de *E. unistrigatus* emitió un llamado de 34 notas (Anexo 1). No se registró llamadas de anuncio con notas superiores o iguales a 26, oscilando entre 1 y 35 notas (ámbito de los datos) el 50 % de los cantos analizados (Figura 13) emitieron 5,29 notas o menos, el número de notas que más se repitió es de 4,27 y el número de notas promedio de los cantos analizados fue de 6,23. La distribución del número de llamadas obtenidas de los cantos registrados de *E. unistrigatus* es asimétrica y sesgada a la derecha, también presentaron un apuntamiento relativo alto o leptocurtico (de mayor apuntamiento que la distribución normal).

Figura 12. Porcentaje de impulsos emitidos en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



Se tiene un 95% de certeza de que el promedio del número de notas en el canto de anuncio de la población de *E. unistrigatus* esta entre 5,35 y 7,12 presentando un coeficiente de variación del 70,3 % (Figura 25), radicando que esta distribución presenta una variabilidad menor que la encontrada en las distribuciones de duración de canto y máximo de amplitud.

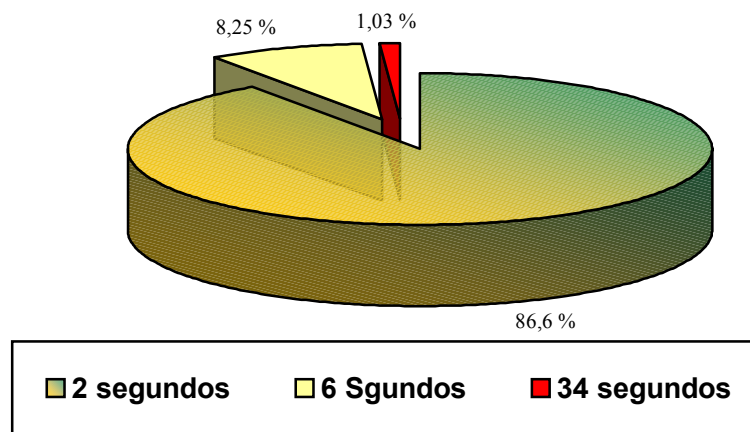
Figura 13. Polígono de frecuencias para numero de llamadas de anuncio de *E. unistrigatus*



6.2 DURACIÓN DE CANTO DE ANUNCIAMIENTO de *E. unistrigatus*

El 86% de las ranas analizadas (Figura 14) presentaron una duración de canto de anuncio de 2 segundos y solamente un 8,25 % lo realizaron durante 6 segundos aproximadamente, solamente el 1,03 % de los cantos registraron una duración de 34 segundos (Anexo 2). La duración de los cantos de anuncio de *E. unistrigatus* oscilaron entre 0,6 segundos y 33,9.

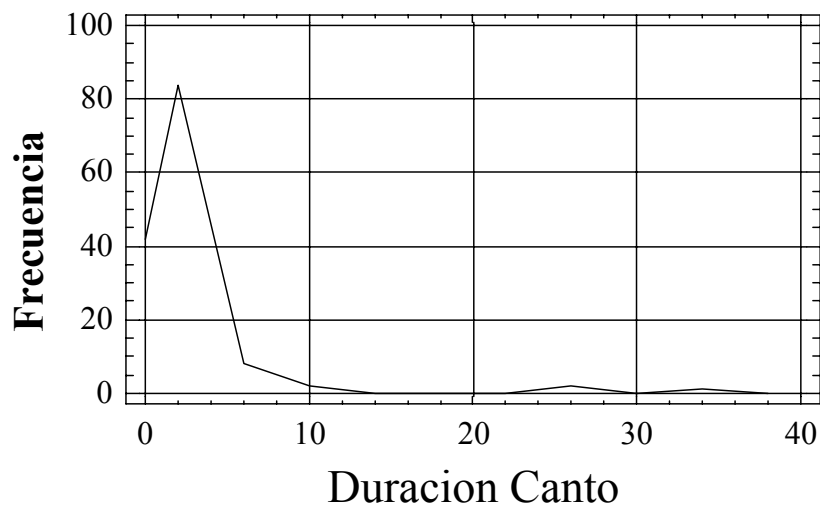
Figura 14. Duración de canto de anuncio de *E. unistrigatus*



La mitad de los cantos de anuncio (Figura 15), presentó una duración por debajo de los 2,309 segundos. La duración modal es de 2,1 segundos. En la muestra analizada la duración promedio se calculó en 2,971 segundos. Un Coeficiente de variación 169.20 % (Figura 25), mostrando esta distribución una de las mayores variabilidades con respecto a otras distribuciones encontradas a partir del análisis de los cantos de *E. unistrigatus*

Se tiene un 95 % de certeza de que el promedio de la duración de canto de anuncio de *E. unistrigatus* esta entre 1,95 y 3,98 segundos.

Figura 15. Polígono de frecuencias para Duración de canto de anuncio de *E. unistrigatus*

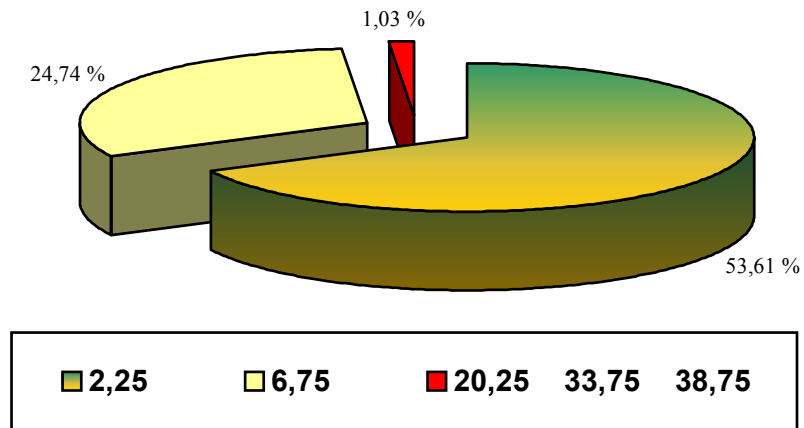


6.3 MÁXIMO DE AMPLITUD EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO de *E. unistrigatus*

El 53,61 % de los cantos de *E. unistrigatus* (figura 15) presentó una amplitud máxima de 2,25 y un 24,74 % registró amplitudes máximas de 6,75 y 20,25; y un 1.03 % presentó una amplitud máxima entre 33,75 y 38,25 solo se encontraron en de la muestra respectivamente. Las amplitudes máximas oscilaron entre los 0.0004 y 39.2967, no se registró máximos de amplitud superiores a 40.5 (Anxo 3). El 50 % de los cantos están por debajo de 4.197, El máximo de amplitud más frecuente (Figura 16), fue de 2.925. Como amplitud máxima promedio se registró un 5.83 con una variación en la muestra de 7.04. Un coeficiente de variación de 120.75 % (Figura 25), esta distribución presento menor variabilidad que la distribución de datos de duración de canto, sin embargo fue la segunda

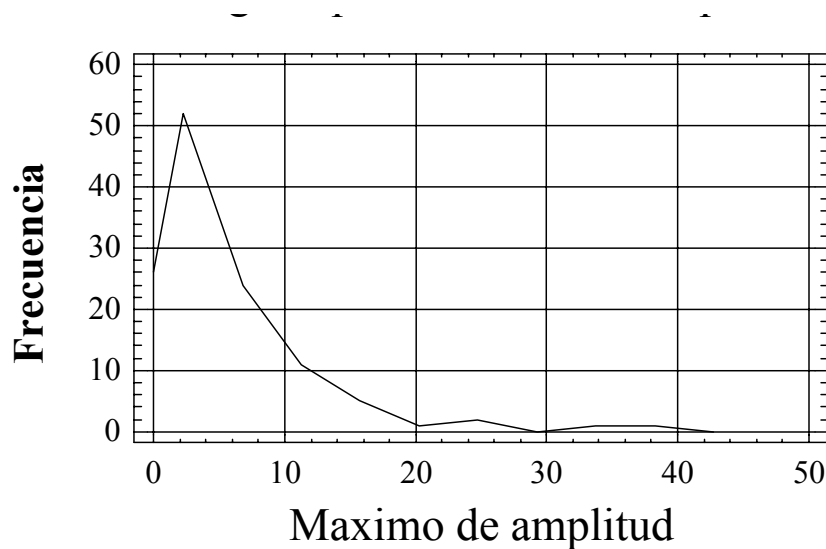
distribución de datos con la variabilidad más alta encontrada en este estudio

Figura 15. Máximo de amplitud en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



Con un 95 % de certeza de que el promedio máximo de amplitud de los cantos de anuncio de *E. unistrigatus* estuvo entre los 4,42 y 7,25

Figura 16. Polígono de frecuencias para Máximo de amplitud en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*

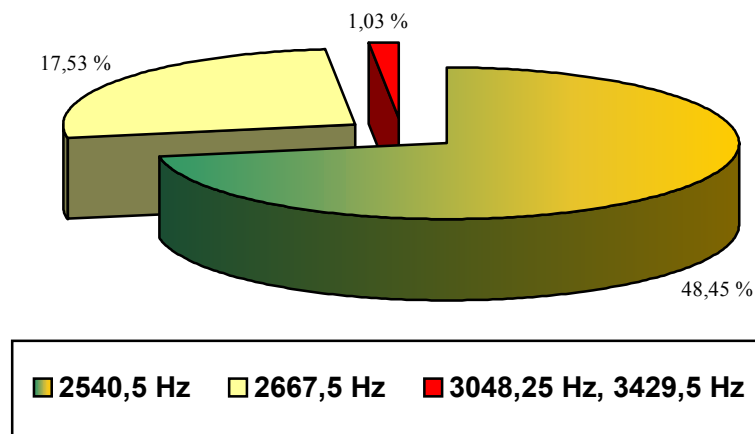


6.4 FRECUENCIA MÍNIMA EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO de *E. unistrigatus*

El 48,45 % de los cantos de *E. unistrigatus* estudiados (Figura 17), mostró una frecuencia mínima de 2540.5 Hz. Una frecuencia mínima de 2667.5 Hz fue producida por el 17.53 % de la muestra de los cantos analizados.

Frecuencias mínimas de 3048.5 Hz y 3429.5 Hz solo presentó un 1.03 % respectivamente. Estos mínimos de frecuencia (Figura 18), oscilaron entre los 2354.3 Hz y 3488.38 Hz. (Anexo 4). No se registró frecuencias mínimas inferiores a los 2350 Hz y frecuencias superiores a los 3493 Hz. El 50 % de las frecuencias mínimas encontradas están por debajo de los 2570.22 Hz. La frecuencia mínima que más se repitió en la muestra fue de 2543.52 Hz.

Figura 17. Frecuencia mínima en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*

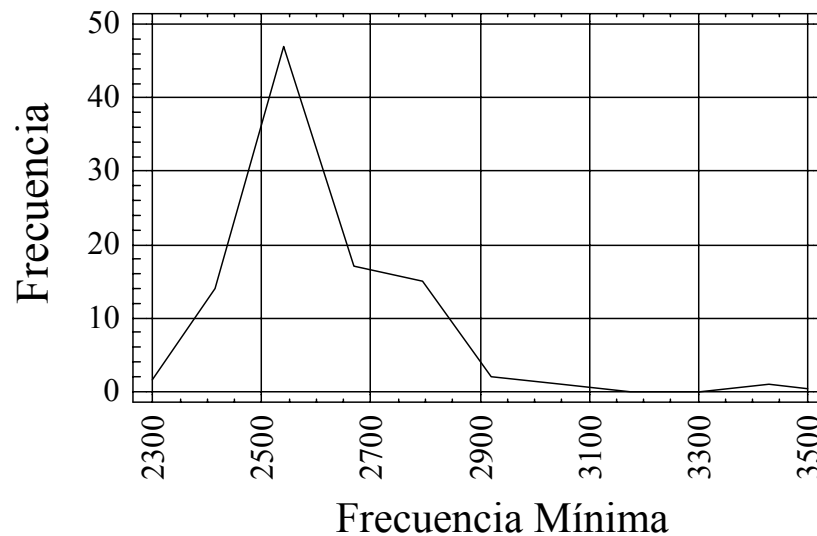


La variación de la muestra fue de 158.14 Hz. Con un coeficiente de variación es de 6.05 % (Figura 25), Esta distribución de los datos presenta una de las más bajas variabilidades en este estudio siendo menor con respecto a la variabilidad de las distribuciones: número de llamadas, duración de canto, máximo de amplitud, frecuencia máxima y frecuencia fundamental.

La distribución de frecuencia mínima obtenida a través de este estudio de los cantos de anuncio de *E. unistrigatus* es asimétrica y sesgada a la derecha (sesgo positivo) y presenta un apuntamiento relativo alto o leptocúrtico. El promedio de la frecuencia mínima de los cantos de *E.*

unistrigatus estuvo entre los 2579.58 Hz y 2643.3 Hz (Figura 26), con un 95 % de certeza.

Figura 18. Polígono de frecuencia para Frecuencia mínima en el canto de anunciamiento de *E. unistrigatus*

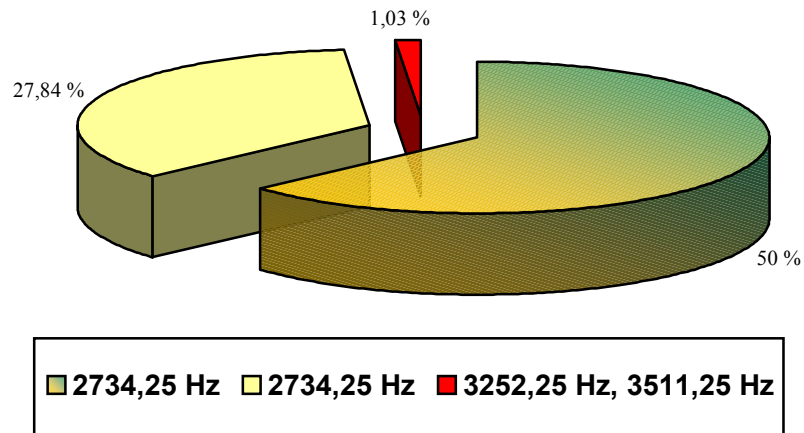


6.5 FRECUENCIA MÁXIMA EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO de *E. unistrigatus*

El 27,84 % de los cantos analizados de *E. unistrigatus* (Figura 19), registraron una frecuencia máxima de 2734.25 Hz. Un 24.74% de las muestras analizadas presentó una frecuencia máxima de 2863.75 Hz. Frecuencias máximas de 3252.25 Hz y 3511.25 Hz se encontraron en un 1,03% de la muestra estudiada en cada caso y no se presentó frecuencias máximas superiores (Figura 20), a los 3576 Hz ni inferiores a los 2410.5 Hz y estas oscilaron entre los 2411.72 Hz y los 3574.25 Hz. El 50 % de los cantos analizados presentaron una frecuencia máxima inferior o igual a los 2734.25 Hz. (Anexo 5).

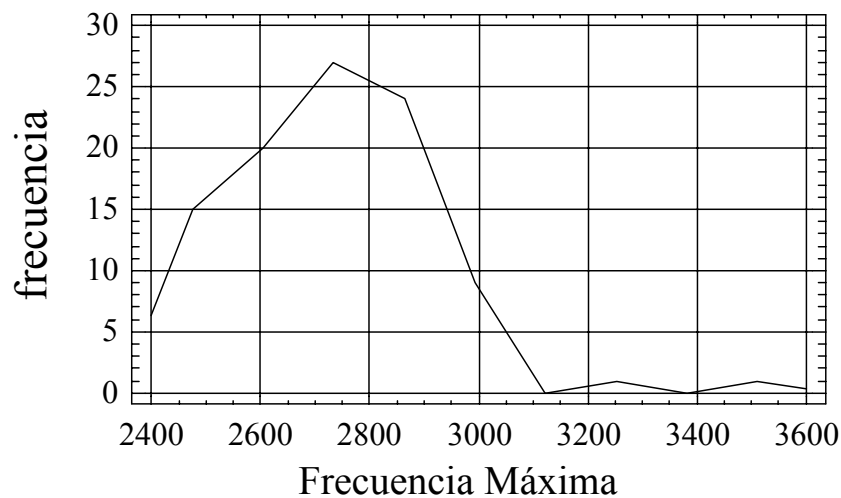
La frecuencia máxima más frecuente fue de 2760,15 Hz, su promedio se calculo en 2734,38 Hz y presento un coeficiente de variación de 6,58 % (Figura 25), presentando una de las más bajas variabilidades de datos en este estudio siendo menor que la encontrada en las distribuciones de numero de llamadas, duración de canto, máximo de amplitud y frecuencia fundamental (es la segunda con la variabilidad mas baja)

Figura 19. Frecuencia máxima en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



Se tuvo un 95 % de confianza que el promedio de frecuencia máxima para *E. unistrigatus* estuvo entre los 268.1 Hz y 2770.66 Hz (Figura 26).

Figura 20. Polígono de frecuencias para Frecuencia Máxima en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



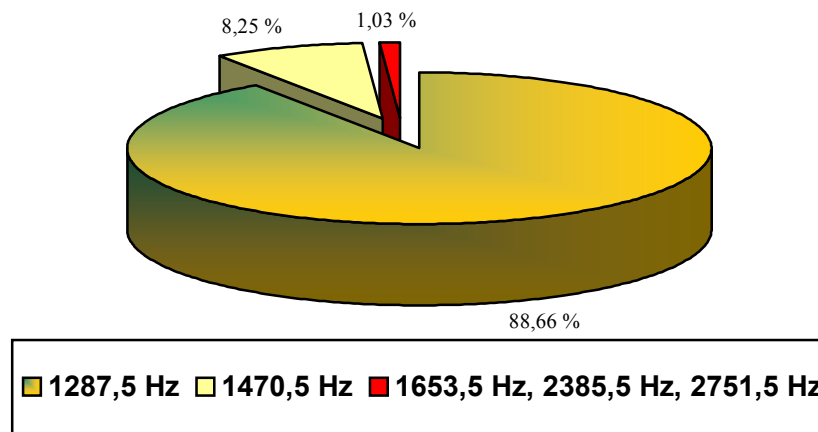
6.6 FRECUENCIA FUNDAMENTAL EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE *E. unistrigatus*

El 88,66 % de los cantos analizados (Figura 21), registró una frecuencia

fundamental en el canto de anuncio de 1287.5 Hz y solo un 8.25 % presentaron una frecuencia fundamental de 1470.5 Hz, frecuencias fundamentales de 1653.5 Hz, 2385.5 Hz y 2751.5 Hz solo la presentaron un 1.03 % de la muestra para cada caso. No se registró frecuencias fundamentales inferiores (Figura 22), a los 1196 Hz y superiores a los 2843 Hz ya que los datos oscilaron entre los 1196.29 Hz y los 2842.38 Hz. El 50 % de los cantos estudiados presentaron una frecuencia fundamental inferior o igual a los 1299.20 Hz, la frecuencia fundamental más frecuente se calculó en 1291.96 Hz. (Anexo 6).

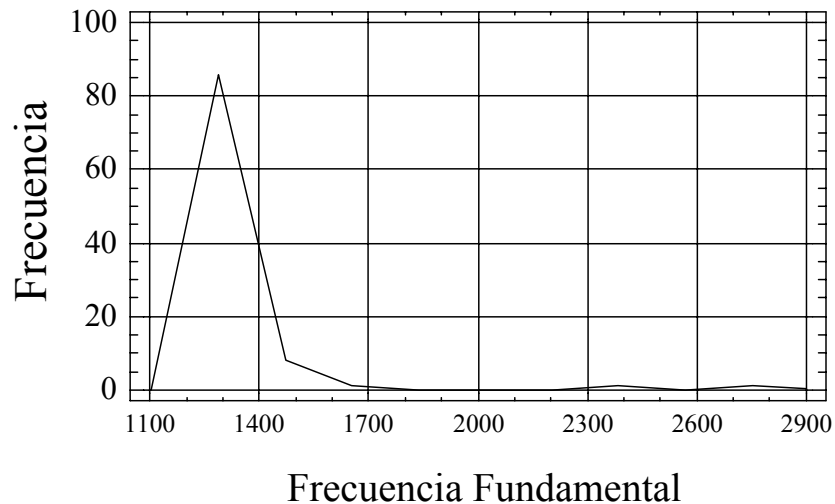
Coefficiente de variación en el canto de anuncio fue del 15.37 % (Figura 25), presentando una variabilidad en los datos menor que las encontradas en las distribuciones duración de canto, número de llamadas, máximo de amplitud, frecuencia mínima y frecuencia máxima.

Figura 21. Frecuencia fundamental en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



Se tuvo un 95 % de certeza de que el promedio de la frecuencia fundamental en el canto de anuncio se encontró entre 1294.21 Hz y 1376.99 Hz (Figura 26), cabe agregar que esta distribución de datos es la más asimétrica con respecto a las otras distribuciones analizadas en cuanto a apuntamiento y simetría se refiere, sin embargo los datos presentan poca variabilidad con respecto a las distribuciones: número de llamadas, duración de canto y amplitud máxima.

Figura 22. Polígono de frecuencias para Frecuencia Fundamental en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*

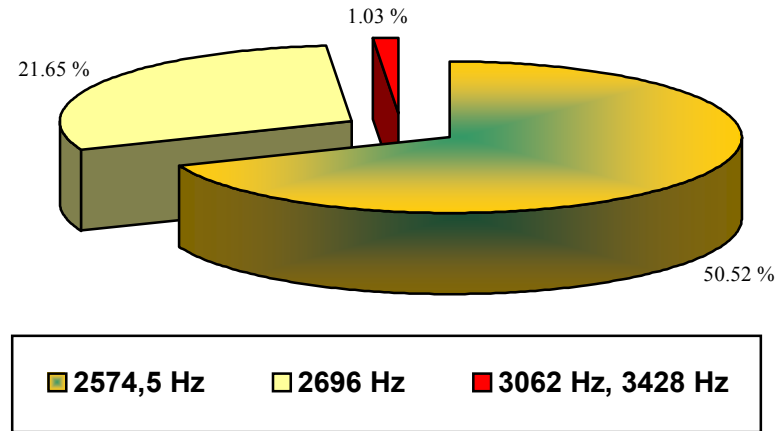


6.7 FRECUENCIA DOMINANTE EN EL CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE *E. unistrigatus*

Un 50.52 % de los cantos estudiados de *E. unistrigatus* (Figura 23), en el canto de anuncio registró una frecuencia dominante de 2574 Hz. Un 21.65 % mostró una frecuencia dominante de 2696 Hz y tan solo el 1.03 % de los cantos analizados presentaron una frecuencia dominante de 3062 Hz. (Figura 24), Un porcentaje similar presentó una frecuencia dominante calculada en 3428 Hz. No se encontraron frecuencias dominantes inferiores a los 2391 Hz y superiores a 3499 Hz, la oscilación se encontró entre los 2392.58 Hz y los 3488.38 Hz. El 50 % de los cantos estudiados mostraron una frecuencia dominante inferior o igual a los 2591.42 Hz. (Anexo 7).

La frecuencia dominante modal en el canto de anuncio se calculó en 2578.06 Hz, un coeficiente de variación del 5.9 % (Figura 25), presentando la menor variabilidad de datos con respecto a las otras distribuciones realizadas a partir del estudio de los cantos de *E. unistrigatus*.

Figura 23. Frecuencia dominante en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



Con un 95 % de certeza que el promedio de la frecuencia dominante de *E. unistrigatus* se encuentre entre los 2585.88 Hz y 2648.2 Hz (Figura 26).

Figura 24. Polígono de frecuencias para Frecuencia Dominante en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*

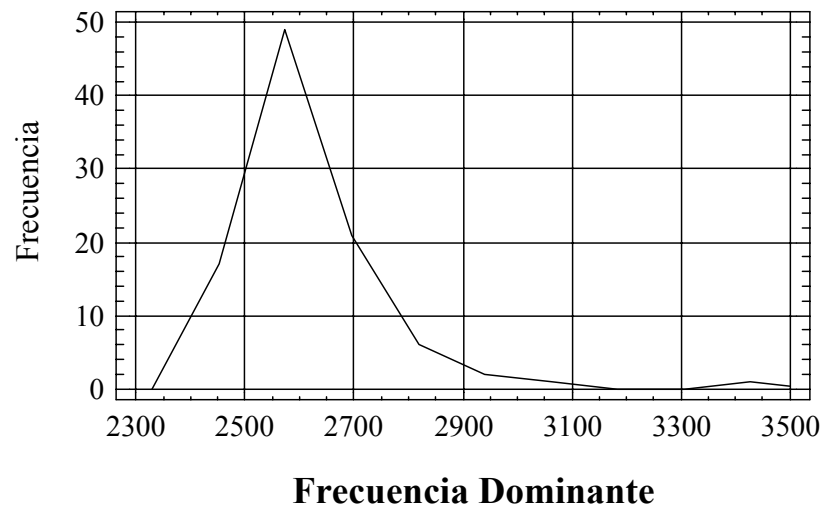


Figura 25. Coeficientes de variación en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*

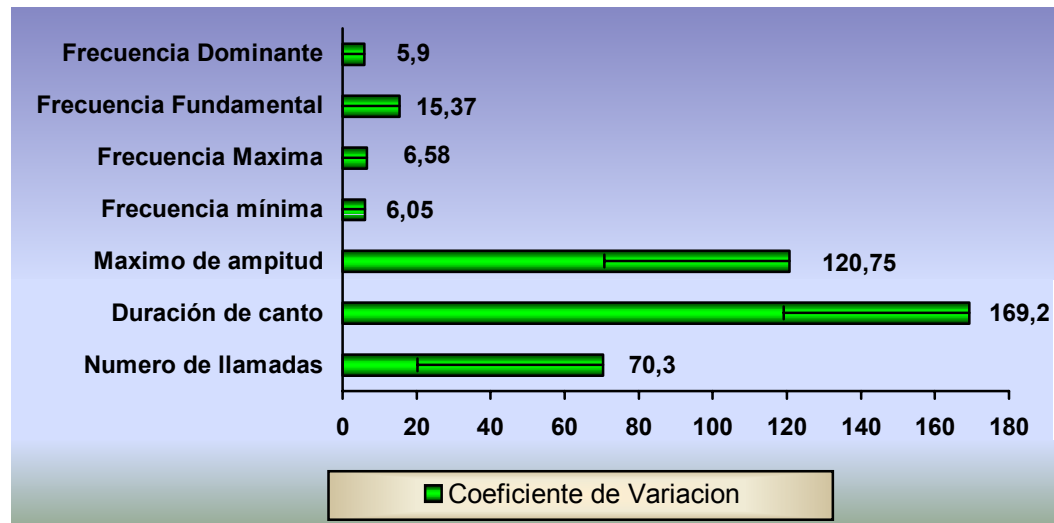
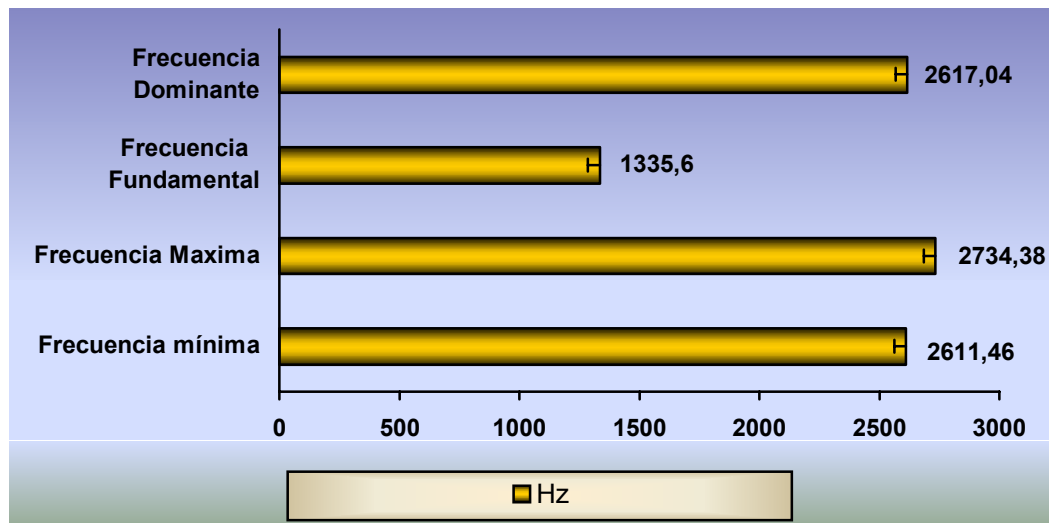


Figura 26. Promedio de Frecuencias en el canto de anuncio de *E. unistrigatus*



6.7.1 Análisis de componentes principales canto de anuncio *E. unistrigatus*

Se presentó una alta correlación entre las medidas morfométricas ALC (Alto de la Cabeza) 0.4581, LRC (Longitud Rostro Cloaca) 0.4688, AnC (Ancho de la Cabeza) 0.4702, y peso 0.4470 entre las variables acústicas

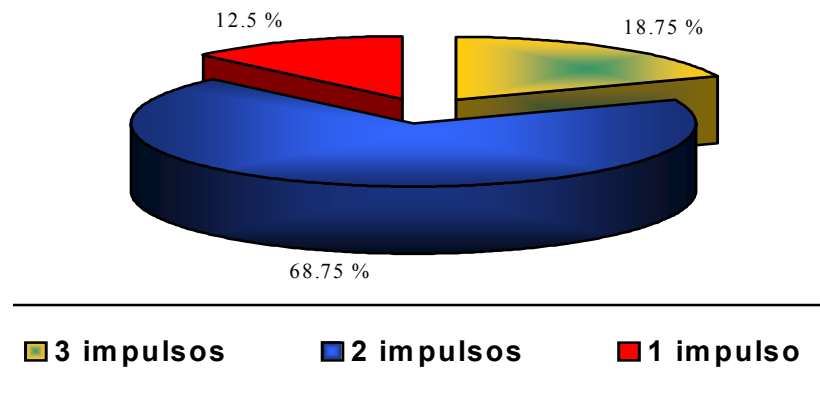
como frecuencia dominante -0.5190 , frecuencia máxima -0.4682 , frecuencia mínima -0.5158 y presentó un valor medio la frecuencia fundamental -0.2458 . Alta correlación en energía al iniciar la emisión de canto 0.3541 (Anexo 8).

6.8 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA EN EL CANTO DE TERRITORIALIDAD

6.8.1 Número de llamadas en el canto de territorialidad de *E. unistrigatus*

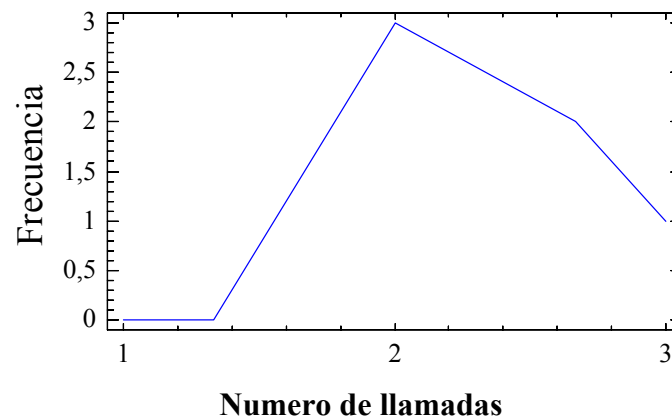
De los cantos analizados (Figura 27) el 68.75 % registró llamadas de territorialidad de dos impulsos y un 18.75 % registró 3 impulsos. Tan solo el 12.5 % de las ranas analizadas hicieron llamadas de un impulso, No se registró llamadas de territorialidad con impulsos superiores o iguales a 4, oscilando entre 1 y 3 impulsos (Figura 28), y el número de impulsos promedio de los cantos analizados fue de 2. La distribución del número de llamadas obtenido de los cantos registrados de *E. unistrigatus* es simétrica y también presentaron un apuntamiento tendiendo a la normal).

Figura 27. Porcentaje de llamadas emitidas en el canto de territorialidad de *E. unistrigatus*



Se tiene un 95% de certeza de que el promedio del número de notas en el canto de territorialidad de *E. unistrigatus* esta entre 1,3 y 2,9 presentando un coeficiente de variación del 21 %.

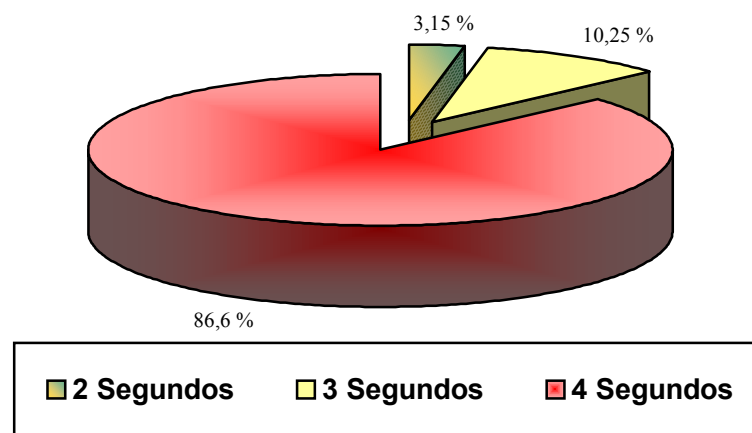
Figura 28. Polígono de frecuencias para numero de llamadas de territorialidad de *E. unistrigatus*



6.8.2 Duración de canto de territorialidad de *E. unistrigatus*

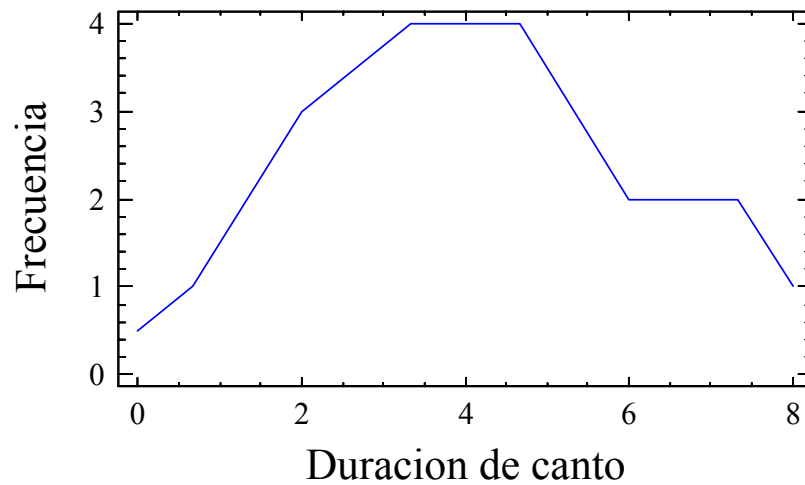
El 86.6 % de las ranas analizadas (Figura 29), presentó una duración de canto de anuncio de 2 segundos y solamente un 10,15 % lo realizó durante 3 segundos aproximadamente, el 3,25 % de los cantos registró una duración de 2 segundos. La duración de los cantos de anuncio de *E. unistrigatus* osciló entre 2 segundos y 4 segundos no se registró tiempos superiores a los 4 segundos. (Figura 30).

Figura 29. Duración de canto de territorialidad de *E. unistrigatus*



Se tiene un 95 % de certeza de que el promedio de la duración de canto de anuncio de *E. unistrigatus* esta entre 1,95 y 3,98 segundos.

Figura 30. Polígono de frecuencias para Duración del canto de territorialidad de *E. unistrigatus*



6.9 RELACIÓN DE LAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS CON LAS VARIABLES ACÚSTICAS.

No se encontró correlación entre las diferentes medidas morfométricas (Anexo 10) y la frecuencia fundamental obtenida a través de los cantos de *E. unistrigatus* (Figura 31) (Peso $r = 0,0377$; $p = < .01$, (Figura 32), LRC $r = 0,127041$; $p = < .01$, (Figura 33), ANC $r = 0,100951$; $p = < .01$, (Figura 34), ALC $r = 0,0894664$; $p = < .01$.

Figura 31. Correlación entre el peso y la frecuencia fundamental.

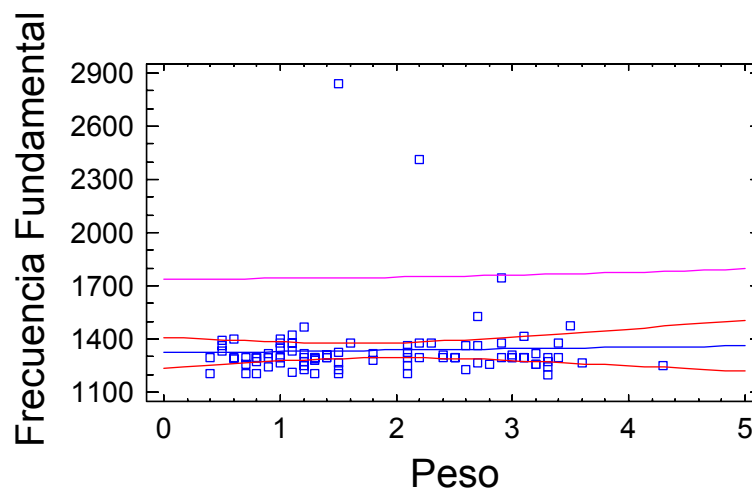


Figura 32. Correlación entre LRC (Longitud Rostro Cloaca) y la frecuencia fundamental.

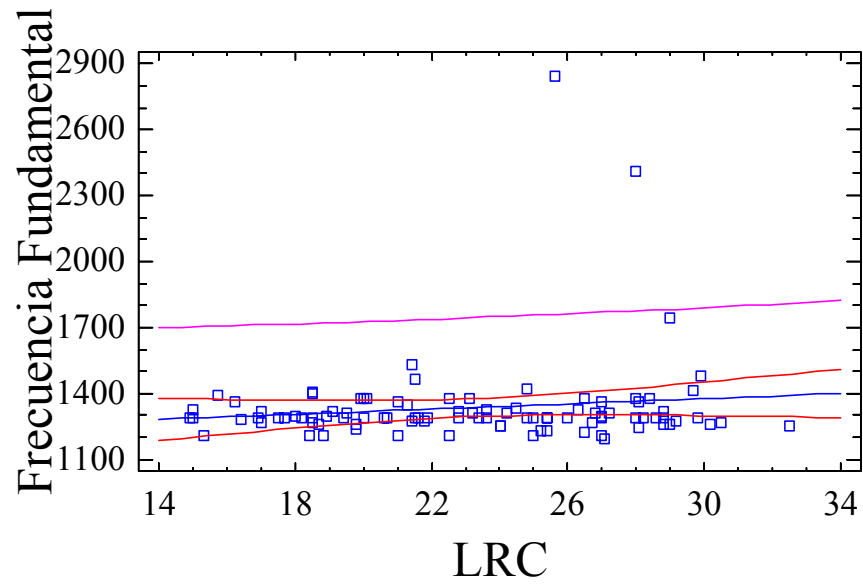


Figura 33. Correlación entre AnC (Ancho de la Cabeza) y la frecuencia fundamental.

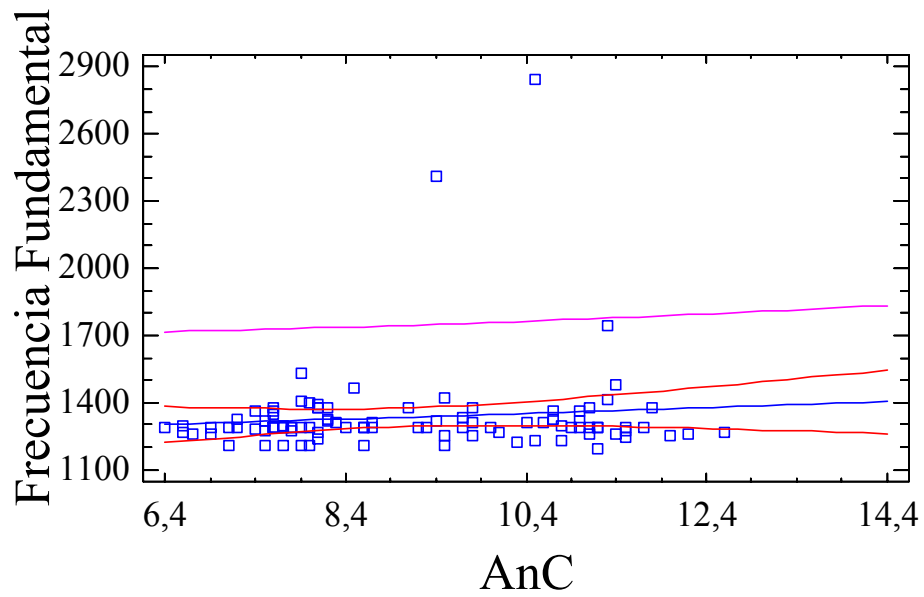
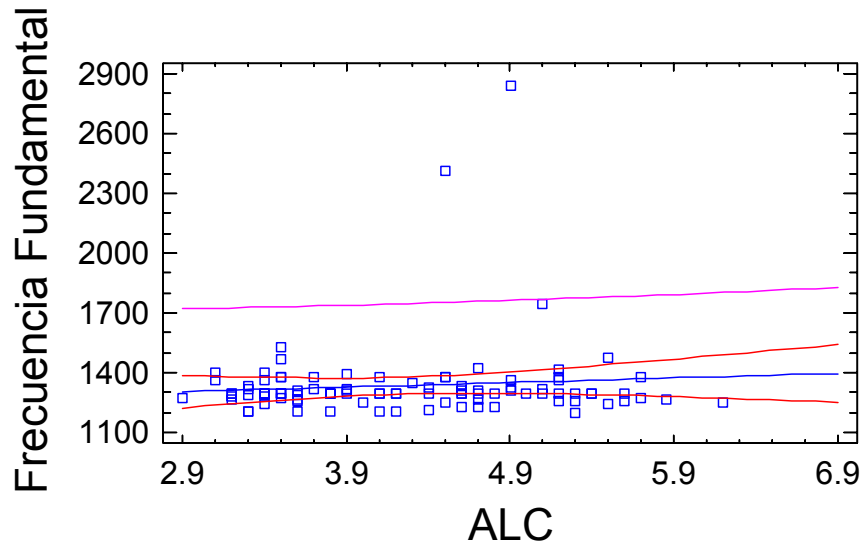


Figura 34. Correlación entre AIC (Alto de la Cabeza) y la frecuencia fundamental.



Diferentes correlaciones entre las medidas morfométricas (Anexo 10) y la frecuencia dominante de *E. unistrigatus* se observa que no existe una correlación entre las diferentes medidas morfométricas y la frecuencia dominante obtenida a través de los cantos de esta especie (Peso $r = 0,0832932$; $p = < .01$, (Figura 35), LRC $r = 0,0443354$; $p = < .01$, (Figura 36), ANC $r = 0,0993037$; $p = < .01$, (Figura 37), ALC $r = 0,0841891$; $p = < .01$, (Figura 38)).

Figura 35. Correlación entre el Peso (Masa corporal) y la frecuencia dominante.

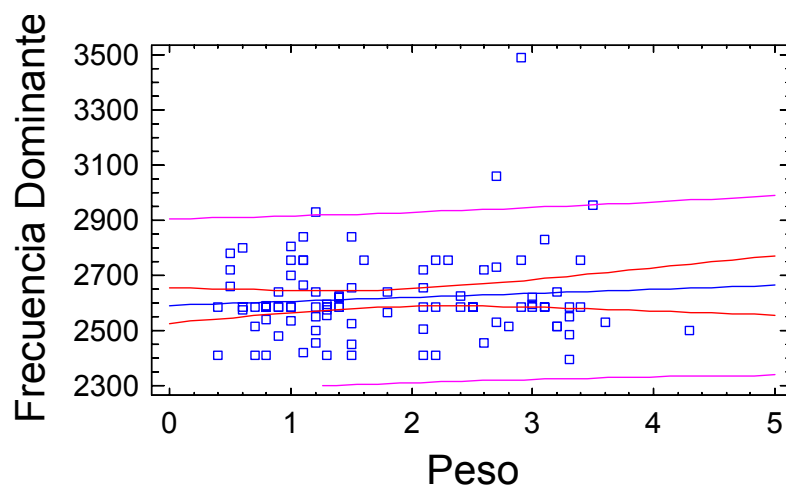


Figura 36. Correlación entre LRC (Longitud Rostro Cloaca) y la frecuencia dominante.

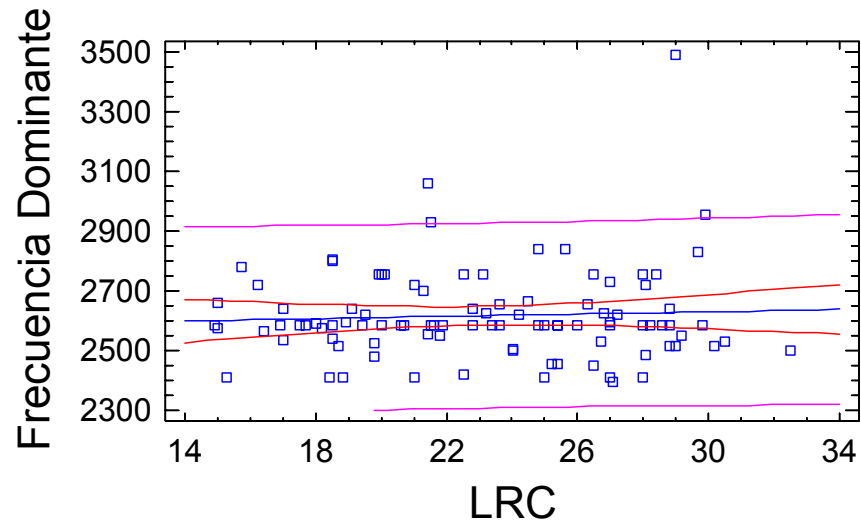


Figura 37. Correlación entre AnC (Ancho de la Cabeza) y la frecuencia dominante.

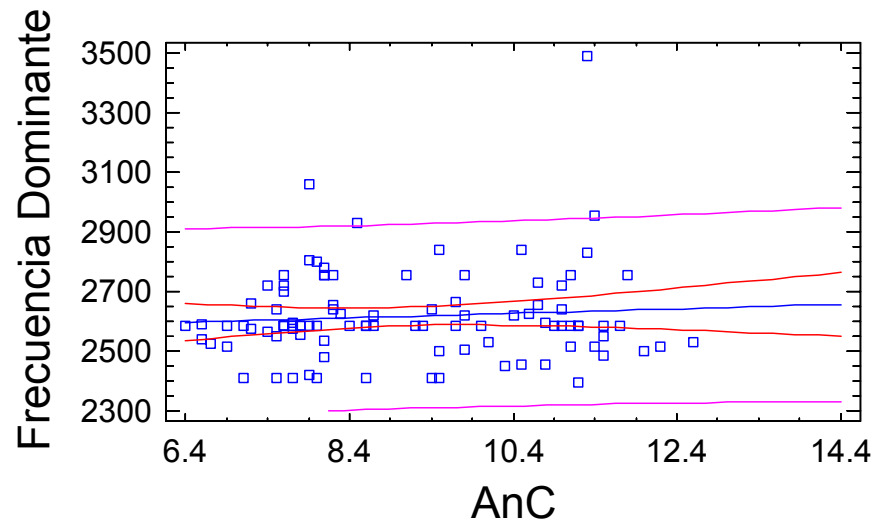
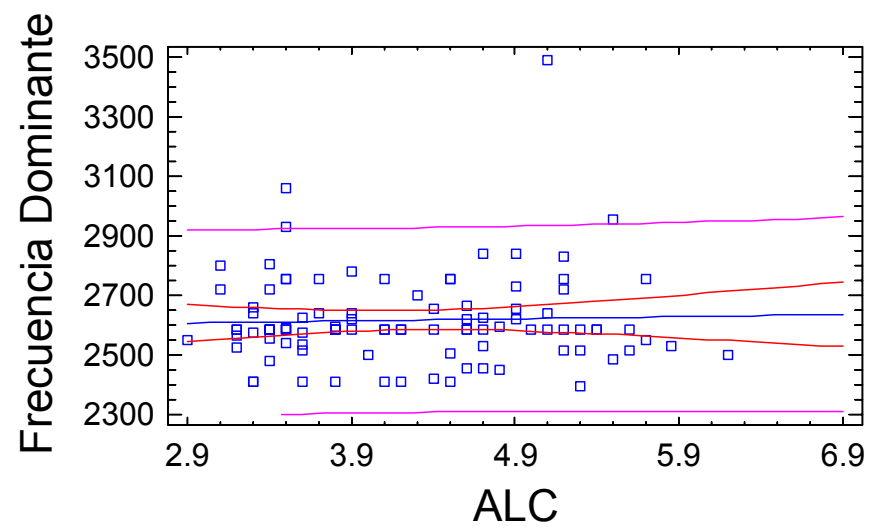


Figura 38. Correlación entre ALC (Alto de la Cabeza) y la frecuencia dominante.



7 DISCUSIÓN

7.1 HORAS DE ACTIVIDAD Y PREFERENCIA DE NICHOS ACÚSTICOS.

Las vocalizaciones de anuncio de la especie estudiada en este trabajo consisten en la emisión de una consecutiva serie de notas simples con una alta y relativa tasa de repetición. El comportamiento de la vocalización de las especies es asociado con diferentes momentos en la organización social.

Al iniciar la actividad vocal principalmente se destacan pocos individuos, y por consiguiente la tasa de emisión es baja, estos registros se presentaron durante las épocas de mayor precipitación, antes de las horas de ocaso ya que se encontraron pocos individuos realizando este comportamiento, por lo general la actividad vocal de *E. unistrigatus* empezó desde las cuatro de la tarde prologándose hasta las dos de la mañana. Este tipo de comportamiento ha sido señalado por Battstrom³⁴ determinado como posibles causantes de estos patrones de actividad vocal la incidencia de radiación solar, la deshidratación y la mayor presión de predadores durante las horas de sol. Navas³⁵ argumentó que durante la vocalización que generalmente ocurre cuando los recursos energéticos no están limitados y que la tasa metabólica de ciertos anuros puede ser mucho mayor que la tasa metabólica en estado de reposo. Esto genera que la mayor parte de las especies de anuros aceptan pasivamente las fluctuaciones termales del ambiente, limitando así las actividades y respuestas comportamentales, a diferencia de *Colostethus subpunctatus* del que se ha reportado que el número de individuos vocalmente activos aumenta con la temperatura, la cual contrasta con estudios de patrones de comportamiento en *Colostethus* propios de la selva tropical. Navas³⁶

Por la capacidad de retención hídrica en las zonas de formaciones herbáceas y por la disponibilidad de recursos alimenticios *E. unistrigatus* emite con bastante frecuencia su actividad vocal determinando como pico de máxima actividad entre las horas de las 20:00 hasta las 22:00. Dentro

³⁴ BATTSTROM, B. H. Amphibia. In: Comparative physiology of thermoregulation. S. I: Acad. Press, 1970. p 135-165. Citado por: LIZANA AVIA, M, CUIDAD PIZARRO, M. J y PÉREZ MELLAO, V. Actividad, reproducción y uso del espacio en una comunidad de anfibios. s. I: Treballs d'Ictiología Herpetològica, 1989. 2, p 92-127.

³⁵ NAVAS, C. A. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: Una visión eco-fisiológica. Bogotá: Revista de la Academia de Ciencias. Suplemento especial, 1999. v 23, p 465-474.

³⁶ -----, The effect of temperature on the vocal activity of tropical anurans. A comparison of high and low elevation Species. 1996. J. Herpetol., 30: 488-497.

de este periodo estos anuros limitan drásticamente su locomoción, esporádicamente realizan desplazamientos cortos, iniciando posteriormente con la actividad vocal esto se debe principalmente a que la actividad de vocalización es costosa energéticamente y como tal requiere de ATP obtenido a partir de rutas metabólicas aeróbicas como lo expuesto por Taigen & Wells³⁷ que describen este proceso con *Hyla versicolor* en donde la estimación se realiza a partir de la tasa metabólica en actividad, determinando que a temperaturas corporales bajas, los anuros presentan tasas metabólicas de actividad dramáticamente mayores que de especies de zonas tropicales pero que este patrón se pierde a temperaturas mas altas. Esta fisiología metabólica ha sido encontrada en *Hyla*, *Atelopus*, *Colostethus* y *Eleutherodactylus*.

Los machos de *E. unistrigatus* vocalizaron principalmente en las épocas de mayor precipitación indicando que factores abióticos tales como humedad, temperatura e intensidad de luz, influyen directamente la actividad de canto de esta especie, la temperatura y luminosidad son características que pueden influenciar significativamente la actividad de vocalización además de factores endógenos limitantes³⁸.

De acuerdo con Krebs & Davies³⁹ la estructura de los hábitats también afecta la transmisión de las señales modelando los cantos para una mayor distancia posible. Durante la actividad de vocalización machos de *E. unistrigatus* frecuentemente cambian de posición y por consiguiente la orientación de la emisión, este comportamiento fue observado por Goodman⁴⁰, en *Dendrobates granuliferus* *Colostethus* y *C. marchesianus* Juncá⁴¹. Este comportamiento puede aumentar la probabilidad de ser oído por las hembras y machos y por tal aumentar el éxito reproductivo, además de hacer saber a sus vecinos del territorio que están disponiendo.

Tras la caída del día los individuos machos de *E. unistrigatus* empezaron a agruparse e iniciar con la competencia vocal, el máximo de individuos

³⁷ TAIGEN & WELLS, K. D. Energetic of vocalization by an anuran amphibian *Hyla versicolor*. J. Comp. Physio., B 1985, 155: 163-170.

³⁸ CARDOSO, A. J. & HADDAD, C. F. B. Diversidade e turno de vocalizações de anuros em comunidade neotropical. 1992. Acta zool. lilloana, Tucumán, 41:93-105.

³⁹ KREBS, J. R. & DAVIES, N. B. 1996. Introdução à ecologia comportamental. São Paulo, Atheneu. 420p.

⁴⁰ GOODMAN, D. E. Territorial behavior in a Neotropical frog, *Dendrobates granuliferus*. Copeia, Lawrence, 1971:365-379.

⁴¹ JUNCÁ, F. A. Reproductive biology of *Colostethus stepheni* and *Colostethus marchesianus* (Dendrobatidae), with the description of a new anuran mating behavior. 1998 Herpetologica, Lawrence, 54(3):377-387.

registrado durante los diferentes muestreos fue de 18, dándose a conocer fluctuaciones mínimas en estas agrupaciones, evidenciando la alta relación entre las horas de actividad y la época de precipitación con respecto a la actividad vocal justo cuando se registraron los mas altos niveles de lluvias, esto se debe a que durante las épocas de lluvia y posterior a estas, la cantidad de hojarasca y la alta humedad del suelo aumentan y generan un microhábitat optimo para la postura de huevos de *Eleutherodactylus*.

La determinación de puntos estratégicos para la apertura de la vocalización se determino mediante un análisis cualitativo, llegándose a encontrar individuos en zonas con buena disposición hídrica con respecto a la capacidad de carga del suelo. Estos puntos se determinaron tras una cautelosa aproximación. Dentro del cual se concluyo que los machos de *E. unistrigatus* tienen como preferencia hábitats asociados a hierbas (Poaceae), que por lo general es el medio que mas predomina en los alrededores de San Juan de Pasto.

Cabe resaltar que en este medio la propagación acústica, presenta buenos niveles a excepción del las zonas que presentan contaminación acústica, como lo determinado por Wells & Schwartz⁴² en 1982, mediante estudios de propagación de señales acústicas en *Centronella fleischmanni* que se encuentran afectados por la amplitud del rango y fenómenos ambientales y las diferencias en los sitios acústicos de vocalización podrían afectar el comportamiento de los machos para mantener sus territorios.

Determinando así que las preferencias de zonas de vocalización de *E. unistrigatus* se encuentran ligadas con zonas en donde la vegetación arbustiva y arbórea, se encuentra reducida. Greer and Wells⁴³ en su estudio demostraron la preferencia de machos vocalizantes desde sitios con no mas de 0.6 metros a nivel del suelo, dándole relevancia a zonas con optimas peculiaridades para la propagación acústica, ya que los sitios con predominancia de vegetación arbustiva y en las que se encuentran especies terrícolas emitiendo sus cantos, se vieron afectados por la atenuación que la vegetación generara, el sustrato donde las ranas

⁴²WELLS, D, KENTWOOD. And SCHWARTZ, JOSHUA, J. The effect of vegetation on the propagation of calls in the Neotropical frog *Centronella fleischmanni*. 182. Herpetologica, 38(4), 449-455.

⁴³ GREER, B.J., and WELLS, K.D., Territorial and reproductive behaviour of the tropic American frog *Centronella fleischmanni* 1980, Herpetologica, 36: 318-326. Citado por: WELLS, D, KENTWOOD. And SCHWARTZ, JOSHUA, J. The effect of vegetation on the propagation of calls in the Neotropical frog *Centronella fleischmanni*. 182. Herpetologica, 38(4), 449-455.

vocalizan afectan la intensidad y la direccionalidad de sus señales.

Este estudio demuestra que las propiedades acústicas en el canto de anuncio de *E. unistrigatus* en los sitios de emisión pueden generar grandes variables con respecto a la propagación de las llamadas y que influyen su éxito al momento de conseguir pareja. Sin embargo, esto no significa que el macho seleccione estos lugares para la emisión. Si el macho no puede evaluar las propiedades acústicas de los sitios diferentes, estos pueden escoger arbitrariamente los lugares.

Otra posibilidad para determinar las zonas de vocalización se determinarían de acuerdo a la disposición de recursos hídricos y disposición de recursos alimenticios, así cualquier ventaja acústica podría ser incidental y ciertos sitios podrían ser particularmente como un óptimo lugar para la deposición de huevos y también para la supervivencia de los renacuajos que salen del cascarón. También se puede explicar por qué el macho de *E. unistrigatus* utiliza sitios bajos rodeados por vegetación de tipo herbáceo denso, para no ser perturbados por machos satélites, pero generando una desventaja al atraer una hembra.

7.2 VARIACIÓN EN LA VOCALIZACIÓN DE *E. unistrigatus*.

La variación del comportamiento vocal y las características acústicas en las llamadas de apareamiento son presumiblemente al momento de determinar lo más importante en los anuros. Los sitios de vocalización son establecidos y sus territorios son mantenidos principalmente para la interacción vocal de los machos.

Para el caso de *E. unistrigatus* tras la aproximación de otro macho, inmediatamente emite despliegues vocales los que se encuentran referenciados en los resultados, despliegues territorialistas a manera de silbidos hacen notar la presencia de un intruso, lo que posterior a esto cambian de dirección y prosiguen con la emisión del canto de anuncio, en términos de territorialidad la interacción de tipo vocal agresivo se determina como de alto costo energético pero como un recurso para hacerse notar ante los transgresores.

Estas vocalizaciones combinadas establecen la territorialidad, determinando favorablemente al momento de resolver conflictos sin llegar a implicar un combate físico⁴⁴, despliegues vocales a menudo evalúan la

⁴⁴ MAYNARD Smith, J. and PRICE, G. R., *Nature*, 1973, 246, 15-18. Citado por: GIRISH G. KADADEVARU RAVISHANKAR D. KANAMADI, Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). 2001 CURRENT SCIENCE,

habilidad del macho emisor, proporcionando información al macho que busca disputa territorio⁴⁵ este tipo de vocalizaciones han sido valoradas en aves, mamíferos⁴⁶ y ranas⁴⁷. La mejor evidencia que la vocalización es usada en la valoración previa a un combate físico se ha desarrollado a partir de estudios experimentales en ciervos⁴⁸ y anuros⁴⁹.

El macho de *E. unistrigatus* en muy pocas ocasiones desplegó este tipo de vocalizaciones durante la fase de campo, generalmente emitió de 2 a tres notas, posteriormente acompañadas de su canto de anunciamiento, lo que se determinó como una forma viable de evitar interacciones físicas, por lo general el macho intruso se reclinó, no inició ningún tipo de ataque ya sea acústico y físico. Durante estas interacciones vocales, la postura fue un factor que junto con el canto de territorialidad el que determinó la dominancia de la zona y lo que evitó el combate físico. Las interacciones vocales de tipo territorial aumentaron con la disminución entre la distancia entre el macho anfitrión y el trasgresor.

El macho de *E. unistrigatus* es favorablemente territorial y no toleró a otro macho vocalizando o que se encontrara cerca de ellos. Cuando un intruso congénere empezó a emitir su vocalización dentro de una distancia muy próxima al anfitrión, el residente cambió su vocalización y emitió su llamada territorialista (n = 3). La interacción agresiva también fue observada en un desarrollo experimental. La interacción de territorialidad continuó hasta que el momento en que el invasor cambió de postura. Estas observaciones también fueron registradas por Girish G. Kadadevaru & Ravishankar D. Kanamadi⁵⁰ relacionando la vocalización de

VOL. 80, NO. 12, 25 p. 1486-1488.

⁴⁵ CLUTTON-BROCK, T. H. and ALBON, S. D., *Behaviour*, 1979, 69, 145-170. Citado por: GIRISH G. KADADEVARU RAVISHANKAR D. KANAMADI, Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). 2001 CURRENT SCIENCE, VOL. 80, NO. 12, 25 p. 1486-1488.

⁴⁶ MORTON, E. S., *Am. Nat.*, 1977, 981, 885-889. Citado por: GIRISH G. KADADEVARU RAVISHANKAR D. KANAMADI, Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). 2001 CURRENT SCIENCE, VOL. 80, NO. 12, 25 p. 1486-1488.

⁴⁷ MARTIN, W. F., *J. Exp. Zool.*, 1971, 176, 273-294. Citado por: GIRISH G. KADADEVARU RAVISHANKAR D. KANAMADI, Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). 2001 CURRENT SCIENCE, VOL. 80, NO. 12, 25 p. 1486-1488.

⁴⁸ CLUTTON-BROCK, T. H. and ALBON, S. D., *Behaviour*, 1979, 69, 145-170.

⁴⁹ MARTINS, M., POMBAL, J. P. and Haddad, C. F. B., *Amphibia- Reptilia*, 1998, 19, 65-73.

⁵⁰ GIRISH, G. KADADEVARU RAVISHANKAR D. KANAMADI, Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). 2001 CURRENT SCIENCE, VOL. 80, NO. 12, 25 p. 1486-1488.

territorialidad y de agresividad en *Philautus variabilis* (Gunther, 1858), en donde los intrusos de esta especie ignoraban estas vocalizaciones mientras que el anfitrión seguía con su canto de territorialidad con una duración de 4 minutos, posterior a esto si la especie invasora hacia caso omiso de esta interacción acústica directamente se iniciaba el combate físico. Después de el combate y arrojando un perdedor que por lo general fue el intruso el macho ganador prosiguió con la llamada de anunciamiento.

Otro caso que revelo el estudio fue el de los machos satélites, la presencia de estos de acuerdo a estudios realizados por Guimaraes y Bastos⁵¹, determino características particulares como la no articulación, distancias próximas a el macho dominante, y cambios de postura, y bajo este contexto determinaron la tolerancia de satélites masculinos, apoyando la idea de pertenencia y territorialidad mediante interacciones acústicas con cantos de tipo territorialista⁵². Las observaciones de *E. unistrigatus* que para el caso de satélites, fue observado durante pocas ocasiones pero resaltando este modelo de acuerdo a las observaciones anotadas por Haddad & Cardoso.⁵³ Determinado las ocasiones cuando el macho anfitrión se retiro momentáneamente y el macho satélite invadió su lugar de percha para iniciar con la actividad vocal.

Así muchas especies de anuros exhiben llamadas con variaciones al igual que un reflejo en el comportamiento y sus interacciones sociales, estas variaciones cambian en el momento adecuado, para que su canto eluda de una forma el solapamiento de sus vecinos y posterior aumente la complejidad de la llamada de anunciamiento. En *Hyla ebraccata*⁵⁴ y *Philautus leucorhinus*⁵⁵. Los machos emiten llamadas de una sola nota pero anterior a esto agregan una nota determinada como de territorialidad.

El canto de territorialidad en anuros se relaciona sin lugar a dudas en la competición por recursos, tales como disposición de hembras, sitios para ovoposición, zonas para vocalización y zonas con recursos alimenticios⁵⁶. Los machos territoriales defienden sus sitios de vocalización, contra congéneres e incluso contra intrusos heteroespecíficos con desafíos vocales

⁵¹ GUIMARAES, Lorena dall'Ara and BASTOS, Rogério P. Vocalizations and acoustic interactions in *Hyla Raniceps* (Anura, Hylidae) during the breeding season. *Iheringia, Sér. Zool.* June 2003. vol.93, no.2, p.149-158.

⁵² MACNALLY, R. C.. Social organization and interspecific interactions in two sympatric species of *Ranidella* (Anura). 1979 *Oecologia, Heidelberg*, 42:293-306.

⁵³ HADDAD, C. F. B. & CARDOSO, J. Female choice in *Hyla minuta* (Amphibia: Anura). 1992. *Acta zool. lilloana, Tucumán*, 41:81-91.

⁵⁴ WELLS, K. D., *Anim. Behav.*, 1977, 25, 668-693.

⁵⁵ ARAK, A., *Anim. Behav.*, 1983, 30, 292-302.

⁵⁶ DUELLMAN, W. E. and TRUEB, L., in *Biology of Amphibians*, 1986. McGraw-Hill, New York.

y como último recurso el combate físico⁵⁷. El macho de *E. unistrigatus* defiende su zona de vocalización con llamadas de tipo territorialista evitando las confrontaciones físicas.

La territorialidad del macho de *E. unistrigatus* promueve el espacio entre machos vocalizantes y así facilitan a este el encuentro con hembras y reducen el riesgo de perturbación de otros machos durante el amplexus. Como lo observado en *Hyla faber*⁵⁸.

Sin embargo, los combates físicos pueden involucrar riesgos, los animales establecen a menudo disputa por medio de despliegues convencionales. Se ha sugerido que esto les permite a los oponentes a que evalúen la fuerza del otro, sin acudir al combate físico⁵⁹. Los combates ocurren cuando generan un beneficio potencial del rival aunque involucre en sí un alto costo de energía⁶⁰. En el sapo macho *Bufo bufo* establece un tipo de competencia por poseer a hembras por medio de vocalizaciones otorgando de manera fiable las características corporales a su rival⁶¹. El macho de la rana grillo de *Acris crepitans blanchardi* y de la rana australiana *Uperoleia rugosa*⁶², establecen conflictos acústicos antes del combate físico. Ellos usan la frecuencia dominante en el canto de anuncio para evaluar al antagonista. Para *E. unistrigatus* el canto de territorialidad parece ser una adaptación que aumenta, en cierta medida las características presentes del macho, en este trabajo se sugiere que el llamado de territorialidad es una de las formas de comportamiento vocal que les permite a los machos transgresores rendirse antes de luchar, y evitar el riesgo de combates físicos.

7.3 CANTO DE ANUNCIAMIENTO DE *E. unistrigatus*

La estructura física y espectral del canto de anuncio de *E. unistrigatus*, analizada acústicamente, proveyó parámetros descritos (Anexo 11), y como segunda premisa pueden ser utilizados para determinar las fluctuaciones poblacionales en el municipio de San Juan

⁵⁷ WELLS, K. D., in The Evolution of the Amphibian Auditory System (eds Frittsch, B. et al.), John Wiley and Sons, New York, 1988, pp. 433-454.

⁵⁸ MARTINS, M., Op. Cit., p. 65-73.

⁵⁹ PARKER, G. A., THEOR. J. Biol., 1974, 47, 223-243. Citado por: GIRISH G. KADADEVARU RAVISHANKAR D. KANAMADI, Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the Rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). 2001 CURRENT SCIENCE, VOL. 80, NO. 12, 25 p. 1486-1488.

⁶⁰ MAYNARD, Op. Cit., p. 209-221.

⁶¹ DAVIES, N. B. and Hailliday, T. R., Nature, 1978, 274, 683-685.

⁶² ROBERTSON, J. G., Anim. Behav. 1986, 33, 363-372.

de Pasto, en adición a las características acústicas ciertamente los parámetros acústicos proveen información taxonómica de gran importancia ecológica.

La función de la vocalización en anuros es advertir la presencia de machos y de atraer a hembras receptivas, Fouquette⁶³, Duellman⁶⁴, demostraron la importancia de la vocalización de anuncio como un mecanismo de isolación, la efectividad en la vocalización de anuncio requiere distintas características acústicas que pueden ser detectadas y localizadas con precisión por individuos específicos. Gans⁶⁵ postula que aunque las ranas tienen una relativa y simple morfología vocal las estructuras características varían entre especies y entre altos niveles taxonómicos, con algunos efectos en pautas y calidad de las llamadas. En adición, ranas pequeñas tienden a vocalizar a altas frecuencias y presentan una reducida sensibilidad auditoria. Precediendo la conclusión Loftus-Hills⁶⁶ determino que los límites superiores auditivos de los anuros están entre los 5.000 Hz.

De acuerdo a los resultados, los patrones acústicos de *E. unistrigatus* de la ciudad de San Juan de Pasto, no difieren en su estructura, y en sus patrones acústicos, como estudios realizados por Duellman⁶⁷ en el que sugiere que en las comunidades acústicas con hábitats similares presentan patrones acústicos similares en su totalidad, las conclusiones de las comparaciones no paramétricas y las funciones discriminantes muestran un análisis con pocas diferencias entre las variables de muchas características acústicas entre las comunidades. Esta conclusión soporta que aunque trabajos anteriores como los de Littlejohn⁶⁸ sugieren que la selección puede operar para maximizar las propiedades acústicas para el

⁶³ FOUQUETTE, M.J., JR. Isolating mechanism in three sympatric tree frogs in the Canal Zone. 1960. *Evolution*. 14:484-497. Citado por: Duellman, W.E., and PYLES, Rebecca, A., Acoustic resource partitioning in anuran communities. 1983. *Copeia*, 639-649.

⁶⁴ DUELLMAN, W. E. Courtship isolating mechanisms in Costa Rican *hylid* frogs. *Herpetologica*. 1967. 23: p 169-183

⁶⁵ GANS, C. Sound production in the Salientia, mechanism and evolution of the emitter. 1973, *Amer. Zool.* 13: 1179-1194. Citado por: Duellman, W.E., and PYLES, Rebecca, A., Acoustic resource partitioning in anuran communities. 1983. *Copeia*, 639-649.

⁶⁶ LOFTUS-HILLS, J.J., Comparative aspects of auditory functions in Australian anurans. 1973, *Austral. J. Zool.* 21: 353-367.

⁶⁷ DUELLMAN, W.E., and PYLES, Rebecca, A., Acoustic resource partitioning in anuran communities. 1983. *Copeia*, 639-649.

⁶⁸ LITTLEJOHN, M.J., long range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach, p. 263-394. in: *The reproductive biology of amphibians*. D: H: Taylor and S: I: Guttman (eds). Plenum Press, New York. Citado por: Duellman, W.E., and PYLES, Rebecca, A., Acoustic resource partitioning in anuran communities. 1983. *Copeia*, 639-649.

reconocimiento de especies. La interferencia acústica que ocurre desde factores como el hábitat físico hacia los miembros de la comunidad también opera para minimizar la variabilidad acústica.

Las vocalizaciones y sus características están influenciados por los hábitats ocupados por las especies, o por las complejidades de factores exteriores, físicos o biológicos, características de los hábitats, esto implicara que miembros que comparten los mismos sitios de reproductivos, presentan vocalizaciones con características comunes.

7.4 ORGANIZACIÓN SOCIAL.

La organización social de las poblaciones depende de en gran parte sobre la estructura espacial y temporal de los recursos⁶⁹, y la territorialidad puede ocurrir cuando el requerimiento de los recursos es limitado y económicamente defendido⁷⁰. En muchas especies el beneficio reproductivo por defender o excluir a sus congéneres machos desde un área que contiene una limitante en los recursos requeridos por hembras. Los machos anuncian su posición a través de llamadas o despliegues visuales y puede comprometer competencias físicas al defender un área exclusiva. Interacciones sociales entre individuos territoriales deben llevar máximos espacios y producen una dispersión uniforme a lo largo del área de hábitat conveniente⁷¹.

Como un análisis cualitativo de la organización social de *E. unistrigatus* dentro de esta investigación, enfocamos en parte los grupos que forman, grandes coros dónde hay competición entre machos para un éxito reproductivo. El macho se anuncia mediante su llamando y pueden exhibir agresión hacia el macho congénere. El macho de la rana toro (*Rana catesbeiana*) frecuentemente compromete la contestación física y probablemente en defensa de sitios de ovoposición generando un efecto en proporciones bajas con respecto a la mortalidad del embrión⁷².

⁶⁹ WIENS, J. A.. Population responses to patchy environments. 1976. Annu. Rev. Ecol. Syst., 7:81-120. Citado por: DONALD B. Shepard Spatial Relationships of Male Green Frogs (*Rana clamitans*) throughout the Activity Season. 2000. Am. Midl. Nat. 148:394-400

⁷⁰ BROWN, J. L. 1964. The evolution of diversity in avian territorial systems. Wilson Bull., 76:160-169. Citado por: DONALD B. Shepard Spatial Relationships of Male Green Frogs (*Rana clamitans*) throughout the Activity Season. 2000. Am. Midl. Nat. 148:394-400

⁷¹ DAVIES, N. B. 1978. Ecological questions about territorial behaviour, p. 317-350. In: J. R. Krebs and N. B. Davies (eds.). Behavioural ecology: an evolutionary approach. Sinauer, Sunderland, Mass. 494 p.

⁷² HOWARD, R. D. 1978. The evolution of mating strategies in bullfrogs, *Rana catesbeiana*. Evolution, 32:850-871.

En machos más grandes normalmente presentan una ventaja competitiva, poseen los territorios más buenos y tienen éxito reproductivo más alto. La agresión también puede usarse para mantener una distancia individual o el espacio personal sin recursos específicos⁷³. Estudios realizados por Whitney y Krebs⁷⁴ informaron este tipo de despliegue en machos de *Hyla regilla* ya que estos exhibieron agresión para el mantenimiento de distancias individuales y por consiguiente produjo una dispersión uniforme.

Así las interacciones acústicas de *E. unistrigatus* se presentan de una manera uniforme al inicio de la actividad vocal, presentándose machos con despliegues vocales de tipo territorialista, salvo que estas emisiones se presentan de manera corta, debiéndose principalmente a los elevados costos energéticos que conllevan la defensa de territorios para disposición de hembras, además como un acto simple tras la emisión agresiva, y al hacer notar su presencia, prosiguen con su actividad vocal referente al canto de anunciamiento, para este desarrollo puede compararse con los estudios realizados por Mathis⁷⁵ en el caso de *H. regilla* quien presenta cantos agresivos y uniformemente espaciados, pero estos no fueron considerados territorialistas ya que no hubo ningún recurso involucrado. Pocos estudio han examinado el modelo de competencia entre machos por espacios y territorialidad en anuros algunos como los de Arak⁷⁶, Backwell y Passmore⁷⁷, Dyson y Passmore⁷⁸, pero la mayoría de estas investigaciones solamente informan la distancia entre machos. Martof⁷⁹, Emlen⁸⁰, Wells⁸¹, Boatright-Horowitz et al⁸². Ya que aun permanece

73 WELLS, K. D. 1977a. The social behavior of anuran amphibians. Anim. Behav., 25:666-693. Citado por: DONALD B. Shepard Spatial Relationships of Male Green Frogs (*Rana clamitans*) throughout the Activity Season. 2000. Am. Midl. Nat. 148:394-400

74 WHITNEY, C. L. and KREBS J. R. 1975. Spacing and calling in Pacific tree frogs, *Hyla regilla*. Can. J. Zool. 53:1519-1527.

75 MATHIS, A., R. G. JAEGER, W. H. KEEN, P. K. DUCEY, S. C. WALLS AND B. W. BUCHANAN. 1995. Aggression and territoriality by salamanders and a comparison with the territorial behavior of frogs, p. 633-676. In: H. Heatwole and B. K. Sullivan (eds.). Amphibian biology, Vol. 2. Social behavior. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, NSW, Australia.

76 ARAK, A. 1983. Vocal interactions, call matching and territoriality in a Sri Lankan treefrog, *Philautus leucorhinus* (Rhacophoridae). Anim. Behav., 31:292-302.

77 BACKWELL, P. R. Y. AND N. I. PASSMORE. 1990. Aggressive interactions and intermale spacing in choruses of the leaf-folding frog, *Afraxalus delicatus*. S. Afr. J. Zool., 25:133-137.

78 DYSON, M. L. AND N. I. PASSMORE. 1992. Intermale spacing and aggression in African painted reed frogs, *Hyperolius marmoratus*. Ethology, 91:237-247.

79 MARTOF, B. S. 1953. Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. Ecology, 34:165-174.

80 EMLEN, S. T. 1968. Territoriality in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. Copeia, 1968:240-243.

81 WELLS, K. D. 1977. Territoriality and male mating success in the green frog (*Rana clamitans*). Ecology, 58:750-762.

82 BOATRIGHT-HOROWITZ, S. L., S. S. HOROWITZ AND A. M. SIMMONS. 2000. Patterns of

desconocido para la mayoría del especies si la dispersión uniforme ocurre o si es una característica de territorialidad. *Rana clamitans* tiene una estación reproductiva prolongada y es considerada territorial⁸³, la que fue ideal para probar la hipótesis acerca de la relación entre el canto de territorialidad y la relación espacio temporal entre machos de esta especie.

Machos de *E. unistrigatus* en San Juan de Pasto se presentaron en distancias bastante uniformes 0.15 a 0.50 metros determinando que estos machos defienden activamente el área en la cual emiten su vocalización, para que las hembras se dirijan y también sea utilizados como sitios de oviposición. Las interacciones entre individuos que defienden este recurso deben producir espacio uniforme a lo largo del área de hábitat conveniente⁸⁴, pero los machos de *E. unistrigatus* no se dispersaron a un sitio uniforme durante el período de muestreo y la probabilidad de encuentros físicos a pesar de diferencias en densidad del sustrato es muy baja

Schwartz⁸⁵ 1989; Stewart & Rand⁸⁶, 1991. También encontró que algunos animales realizan llamados simples de 1 ó 2 notas por largos periodos de tiempo, esto podría reflejar dos cosas: primero, un estilo de canto característico para un grupo de animales como los *Colostethus*, ya que existen registros para estos animales con llamados repetitivos y de una nota y segundo, que entre un coro se establecen jerarquías que se manifiestan a través de una alta tasa de llamados. En la duración del llamado, las notas por llamado y los pulsos por nota también se presentan variaciones, aunque no tan amplias como la tasa de llamados; esto último podría ser justificado como una estrategia de los machos para evitar la sobreposición y la interferencia acústica de sus cantos. Para el caso de *E.*

vocal interactions in a bullfrog (*Rana catesbeiana*) chorus: preferential responding to far neighbors. *Ethology*, 106: 701-712.

83 WELLS, K. D. 1978. Territoriality in the green frog (*Rana clamitans*): vocalizations and agonistic behaviour. *Anim. Behav.*, 26:1051-1063.

84 DAVIES, Op. Cit., p. 17-350.

⁸⁵ SCHWARTZ J. J. Graded aggressive calls of the spring peeper, *Pseudacris crucifer*. 1989. *Herpetológica*, 45: 172-181. Citado por: BERNAL, M. H., MONTEALEGRE, D. P. & PÁEZ, C. A. Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. 2000. *Rev.Aacad. Colomb. Cienc.: volumen xxviii, número 108-septiembre de 2004* p. 385-390.

⁸⁶ STEWART, M. M., RAND A. S. 1991. Vocalizations and the defense of retreat sites by males and female frogs, *Eleutherodactylus coqui*. *Copeia*, 1991: 1013-1024. Citado por: BERNAL, M. H., MONTEALEGRE, D. P. & PÁEZ, C. A. Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. 2000. *Rev.Aacad. Colomb. Cienc.: volumen xxviii, número 108-septiembre de 2004* p. 385-390.

unistrigatus se presentaron algunos casos en donde algunos individuos presentaron una duración del llamado que oscilo entre 13 y 33 segundos aproximadamente lo que puede ser determinado mediante los estudios anteriormente mencionados como niveles jerárquicos dentro de la especie.

7.5 VARIACIÓN DE AMPLITUD.

De acuerdo con Gerhardt⁸⁷ La modulación de la amplitud puede modificarse por parámetros medioambientales. Esto es probablemente una razón para que la mayoría de las ranas frecuentemente vocalicen, ellas superan las señales distorsionadas causadas por factores bióticos y ambientales. Con suerte, la modulación de la amplitud debe evaluarse también desde el inicio de la grabación, las grabaciones en esta investigación se realizaron mediante condiciones estandarizadas. No obstante, el tipo de variación observado (Figura 15) sugiere que hay variación biológicamente significativa en la modulación de amplitud en *E. unistrigatus* a lo largo de las zonas de muestreo. La amplitud de las llamadas en los sitios de muestreo es muy diversa, sin embargo, indican diferencias que reflejan variación individual a niveles de población o de especies, estas variaciones pueden tener un componente más grande de variabilidad debido a la condición del macho en la escena social.

7.6 INFLUENCIA DEL SITIO DE VOCALIZACIÓN CON RESPECTO A LA DEGRADACIÓN DE LA SEÑAL.

Se determino que el ambiente en donde se realiza la transmisión *E. unistrigatus*, influencia considerablemente la degradación y se resaltan las interacciones y efectos que presenta el ambiente. Las llamadas se transmitieron a nivel rasante en las zonas de muestreo por lo que esta sufre una mayor degradación con respecto a la transmisión ya que por presentarse zonas de pastizales las señales paulatinamente pierden la intensidad. La vegetación densa, la competencia por otros machos de la misma especie, temperaturas, viento, pueden causar una atenuación y una degradación con respecto a la señal⁸⁸, no pueden hacerse generalizaciones simples sobre tales diferencias pero resultados de experimentos anteriores consistentes con respecto a la demanda, influencia global del ambiente y la degradación de la transmisión así lo han otorgado.

⁸⁷ GERHARDT H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annu Rev Ecol Syst* 25: 293-324.

⁸⁸ WILEY RH, RICHARDS DG, 1978. Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: implications for the evolution of animal vocalizations. *Behav Ecol Sociobiol* 3:69-94.

En algunos estudio de transmisión de señales como los descritos por Brown y Gomez⁸⁹, Morton⁹⁰, Waser and Brown⁹¹, 1986), determinaron que través de ambientes arbolados se produjeron atenuaciones menores, al igual que la degradación en ambientes abiertos.

7.7 INFLUENCIA DE FRECUENCIA DOMINANTE EN LA DEMANDA DE LA DEGRADACIÓN

De acuerdo a estudios, especies con frecuencia de llamadas altas y bajas difieren sustancialmente en la cantidad de degradación que experimentaron estas. Esta degradación de las llamadas generalmente aumenta con el aumento de la frecuencia dominante. Al igual que existe una interacción entre la influencia de la frecuencia dominante de la llamada y efectos de altura y de transmisión en el ambiente, a nivel de la tierra, la degradación del sonido aumenta con respecto a la distancia de transmisión en el ambiente. Sobre la tierra, la fluctuación de amplitud es irregular, causado desproporcionadamente por turbulencia atmosférica lo que afecta de manera significativa la frecuencia⁹².

Debido a que *E. unistrigatus* habita en zonas abiertas con abundante estrato herbáceo, este estrato influencia en la propagación desproporcionada de las señales acústicas, pudiendo así llegar a relacionar la tasa de emisión frecuente de canto de esta especie con respecto a la frecuencia dominante y frecuencia fundamental.

Sorjonen⁹³ en 1986; y Wiley⁹⁴, 1991, concluyeron que la diferencias observadas en la morfología de la llamada ha sido el resultado de evolución con respecto a las respuestas que genera el medioambiente, sin embargo, no se han tendido bases suficientes para apoyar esta conclusión. Uno

⁸⁹ BROWN CH, GOMEZ R, 1992. Functional design features in primate vocal signals: the acoustic habitat and sound distortion. In: Topics in primatology, vol. 1, Human origins (MCGREW Nishida T, Marler, P. WC, PICKFORD M, deWaal F, eds). Tokyo: Tokyo University Press; 177-198.

⁹⁰ MORTON ES, 1975. Ecological sources of selection on avian sounds. AmNat 109:17-34.

⁹¹ WASER PM, BROWN CH, 1986. Habitat acoustics and primate communication. Am J Primatol 10:135-154. Citado por: KIME Nicole M., TURNER Will R., RYAN Michael J., The transmission of advertisement calls in Central American frogs. 2000. Behavioral Ecology Vol. 11 No. 1: 71-83

⁹² RICHARDS DG, WILEY RH, 1980. Reverberations and amplitude fluctuations in the propagation of sound in a forest: implications for animal communication. Am Nat 115:381-399. . Citado por: KIME Nicole M., TURNER Will R., RYAN Michael J., The transmission of advertisement calls in Central American frogs. 2000. Behavioral Ecology Vol. 11 No. 1: 71-83

⁹³ SORJONEN J, 1986. Factors affecting the structure of song and the singing behaviour of some northern European passerine birds. Behaviour. 98:286-302.

⁹⁴ WILEY RH, 1991. Associations of song properties with habitats for territorial oscine birds of eastern North America. Am Nat 138:973-993.

estudio reciente no encontró diferencias entre la morfología de la llamada entre el especies y su transmisión través del ambientes diferentes⁹⁵. Además, Zimmerman⁹⁶ observo la diferencia en la estructura de las llamadas en ranas amazónicas, esto en parte podría explicar más prontamente diferencias entre especies por el tamaño del cuerpo o por el relaciones filogenéticas que por el diferencias en ambientes escogidos para su canto.

La posibilidad de que *E. unistrigatus* sea escuchado es amplia ya que en observaciones de esta especie se determino que no necesitaba de espacios amplios o de recorrer grandes distancias para ir en búsqueda de sitios óptimos para iniciar parte de su comportamiento reproductivo, así lo corrobora Loftus-Hills y Littlejohn⁹⁷ en 1971; Stebbins y Cohen⁹⁸ en 1995; donde determinaron que el canto de anuncio de las ranas simplemente no puede necesitar recorrer grandes distancias y por mucho tiempo, ya que por presentar en general algunos anuros frecuencias que oscilan entre los 100 y 3200 Hz, pueden ser escuchados por sus congeneres y hembras a largas distancias esto depende en gran parte del desarrollo de su sistema auditivo, en términos generales la papila basilaris capta frecuencias que van desde los 1500 a los 3200 Hz, y la papila anfiborium la que capta frecuencias bajas desde 100 Hz hasta los 1300 Hz.

En la mayoría de las especies de anuros se ha probado que hay preferencias además de la frecuencia por llamadas con amplitudes mayores⁹⁹. El poder de degradación disminuye no solamente cuando aumenta el espacio en donde se desenvuelve la señal sino también cuando aumenta la amplitud y así la señal es mas atractiva cuando esta más cerca.

E. unistrigatus no presentó variaciones sustanciales en la frecuencia dominante, al correlacionar esta variable acustica con las diferentes medidas morfométricas se obtuvo una correlacion no significativa, con valores muy bajos, contradiciendo algunos estudios en los que el peso y la longitud rostro cloaca infieren directamente con la frecuencia.

⁹⁵ PENNA M, Solis R, 1998. Frog call intensities and sound propagation in the South American temperate forest region. Behav Ecol Sociobiol 42:371-381.

⁹⁶ ZIMMERMAN B. L, 1983. A comparison of structural features of calls of open and forest habitat frog species in the central Amazon. Herpetologica 39:235-245.

⁹⁷ LOFTUS-HILLS JJ, LITTLEJOHN MJ, 1971. Mating-call sound intensities of anuran amphibians. J Acoust Soc Am 49:1327-1329.

⁹⁸ STEBBINS R. C, COHEN N. W, 1995. A natural history of amphibians. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

⁹⁹ RYAN M.J, KEDDY, HECTOR A, 1992. Directional patterns of female mate choice and the role of sensory biases. Am Nat 139:S4-S35.

Waser¹⁰⁰ en 1977 demostró que la frecuencia dominante en las llamadas es una característica que puede seleccionarse en el contexto de la acústica del hábitat. Sin embargo, la frecuencia dominante de las llamadas de los anuros puede ser parcialmente reducida con respecto al tamaño del cuerpo. Esta comprobación estudiada por Littlejohn¹⁰¹ 1977 y Martin¹⁰² en 1967 demostró que en ranas grandes generalmente la frecuencia dominante de las llamadas de anuncio es más baja que en ranas de menor tamaño estas pueden bajar la frecuencia dominante independiente de tamaño del cuerpo.

7.8 ESTRUCTURA DE LA LLAMADA DE *E. unistrigatus*

En general las vocalizaciones de los anuros esta compuesta por una nota o una serie de notas las que resultan cuando el aire pasa sobre las cuerdas vocales, causando que vibre a determinada frecuencia y dependiendo de la tensión de las cuerdas vocales. Esta es la frecuencia fundamental los sacos vocales o las cavidades del cuerpo resuenan la fundamental o uno de estos armónicos con un gran énfasis en cualquier otra frecuencia, esta es la frecuencia dominante. La frecuencia fundamental y la frecuencia dominante son quines determinan las características del tono de la llamada.

De acuerdo con Fouquette¹⁰³ el genero *Eleutherodactylus* tiene bastante diversidad en cuanto a estructuras en sus llamadas, ya que en estudios realizados en Panamá sobre el genero *Eleutherodactylus* presentaron similitudes en cuanto a características de canto, pero estos registrós además de ser una herramienta para la taxonomía, también son de gran significancia biológica.

7.9 VARIACIÓN DE LA LLAMADA Y SELECCIÓN DE APAREAMIENTO EN COROS NATURALES.

Mucha de la reciente literatura en el comportamiento de los anuros fue enfocado en el rol de apareamiento de las hembras al momento de determinar pareja, estos sucesos en poblaciones naturales, pero llegar a

¹⁰⁰ WASER, PM, Waser MS. 1977. Experimental studies of primate vocalization: specializations for long-distance propagation. *Z Tierpsychol* 43:239-263.

¹⁰¹ LITTLEJOHN MJ, 1977. Long range acoustic communication in anurans. In: *The reproductive biology of amphibians* (Taylor DH, Guttman SI, eds). New York: Plenum Press; 263-294.

¹⁰² MARTIN W. F. 1967. The mechanism and evolution of sound production in the toad genus *Bufo* (Ma dissertation). Austin: University of Texas.

¹⁰³ FOUQUETTE.M. J., call structure in frogs on the family Leptodactylidae. *The Texas Journal of Science*.1960. Vol XII, Nos. 3,4, October 1960

determinar el criterio usado por las hembras par seleccionar machos es una tarea difícil, algunos trabajos en algunas especies han arrojado datos inconclusos como lo determinaron Wells¹⁰⁴ en 1977, Arak¹⁰⁵ en 1983, Ryan¹⁰⁶ en 1985.

Las hembras aparentemente seleccionan el apareamiento con base a los recursos (Sitios de ovoposición) defendidos por los machos, tal apareamiento puede directamente incrementar de forma individual la tasa de supervivencia de sus crías.

Wells y Schwartz¹⁰⁷ en 1984, determinaron una alternativa de tipo adaptativo, de las hembras al momento del apareamiento, en el momento de actividad vocal por parte de los machos, ya que las hembras son atraídas con llamadas que son más llamativas o más fácilmente percibidas en contra de los coros que están en segundo plano. Mientras la selección debería favorecer la evolución de estrategias en machos para realizar la detectabilidad de sus señales, y esto quizás no sea directamente un beneficio genético hacia las hembras en la selección particular de los machos.

Se sugiere que en muchos de los coros de los anuros, los machos responden a otras vocalizaciones de machos cambiando el ritmo de las llamadas, incrementando la tasa de vocalizaciones o incrementando la duración o complejidad de las llamadas porque esta actividad de incrementar las llamadas y el radio de las vocalizaciones, hace más llamativo el potencial de los machos para el éxito reproductivo.

Las hembras probablemente entran a los coros y se dirigen a las áreas donde varios machos están vocalizando, la reproducción probablemente es elegida en un pequeño grupo de coros. Los machos no pueden predecir cuando una hembra seleccionara el momento reproductivo. Esta es una ventaja para los machos al maximizar la detectabilidad de sus llamadas todo el tiempo.

¹⁰⁴ WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. 1977., Anim. Behav. 25, 666-693. Citado por: RYAN, M. J., WILCZYNSKY, W., HETHERINGTON, T. E., WALKOWIAK, W. The evolution of the amphibian auditory system. 1988. John Wiley & Sons, New York.

¹⁰⁵ ARAK, A. Male mate competition and mate choice in anuran amphibian mate choice. (Bateson, P, Ed) 1983. Cambridge University. Press. New York.

¹⁰⁶ RYAN, M. J. The tungara frogs, University of Chicago. Press. Chicago. Citado por: RYAN, M. J., WILCZYNSKY, W., HETHERINGTON, T. E., WALKOWIAK, W. The evolution of the amphibian auditory system. 1988. John Wiley & Sons, New York.

¹⁰⁷ WELLS, K. D., SCHWARTZ, J. J. Vocal communication in a Neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement call. 1984. Animal Behaviour. 32, 405-420.

7.10 PREFERENCIAS BASADAS EN DIFERENCIAS EN LAS FRECUENCIAS DE LLAMADAS Y PATRONES ESPECTRALES

Experimentos usando llamadas sintéticas usualmente muestran que hembras prefieren llamadas con frecuencias cercanas a la media poblacional. Las preferencias de las hembras basadas sobre diferencias en frecuencia usualmente dependen relativamente del nivel de presión del sonido (SPL) la gran selectividad de frecuencias ocurre con bajos niveles de SPL, que con altos niveles. La frecuencia del canto y las preferencias de las hembras quizás puede estar dependiendo del tamaño. Porque las hembras pueden ser en medida más grandes que los machos y pueden generar diferencias en cuanto al sistema auditivo.

7.11 RELACIONES TAMAÑO CORPORAL VS. FRECUENCIAS

Entre los anuros la frecuencia de canto esta generalmente correlacionada con el tamaño corporal del macho esto ha sido fuertemente analizado como Giacoma¹⁰⁸ *et al* en 1997 considerando que la frecuencia dominante es la única variable de canto que realmente provee cualquier información potencial sobre el tamaño del macho vocalizante, entre machos ellos usan esta información para determinar la habilidad de lucha del oponente. Caso profundamente analizado por Robertson¹⁰⁹ en 1988, Aullivan y Wagner¹¹⁰ en 1992. Al igual en este estudio se encontró una correlación no significativa con la frecuencia dominante y el tamaño del macho emisor en el canto de anunciamiento, al igual que ninguna tendencia de correlación entre estos dos parámetros. De acuerdo a estos datos se puede corroborar la información obtenida a través de los análisis estadísticos realizados en *E. unistrigatus*, en cuanto a las correlaciones entre tamaño corporal (Anexo 9) y variables de canto. Determinado que no existe ninguna dependencia, su tamaño implicaría que sus reservas energeticas se encuentran limitadas por no presentar actividad locomotora continua, utilizando esta energia en la explosividad de la comunicación.

¹⁰⁸ GIACOMA, C., ZUGOLARO, C., BEANI, L. 1997. The advertisement calls of the green toad (*Bufo viridis*): variability and role in mate choice. *Herpetologica* 53(4):454-464.

¹⁰⁹ ROBERTSON, J.G.M. 1986. Female choice, male strategies and the role of vocalization in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. *Anim. Behav.* 34(3):773-784.

¹¹⁰ SULLIVAN, B.K., WAGNER, W.E., Jr. 1988. Variation in advertisement and release calls, and social influences on calling behavior in the gulf coast toad (*Bufo valliceps*). *Copeia* 1988(4):1014-1020.

8 CONCLUSIONES

La asociación de nuevas técnicas para el monitoreo de especies que se encuentren o no en vía de extinción son primordiales para el manejo y conservación y bajo esta perspectiva la bioacústica ofrece una alta gama de posibilidades, asistiendo de manera alterna a todo tipo de monitoreos sin que se presente una manipulación directa de las especies, por tanto el impulso de nuevas metodologías en las que se incluye la bioacústica son primordiales ya sea a nivel de estudio y de investigación.

A lo largo del alcance de este estudio realizado en bioacústica sobre *E. unistrigatus* estas producen llamadas complejas, presentando dos tipos de llamadas la primera determinada como canto de anuncio, utilizada principalmente para reconocimiento de las especies, y la atracción de hembras grávidas y la segunda determinada como canto de territorialidad la que principalmente es utilizada como advertencia a machos transgresores. La variación en la duración de la llamada es notable con un coeficiente de variación alto, esta variación es normal puesto que por una competencia interespecífica en *E. unistrigatus*, y la competencia por nichos vocales, se atenúa la duración de la emisión. De esta forma el canto de anuncio presenta una duración modal de 2.1 segundos, y que su promedio de canto oscila entre 1.95 y 3.98 segundos y durante este periodo de tiempo realizan 6 notas como promedio dentro de las ranas analizadas.

Los machos de *E. unistrigatus* presentaron vocalizaciones distintas como canto de anuncio y canto de territorialidad, la vocalización más frecuente fue el canto de anuncio, el segundo canto fue emitido cuando otro macho invade su territorio.

Las diferentes frecuencias como fundamental, máxima mínima, y dominante en el canto de anuncio de *E. unistrigatus* no presenta ningún tipo de correlación con respecto a variables morfométricas, igualmente la intensidad del canto de anuncio no presenta ninguna correlación, estos resultados se asocian con los estudios hechos por Lingnau¹¹¹ en 2003 en la especie *Hylodes heyeri* en que no determinaron ningún tipo de correlación

¹¹¹ LINGNAU Rodrigo. Comunicação acústica e visual, territorialidade e comportamento reprodutivo de *Hylodes heyeri* (anura: leptodactylidae) no município de morretes, estado do paraná, brasil. 2003. Disserta o apresentada ao Instituto de Ci ncias Biológicas da UFG, Como parte dos requisitos para obten o do título de Mestre em Biologia (Ecologia). GOI NIA - GO 2003

Los machos de *E. unistrigatus* son altamente territorialistas, defendiendo sus territorios con ataques de vocalización y en parte con demostraciones visuales. Cuando un macho intruso se aproxima al territorio del macho residente, este último pasa a emitir cantos de territorialidad y adopta una postura típica con algunas señalizaciones visuales.

La reproducción de *E. unistrigatus* ocurre a lo largo de las estaciones de alta pluviosidad caracterizando a *E. unistrigatus* como una especie de reproducción prolongada.

En la actualidad, la bioacústica ofrece una amplia gama de posibilidades tanto para la identificación de especies al igual que para su monitoreo, además los métodos clásicos pueden asistir en el manejo de poblaciones naturales, aplicada como uno de los métodos no letales de captura y de marcación, debido al comportamiento vocal que presenta *E. unistrigatus* y por la facilidad, se pudo determinar que esta técnica no puede menospreciarse y se requiere para cumplir con una efectividad intensificar efectivamente un conocimiento detallado de la biología y comportamiento de la especie.

En los cantos de *E. unistrigatus* se presentó gran variación intraespecífica, principalmente en lo que respecta a la tasa de llamados y duración de un llamado. Estos resultados reflejan que la tasa de emisión de llamados puede ser afectada por varios factores, como el entorno social del animal, así, cuando está vocalizando solo, principalmente al inicio de la noche, el número de cantos es muy bajo, mientras que al formarse el coro, la tasa de emisión de los cantos se incrementa notablemente; esto para hacerse más fácil de localizar en el coro, como para demostrar su territorialidad

Entre las características vocales, la que menor variación intraespecífica presentó fue la frecuencia dominante. Esto se puede esperar, ya que la frecuencia de emisión de un sonido está en relación con la vibración de las cuerdas vocales, los cartílagos asociados y el tamaño del saco vocal, los cuales no generan grandes diferencias acústicas para animales de una misma especie con un tamaño corporal semejante, aunque sí en especies diferentes. En comparaciones interespecíficas.

La evaluación bioacústica se encuentra asociada en gran medida con los habitats y microhabitats, la alteración de estos genera en gran medida una disminución sustancial en la cobertura del dosel y espesor de la hojarasca sitios claves de interacción de anuros, entonces mantener de forma equilibrada ecosistemas resulta de vital importancia no solamente para estos sino también para la especie que interaccionan en estos ecosistemas.

El tamaño corporal de *E. unistrigatus* no presento ninguna relacion con respecto a las variables acusticas, determinando que no es una especie activa con respecto a su locomoción, pero si al momento de su actividad vocal, llegando a concluir que su masa corporal se encuentra ligada con las reservas energeticas utilizadas al momento de vocalizar.

9 RECOMENDACIONES

Seria muy recomendable generar una base de datos a manera de banco bioacústico no solo de anuros sino de todas las especies de la region que utilizan la vocalización, util tanto para monitoreo como para investigacion, las cuales deberian ser apoyadas con investigacion etologica, asi serian de gran utilidad en el fortalecimiento tanto academico como cientifico.

Teniendo en cuenta que cada animal tiene unas características acústicas propias de su especie, y que responde a su entorno ambiental y social, se hace necesario seguir caracterizando el canto de los anuros con el fin que de utilizarlo como una herramienta de apoyo para los problemas de determinación y clasificación taxonómica, y para los interesados en estudiar la comunicación acústica en anuros.

La generación de nuevos lineamientos multidisciplinarios en formulación e investigación científica es crucial ya que las convergencias que estas generen pueden fortalecer aun más la investigación.

Seria conveniente analizar de forma detallada la fisiología y la respuesta comportamental con respecto a la comunicación en especies de anuros de la región

10 BIBLIOGRAFÍA

ARAK, A. 1983. Vocal interactions call matching and territoriality in a Sri Lankan treefrog, *Philautus leucorhinus* (Rhacophoridae). Anim. Behav., 31:292-302.

-----, Anim. Behav., 1983, 30, 292-302.

-----, Male mate competition and mate choice in anuran amphibian mate choice. (Bateson, P, Ed) 1983. Cambridge University. Press. New York.

BACKWELL, P. R. Y. AND N. I. PASSMORE. 1990. Aggressive interactions and intermale spacing in choruses of the leaf-folding frog, *Afrixalus delicatus*. S. Afr. J. Zool., 25:133-137.

BATTSTROM, B. H. Amphibia. In: Comparative physiology of thermoregulation. S. l: Acad. Press, 1970. p 135-165.

BERNAL, M. H., MONTEALEGRE, D. P. & PÁEZ, C. A. Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. 2000. Rev.Aacad. Colomb. Cienc.: volumen xxviii, número 108-septiembre de 2004 p. 385-390.

BERNAL, Ximena. GUZMÁN, Francisco. The advertisement calls of three *Eleutherodactylus* species (Anura: Leptodactylidae) in a Colombian highland community. Revista Academia Colombiana de Naturales y Físicas. Suplemento especial. Volumen XXIII. Diciembre de 1999

BOATRIGHT-HOROWITZ, S. L., S. S. HOROWITZ AND A. M. SIMMONS. 2000. Patterns of vocal interactions in a bullfrog (*Rana catesbeiana*) chorus: preferential responding to far neighbors. Ethology, 106: 701-712.

BOUL, Kathryn Elizabeth. Call variation and correlated vocal production mechanisms: intraspecific and interspecific comparisons from the *Physalaemus pustulosus* species group 2003

BROWN CH, GOMEZ R, 1992. Functional design features in primate vocal signals: the acoustic habitat and sound distortion. In: Topics in primatology, vol. 1, Human origins (McGrew Nishida T, Marler , P WC, Pickford M, deWaal F, eds). Tokyo: Tokyo University Press; 177-198.

BROWN, J. L. 1964. The evolution of diversity in avian territorial systems. Wilson Bull., 76:160-169. Citado por: DONALD B. Shepard Spatial

Relationships of Male Green Frogs (*Rana clamitans*) throughout the Activity Season. 2000. Am. Midl. Nat. 148:394–400

BUCHANAN. 1995. Aggression and territoriality by salamanders and a comparison with the territorial behavior of frogs, p. 633–676. In: H. Heatwole and B. K. Sullivan (eds.). Amphibian biology, Vol. 2. Social behavior. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, NSW, Australia.

CARDOSO, A. J. & HADDAD, C. F. B.. Diversidade e turno de vocalizações de anuros em comunidade neotropical. 1992. Acta zool. lilloana, Tucumán, 41:93-105.

CASTRO, Herrera Fernando. 1997. Introducción a la herpetología. Universidad del Valle Cali. Colombia.

CLUTTON-BROCK, T. H. and Albon, S. D., Behaviour, 1979, 69, 145–170.

DAVIES, N. B. 1978. Ecological questions about territorial behaviour, p. 317–350. In: J. R.

-----, T. R., Nature, 1978, 274, 683–685.

DONALD B. Shepard Spatial Relationships of Male Green Frogs (*Rana clamitans*) throughout the Activity Season. 2000. Am. Midl. Nat. 148:394–400

KREBS and DAVIES N. B. (eds.). Behavioural ecology: an evolutionary approach. Sinauer, Sunderland, Mass. 494 p.

DE LA RIVA, I., MARQUEZ, R & BOSCH, J. 1995. Advertisement call of eigh Bolivian *hylid* (Amphibia, Anura). J. Herpetol., 29(1): 113-118.

DUELLMAN, W.E., and PYLES, Rebecca, A., Acoustic resource partitioning in anuran communities. 1983. Copeia, 639-649.

-----, 1963. Importance of breeding call in amphibian systematics. Of proceedings of the international Congress of Zoology. Washington v. 4.

-----, 1963. Courtship isolating mechanisms in Costa Rican hylid frogs. Herpetologica 23: p 169–183

-----, 1970. The Hylidae frogs of Middle America. Monogr. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, (1): 1-753.

-----, 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia*, 639-649.

-----, 1986. *Biology of Amphibians*, McGraw-Hill, NewYork.

DYSON, M. L. AND PASSMORE, N. I. 1992. Intermale spacing and aggression in African painted reed frogs, *Hyperolius marmoratus*. *Ethology*, 91:237-247.

EMLLEN, S. T. 1968. Territoriality in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Copeia*, 1968:240-243.

FOUQUETTE, M,J., JR. 1960.Isolating mechanism in three sympatric tree frogs in the Canal Zone.. *Evolution*. 14:484-497.

-----, 1960. Call structure in frogs on the family Leptodactylidae., *The Texas Journal of Science*.. Vol XII, Nos. 3,4, October 1960

-----, 1975. Speciation in the chorus frogs, I. Reproductive character displacement in the *Pseudoacris nigrita* complex. *Systematic Zoology* 24:16-23.

GERHARDT H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annu Rev Ecol Syst* 25: 293-324.

GERHARDT, H.G C, S. GUTTMAN, D. & A. A. Karlin. 1980. Natural hybrids between *Hyla cinerea* and *Hyla gratiosa*: Morphology, vocalization and electrophoretic analysis. *Copeia*. 1980:577-584.

-----, 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25: 293-324.

GIACOMA, C., ZUGOLARO, C., BEANI, L. 1997. The advertisement calls of the green toad (*Bufo viridis*): variability and role in mate choice. *Herpetologica* 53(4):454-464.

GIRISH G. Kadadevaru RAVISHANKAR D. Kanamadi. 2001. Vocal interactions territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). *Current science*, vol. 80. No. 12, 25 p. 1486-1488.

GOODMAN, D. E. Territorial behavior in a neotropical frog, *Dendrobates granuliferus*. *Copeia*, Lawrence, 1971:365-379.

GUIMARAES, Lorena dall'Ara and BASTOS, Rogério P. Vocalizations and acoustic interactions in *Hyla Raniceps* (Anura, Hylidae) during the breeding season. *Iheringia, Sér. Zool.*, June 2003, vol.93, no.2, p.149-158.

HADDAD, C. F. B. & CARDOSO, J. Female choice in *Hyla minuta* (Amphibia: Anura). 1992. *Acta zool. lilloana*, Tucumán, 41:81-91.

HEINZMANN, U. 1970. Untersuchungen zur bio-akustik und ökologie der geburtshelferkröte. *Oecologia* 5:19-55.

HOWARD, R. D. 1978. The evolution of mating strategies in bullfrogs, *Rana catesbeiana*. *Evolution*, 32:850-871.

JUNCÁ, F. A. Reproductive biology of *Colostethus stepheni* and *Colostethus marchesianus* (Dendrobatidae), with the description of a new anuran mating behavior. 1998 *Herpetologica*, Lawrence, 54(3):377-387.

KLUM, G. M., H. C. Gerhard. 1987. Use of non arbitrary acoustic criteria in mate choice by female gray tree frogs. *Nature*, 286-288.

KREBS, J. R. & DAVIES, N. B. 1996. Introdução à ecologia comportamental. São Paulo, Atheneu. 420p.

-----, Behavioural ecology: an evolutionary approach. Sinauer, Sunderland, Mass. 494 p.

KIME Nicole M., TURNER Will R., RYAN Michael J., The transmission of advertisement calls in Central American frogs. 2000. *Behavioral Ecology* Vol. 11 No. 1: 71-83

LYNCH, John D. Leptodactylid Frogs of the Genus *Eleutherodactylus* in the Andes of Northern Ecuador and Adjacent Colombia. University of Kansas Publications, Museum of Natural History. The University of Kansas. Lawrence, Kansas. U.S.A. 1981. p. 1-46

LINGNAU Rodrigo. Comunicação acústica e visual, territorialidade e comportamento reprodutivo de *Hylodes heyeri* (anura: leptodactylidae) no município de morretes, estado do paraná, brasil. 2003. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da UFG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia (Ecologia). GOIÂNIA – GO 2003

LITTLEJOHN, M.J., long range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach, p. 263-394. in: The reproductive

biology of amphibians. D: H: Taylor and S: I: Guttman (eds). Plenum Press, New York.

-----, 1977. Long range acoustic communication in anurans. In: The reproductive biology of amphibians (Taylor DH, Guttman SI, eds). New York: Plenum Press; 263–294.

LIZANA Avia, M, CUIDAD Pizarro, M. J y PÉREZ Mellao, V. Actividad, reproducción y uso del espacio en una comunidad de anfibios. s. 1 : Treballs d' Ictiología Herpetológica, 1989. 2 , p 92-127.

LOFTUS-HILLS JJ, LITTLEJOHN MJ, 1971. Mating-call sound intensities of anuran amphibians. J Acoust Soc Am 49:1327–1329.

-----, 1973, Comparative aspects of auditory functions in Australian anurans., Austral. J, Zool. 21: 353-367.

LOTTERS, S., WIDMER, A. 1997. Bioacoustic comparisons of the advertisement calls of the poison frogs *Dendrobates histrionicus* and *Dendrobates lehmanni* from northwestern South America. Herpetologia Bonnensis, 237 - 245

LÜDDECKE, Horst. Behavioral aspects of the reproductive biology of the Andean frog *Colostethus palmatus* (Amphibia: Dendrobatidae). 1999. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial. Volumen XXIII. P. 303-316.

MACNALLY, R. C. Social organization and interspecific interactions in two sympatric species of *Ranidella* (Anura). 1979 Oecologia, Heidelberg, 42:293-306.

MARTIN W. F, 1967. The mechanism and evolution of sound production in the toad genus *Bufo* (MA dissertation). Austin: University of Texas.

MARTINS, M., POMBAL, J. P. and HADDAD, C. F. B., Amphibia Reptilia, 1998, 19, 65–73.

MARTOF, B. S. 1953. Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. Ecology, 34:165–174.

NARINS Peter M., HO Walter, Grabul Daniela S. Bimodal signal requisite for agonistic behavior in a dart-poison frog, *Epipedobates femoralis*

NAVAS, C. A. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: Una visión

eco-fisiológica. Bogota: Revista de la Academia de Ciencias. Suplemento especial, 1999. v 23, p 465-474.

PAILLETTE, M. Etude expérimentale des interactions sonores dans les chœurs des rainettes *Hyla meridionalis* (Amphibien Anoure) par stimulation avec des signaux sonores périodiques de synthèse. La Terre et la Vie 1976. 30:89-120.

PYLES, Rebecca, A., Acoustic resource partitioning in anuran communities. 1983. Copeia, 639-649.

PENNA, M, Solis R. 1998. Frog call intensities and sound propagation in the South American temperate forest region. Behav Ecol Sociobiol 42:371-381.

ROBERTSON, J. G., 1986. Anim. Behav, 33, 363-372.

-----, 1986. Female choice, male strategies and the role of vocalization in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. Anim. Behav. 34(3):773-784.

-----, 1992. Directional patterns of female mate choice and the role of sensory biases. Am Nat 139:S4-S35.

-----, 1988. The evolution of the amphibian auditory system. John Wiley & Sons, New York.

-----, 1985. The tungara Frog. A study in sexual selection and communication. The University of Chicago Press, Chicago.

RYAN, M. J., WILCZYNSKY, W., HETHERINGTON, T. E., WALKOWIAK, W. The evolution of the amphibian auditory system. 1988. John Wiley & Sons, New York.

SORJONEN J, 1986. Factors affecting the structure of song and the singing behaviour of some northern European passerine birds. Behaviour. 98:286-302.

STEBBINS R. C, COHEN N. W, 1995. A natural history of amphibians. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

STRAUGHAN, D. 1973. Evolution of anuran mating calls, pp. 321-327. in: James E. Vial (ed.), Evolutionary Biology of the Anurans. Contemporary Research and Major Problems. Univ. of Missouri Press, Columbia.

SULLIVAN, B.K., WAGNER, W.E., Jr. 1988. Variation in advertisement and release calls, and social influences on calling behavior in the gulf coast toad (*Bufo valliceps*). *Copeia* 1988(4):1014-1020.

TAIGEN, T. L., K. D. WELLS. 1985. Energetics of vocalization by an anuran amphibian (*Hyla versicolor*). *Journal of Comparative Physiology*, B155: 163-170.

-----, 1977. Experimental studies of primate vocalization: specializations for long-distance propagation. *Z Tierpsychol* 43:239-263.

WELLS, D, KENTWOOD. And SCHWARTZ, JOSHUA, J. The effect of vegetation on the propagation of calls in the Neotropical frog *Centronella fleischmanni*. 182. *Herpetologica*, 38(4), 449-455.

-----, 1977. Territoriality and male mating success in the green frog (*Rana clamitans*). *Ecology*, 58:750-762.

-----, 1978. Territoriality in the green frog (*Rana clamitans*): vocalizations and agonistic behaviour. *Anim. Behav.*, 26:1051-1063.

-----, 1984. Vocal communication in a Neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement call. *Animal Behaviour*. 32, 405-420.

-----, 1988. The Evolution of the Amphibian Auditory System (eds Frittsch, B. et al.), John Wiley and Sons, New York. p. 433-454.

-----, 1989. Calling energetics of a Neotropical treefrog, *Hyla microcephala*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25:13-22

WILEY R. H, Richards D. G, 1978. Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: implications for the evolution of animal vocalizations. *Behav Ecol Sociobiol* 3:69-94.

ZIMMERMAN BL, 1983. A comparison of structural features of calls of open and forest habitat frog species in the central Amazon. *Herpetologica* 39:235-245.

ZWEIFEL, R. G. 1968. Effects of temperature, body size and hybridization on mating calls of toads *Bufo americanus* and *Bufo woodhousii* fowleri. *Copeia* 269-28585.

ANEXOS

Anexo 1. Tabulacion para número de llamadas

Clase	limite Inferior	Limite superior.	Media	Frecuencia	Fq Relativa	Fq Acumulada	Fq relativa Acumulada
1	0.0	4.5	2.25	33	0.3402	33	0.3402
2	4.5	9.0	6.75	51	0.5258	84	0.866
3	9.0	13.5	11.25	8	0.0825	92	0.948
4	13.5	18.0	15.75	4	0.0412	96	0.989
5	18.0	22.5	20.25	0	0.0000	96	0.989
6	22.5	27.0	24.75	0	0.0000	96	0.989
7	27.0	31.5	29.25	0	0.0000	96	0.989
8	31.5	36.0	33.75	1	0.0103	97	1.000

Anexo 2. Tabulacion para duracion del canto

Clase	limite Inferior	Limite superior.	Media	Frecuencia	Fq Relativa	Fq Acumulada	Fq relativa Acumulada
1	0.0	4.0	2.0	84	0.8660	84	0.8660
2	4.0	8.0	6.0	8	0.0825	92	0.9485
3	8.0	12.0	10.0	2	0.0206	94	0.9691
4	12.0	16.0	14.0	0	0.0000	94	0.9691
5	16.0	20.0	18.0	0	0.0000	94	0.9691
6	20.0	24.0	22.0	0	0.0000	94	0.9691
7	24.0	28.0	26.0	2	0.0206	96	0.9897
8	28.0	32.0	30.0	0	0.0000	96	0.9897
9	32.0	36.0	34.0	1	0.0103	97	1.0000

Anexo 3. Tabulacion para Maximo de amplitud.

Clase	limite	Limite	Media	Frecuencia	Fq	Fq	Fq relativa
	Inferior	superior.			Relativa	Acumulada	Acumulada
1	0.0	4.5	2.25	52	0.5361	52	0.5361
2	4.5	9.0	6.75	24	0.2474	76	0.7835
3	9.0	13.5	11.25	11	0.1134	87	0.8969
4	13.5	18.0	15.75	5	0.0515	92	0.9485
5	18.0	22.5	20.25	1	0.0103	93	0.9588
6	22.5	27.0	24.75	2	0.0206	95	0.9794
7	27.0	31.5	29.25	0	0.0000	95	0.9794
8	31.5	36.0	33.75	1	0.0103	96	0.9897
9	36.0	40.5	38.25	1	0.0103	97	1.0000
10	40.5	45.0	42.75	0	0.0000	97	1.0000

Anexo 4. Tabulacion para Frecuencia minima.

Clase	limite	Limite	Media	Frecuencia	Fq	Fq	Fq relativa
	Inferior	superior.			Relativa	Acumulada	Acumulada
1	2350.0	2477.0	2413.5	14	0.1443	14	0.1443
2	2477.0	2604.0	2540.5	47	0.4845	61	0.6289
3	2604.0	2731.0	2667.5	17	0.1753	78	0.8041
4	2731.0	2858.0	2794.5	15	0.1546	93	0.9588
5	2858.0	2985.0	2921.5	2	0.0206	95	0.9794
6	2985.0	3112.0	3048.5	1	0.0103	96	0.9897
7	3112.0	3239.0	3175.5	0	0.0000	96	0.9897
8	3239.0	3366.0	3302.5	0	0.0000	96	0.9897
9	3366.0	3493.0	3429.5	1	0.0103	97	1.0000

Anexo 5. Tabulacion para Frecuencia maxima.

Clase	limite	Limite	Media	Frecuencia	Fq	Fq	Fq relativa
	Inferior	superior.			Relativa	Acumulada	Acumulada
1	2410.5	2540.0	2475.25	15	0.1546	15	0.1546
2	2540.0	2669.5	2604.75	20	0.2062	35	0.3608
3	2669.5	2799.0	2734.25	27	0.2784	62	0.6392
4	2799.0	2928.5	2863.75	24	0.2474	86	0.8866
5	2928.5	3058.0	2993.25	9	0.0928	95	0.9794
6	3058.0	3187.5	3122.75	0	0.0000	95	0.9794
7	3187.5	3317.0	3252.25	1	0.0103	96	0.9897
8	3317.0	3446.5	3381.75	0	0.0000	96	0.9897
9	3446.5	3576.0	3511.25	1	0.0103	97	1.0000

Anexo 6. Tabulacion para Frecuencia Fundamental.

Clase	limite Inferior	Limite superior.	Media	Frecuencia	Fq Relativa	Fq Acumulada	Fq relativa Acumulada
1	1196.0	1379.0	1287.5	80	0.8889	80	0.8889
2	1379.0	1562.0	1470.5	8	0.0825	94	0.9691
3	1562.0	1745.0	1653.5	1	0.0103	95	0.9794
4	1745.0	1928.0	1836.5	0	0.0000	95	0.9794
5	1928.0	2111.0	2019.5	0	0.0000	95	0.9794
6	2111.0	2294.0	2202.5	0	0.0000	95	0.9794
7	2294.0	2477.0	2385.5	1	0.0103	96	0.9897
8	2477.0	2660.0	2568.5	0	0.0000	96	0.9897
9	2660.0	2843.0	2751.5	1	0.0103	97	1.0000
above	2843.0			0	0.0000	97	1.0000

Anexo 7. Tabulacion para Frecuencia Dominante.

Clase	limite Inferior	Limite superior.	Media	Frecuencia	Fq Relativa	Fq Acumulada	Fq relativa Acumulada
1	2391.0	2513.0	2452.0	17	0.1753	17	0.1753
2	2513.0	2635.0	2574.0	49	0.5052	66	0.6804
3	2635.0	2757.0	2696.0	21	0.2165	87	0.8969
4	2757.0	2879.0	2818.0	6	0.0619	93	0.9588
5	2879.0	3001.0	2940.0	2	0.0206	95	0.9794
6	3001.0	3123.0	3062.0	1	0.0103	96	0.9897
7	3123.0	3245.0	3184.0	0	0.0000	96	0.9897
8	3245.0	3367.0	3306.0	0	0.0000	96	0.9897
9	3367.0	3489.0	3428.0	1	0.0103	97	1.0000

Anexo 8. Componentes principales en el canto de Anunciamiento.

	Componentes 1	Componentes 2	Componentes 3	Componentes 4	Componentes 5
Duracion Canto	0.0779466	-0.0878962	0.0110963	0.65352	-0.211724
Numero de llamadas	0.168794	-0.0371286	-0.046171	0.298031	0.684788
Frecuencia Dominante	-0.113597	0.190552	-0.519065	0.049348	0.0020067
Frecuencia Fundamental	-0.0627363	0.1349	-0.245878	0.0209656	0.264623
Frecuencia Maxima	-0.129847	0.183458	-0.468279	0.0514281	-0.0801532
Frecuencia Minima	-0.12308	0.186727	-0.515831	0.0542317	-0.0120875
LRC (Longitud Rostro Cloaca)	0.0236279	0.468867	0.189245	0.0756704	0.0276198
ALC (Alto de la Cabeza)	0.0448268	0.458158	0.181409	0.0755648	0.0679543
AnC (Ancho de la Cabeza)	0.0259665	0.47024	0.177098	0.101357	-0.010887
Peso (gms)	0.00767615	0.447095	0.166354	-0.0120265	-0.0777974

Anexo 9. Variables morfométricas.

Ind. N°.	N° de llamadas	LRC (mm)	AnC (mm)	ALC (mm)	Peso (gms)
1	6	32.5	12.0	6.2	4.3
2	16	30.5	12.6	5.9	3.6
3	4	29.8	11.2	5.3	3.3
4	4	29.0	11.3	5.1	2.9
5	5	28.2	11.7	5.6	3.4
6	5	28.1	11.0	5.2	2.6
7	5	18.4	7.1	3.6	0.7
8	5	20.0	7.7	4.2	0.8
9	3	19.4	7.6	3.8	0.8
10	5	18.7	6.9	3.6	0.7
11	5	21.6	8.0	3.5	1.0
12	5	19.8	8.1	3.4	0.9
13	4	18.8	8.0	3.8	0.8
14	3	15.3	7.5	3.3	0.4
15	6	14.9	7.1	3.2	0.4
16	6	28.8	11.0	5.1	3.2
17	5	17.7	6.4	3.4	0.7
18	6	23.6	9.2	3.9	1.3
19	5	27.2	10.4	4.9	3.0
20	6	24.8	10.0	4.7	2.5
21	6	22.8	8.6	3.8	1.4
22	6	28.8	11.1	5.4	3.0
23	7	27.0	10.7	4.9	2.7
24	5	29.2	11.5	5.7	3.3
25	5	28.0	10.9	5.1	2.5
26	5	17.5	6.9	3.4	0.8
27	5	25.0	11.0	5.0	3.1
28	6	21.4	7.8	3.4	1.3
29	5	20.0	8.2	3.5	1.1
30	6	19.1	8.2	3.9	0.9
31	5	16.2	7.4	3.1	0.5
32	5	15.0	7.2	3.3	0.5
33	5	29.0	11.1	5.2	3.2
34	4	18.5	6.6	3.5	0.8
35	15	24.0	9.8	4.5	2.1
36	3	21.0	7.7	3.3	1.5

Ind. N°.	N° de llamadas	LRC (mm)	AnC (mm)	ALC (mm)	Peso (gms)
37	4	21.5	7.8	3.4	2.2
38	3	27.0	9.3	3.5	3.1
39	3	25.4	11.2	5.2	2.1
40	3	17.0	7.5	3.3	1.8
41	9	16.4	7.4	3.2	1.8
42	5	21.0	7.6	3.4	2.1
43	4	21.4	7.9	3.5	2.7
44	1	23.1	9.1	3.7	2.9
45	4	22.5	8.1	4.5	2.3
46	2	27.0	9.5	4.2	2.1
47	3	25.0	8.6	4.1	1.3
48	3	25.4	9.7	4.4	1.2
49	9	27.1	11.2	5.3	3.3
50	13	21.9	8.4	4.6	0.9
51	4	23.4	8.6	4.1	1.0
52	12	19.8	6.7	3.2	1.5
53	7	26.0	8.7	4.6	2.9
54	10	26.8	10.6	4.7	2.4
55	9	28.0	9.4	4.5	2.2
56	13	19.5	8.7	3.9	1.4
57	2	18.5	7.9	3.8	1.3
58	13	24.5	9.7	4.6	1.1
59	35	26.3	10.7	4.9	1.5
60	5	22.8	9.4	3.7	1.2
61	17	18.9	7.7	3.8	1.3
62	5	23.6	8.2	4.4	2.1
63	5	24.2	9.8	4.6	1.4
64	4	26.5	10.3	4.8	1.5
65	6	24.8	9.5	4.7	1.1
66	4	18.2	7.7	3.6	1.3
67	4	18.5	8.0	3.1	0.6
68	4	25.6	10.5	4.9	1.5
69	3	28.0	11.1	5.2	1.6
70	3	21.3	7.6	4.3	1.0
71	4	28.4	11.8	5.7	3.4
72	4	19.9	8.1	3.5	1.1
73	5	21.5	8.5	3.5	1.2
74	7	15.7	8.1	3.9	0.5
75	7	29.7	11.3	5.2	3.1

Ind. N°.	N° de llamadas	LRC (mm)	AnC (mm)	ALC (mm)	Peso (gms)
76	4	20.1	7.6	4.1	1.0
77	6	29.9	11.4	5.5	3.5
78	4	28.6	11.5	5.4	2.4
79	6	26.5	9.8	4.5	2.2
80	6	18.5	7.9	3.4	1.0
81	8	15.0	7.2	3.3	0.6
82	4	27.0	10.8	4.8	3.0
83	7	18.0	6.6	3.5	0.8
84	6	24.0	9.5	4.0	1.2
85	4	26.7	10.1	4.7	2.7
86	7	25.2	10.8	4.7	2.6
87	5	21.8	7.5	2.9	1.2
88	5	28.8	11.4	5.3	2.8
89	6	17.0	8.1	3.6	1.0
90	18	25.4	10.5	4.6	1.2
91	12	22.5	7.9	4.4	1.1
92	6	20.7	7.8	4.2	0.9
93	5	30.2	12.2	5.6	3.2
94	10	23.2	8.3	3.6	1.4
95	10	28.1	11.5	5.5	3.3
96	3	20.6	7.6	4.1	1.4
97	3	16.9	7.6	3.2	0.6

Anexo 10. Matriz de correlacion simple canto de Anunciamiento *E.unistrigatus*

	Duracion Canto	N°. llamadas	Frecuencia Dominante	Frecuencia Fundamental	Frecuencia Minima	Frecuencia Maxima	Maximo de amplitud	LRC	AnC	ALC	Peso
Duracion Canto	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Numero de llamadas	0.1661	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tiempo en el maximo de amplitud	0.9429	0.1338	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Frecuencia Dominante	-0.0822	-0.1116	1	*	*	*	*	*	*	*	*
Frecuencia Fundamental	-0.0601	-0.0402	0.4003	1	*	*	*	*	*	*	*
Frecuencia Minima	-0.0768	-0.1195	0.996	0.3807	1	*	*	*	*	*	*
Frecuencia Maxima	-0.0558	-0.1367	0.8641	0.2826	0.8808	1	*	*	*	*	*
Maximo de amplitud	-0.0136	0.0882	0.005	-0.0117	0.0085	0.0229	1	*	*	*	*
LRC (Longitud Rostro Cloaca)	-0.0171	0.0916	0.0544	0.1271	0.0474	0.0648	0.0009	1	*	*	*
AnC (Ancho de la Cabeza)	0.0283	0.1379	0.0793	0.101	0.0711	0.0856	-0.0519	0.9123	1	*	*
ALC (Alto de la Cabeza)	-0.0351	0.1499	0.037	0.0898	0.0324	0.0615	-0.084	0.8806	0.9143	1	*
Peso (gms)	-0.1103	-0.0053	0.0906	0.0377	0.0874	0.0919	-0.0419	0.835	0.8009	0.762	1

Anexo 11. Analisis acustico del canto de anuncio de *E. unistrigatus*

Ind N	Duracion Canto	Numero de llamadas	Maximo de amplitud	Frecuencia Dominante	Frecuencia Fundamental	Frecuencia Minima	Frecuencia Maxima
1	1.5	6	2.1	2497.9	1248.9	2497.9	2727.5
2	1.8	16	0.3	2530.2	1265.1	2530.2	2691.7
3	1.1	4	2.0	2584.0	1292.0	2584.0	2885.4
4	1.1	4	4.7	3488.4	1744.2	3488.4	3574.5
5	1.3	5	2.0	2584.0	1292.0	2584.0	2825.2
6	1.3	5	3.9	2721.8	1360.9	2721.8	2859.6
7	1.3	5	3.9	2411.7	1205.9	2411.7	2515.1
8	1.6	5	11.7	2584.0	1292.0	2584.0	2825.2
9	0.8	3	13.0	2584.0	1292.0	2584.0	2756.3
10	1.5	5	11.0	2515.1	1257.5	2515.1	2687.3
11	1.8	5	11.0	2584.0	1292.0	2584.0	2756.3
12	1.5	5	11.4	2480.6	1240.3	2480.6	2756.3
13	1.3	4	11.6	2411.7	1205.9	2411.7	2540.9
14	0.8	3	11.5	2411.7	1205.9	2411.7	2411.7
15	1.8	6	6.5	2584.0	1292.0	2584.0	2785.0
16	1.5	6	7.1	2641.4	1320.7	2641.4	2698.8
17	1.2	5	8.2	2584.0	1292.0	2584.0	2756.3
18	1.7	6	10.5	2584.0	1292.0	2584.0	2727.5
19	1.3	5	3.4	2618.4	1309.2	2618.4	2790.7
20	1.6	6	2.2	2584.0	1292.0	2584.0	2813.7
21	1.6	6	2.3	2584.0	1292.0	2584.0	2813.7
22	1.7	6	2.2	2584.0	1292.0	2584.0	2871.1
23	2	7	3.5	2731.6	1365.8	2731.6	2928.5
24	1.4	5	2.2	2549.5	1274.8	2549.5	2859.6
25	1.3	5	2.1	2584.0	1292.0	2584.0	2894.1
26	1.3	5	0.4	2584.0	1292.0	2584.0	2859.6
27	1.5	5	0.3	2584.0	1292.0	2584.0	2618.4
28	2	6	0.4	2555.3	1277.6	2555.3	2899.8
29	1.5	5	4.1	2756.3	1378.1	2756.3	2894.1
30	1.6	6	5.7	2641.4	1320.7	2641.4	2871.1
31	1.5	5	4.1	2721.8	1360.9	2721.8	2859.6
32	1.3	5	4.8	2657.8	1328.9	2657.8	2953.1
33	1.5	5	0.4	2515.1	1257.5	2515.1	2515.1
34	1	4	0.4	2540.9	1270.5	2540.9	2627.1
35	3.6	15	3.6	2503.6	1251.8	2503.6	2584.0
36	0.6	3	4.0	2411.7	1205.9	2411.7	2469.1
37	1	4	7.8	2584.0	1292.0	2584.0	2713.2
38	0.7	3	7.5	2584.0	1292.0	2584.0	2584.0
39	1.1	3	14.0	2584.0	1292.0	2584.0	2871.1
40	0.6	3	15.8	2641.4	1320.7	2641.4	2813.7

Ind N	Duracion Canto	Numero de llamadas	Maximo de amplitud	Frecuencia Dominante	Frecuencia Fundamental	Frecuencia Minima	Frecuencia Maxima
41	5.3	9	6.5	2564.8	1282.4	2564.8	2698.8
42	1.3	5	6.7	2721.8	1360.9	2721.8	2790.7
43	1	4	6.1	3057.7	1528.9	3057.7	3230.0
44	4.3	1	6.5	2756.3	1378.1	2756.3	2918.9
45	1.3	4	6.0	2756.3	1378.1	2756.3	2756.3
46	0.7	2	3.3	2411.7	1205.9	2411.7	2584.0
47	1	3	3.7	2411.7	1205.9	2383.0	2469.1
48	1	3	4.5	2584.0	1292.0	2584.0	2641.4
49	2.8	9	9.2	2392.6	1196.3	2392.6	2507.4
50	5.4	13	12.9	2584.0	1292.0	2584.0	2706.2
51	1	4	14.8	2584.0	1292.0	2584.0	2627.1
52	3.6	12	10.4	2526.6	1263.3	2526.6	2598.3
53	2	7	15.0	2584.0	1292.0	2584.0	2731.6
54	7.6	10	13.5	2623.1	1311.6	2623.1	2709.3
55	2.9	9	4.7	2411.7	2411.7	2354.3	2430.9
56	2	13	4.5	2620.9	1310.4	2620.9	2670.1
57	0.7	2	1.1	2584.0	1292.0	2584.0	2670.1
58	3.9	13	5.3	2663.5	1331.7	2663.5	2782.8
59	10.1	35	5.3	2652.9	1326.4	2652.9	2785.8
60	33.9	5	4.7	2641.4	1320.7	2641.4	2756.3
61	5.3	17	3.6	2594.1	1297.1	2594.1	2644.8
62	1.4	5	5.2	2652.9	1326.4	2652.9	2825.2
63	9.6	5	5.3	2622.3	1311.1	2622.3	2794.5
64	26.5	4	5.2	2451.5	1225.7	2451.5	2703.2
65	1.5	6	5.5	2842.4	1421.2	2842.4	2928.5
66	26.2	4	4.9	2573.2	1286.6	2573.2	2659.4
67	1.2	4	8.4	2799.3	1399.7	2799.3	2928.5
68	1	4	4.3	2842.4	2842.4	2842.4	2885.4
69	1	3	1.7	2756.3	1378.1	2756.3	2928.5
70	1.5	3	2.8	2698.8	1349.4	2698.8	2813.7
71	1.1	4	0.0	2756.3	1378.1	2756.3	2756.3
72	1.1	4	0.0	2756.3	1378.1	2756.3	2842.4
73	1.6	5	0.0	2928.5	1464.3	2928.5	2997.4
74	2.2	7	0.0	2780.9	1390.4	2780.9	2903.9
75	2.2	7	0.0	2830.1	1415.0	2830.1	2953.1
76	1.8	4	0.0	2756.3	1378.1	2756.3	2799.3
77	1.6	6	0.1	2957.2	1478.6	2957.2	3014.6
78	1.4	4	0.0	2584.0	1292.0	2584.0	2627.1
79	5.6	6	0.0	2756.3	1378.1	2756.3	2953.1
80	1.5	6	0.0	2806.5	1403.2	2741.9	2813.7
81	2.2	8	0.0	2573.2	1286.6	2519.4	2578.6
82	1.1	4	0.0	2594.8	1297.4	2584.0	2605.5

Ind N	Duracion Canto	Numero de llamadas	Maximo de amplitud	Frecuencia Dominante	Frecuencia Fundamental	Frecuencia Minima	Frecuencia Maxima
83	2.1	7	0.0	2590.1	1295.1	2565.5	2596.3
84	1.6	6	0.0	2497.9	1248.9	2483.5	2519.4
85	1.1	4	0.0	2530.2	1265.1	2508.6	2530.2
86	2.1	7	0.0	2454.8	1227.4	2442.5	2467.1
87	1.5	5	0.0	2549.5	1274.8	2523.7	2601.2
88	1.4	5	0.0	2515.1	1257.5	2480.6	2532.3
89	2.1	6	0.0	2533.7	1266.9	2519.4	2555.3
90	7.9	18	25.7	2456.1	1228.0	2414.3	2487.7
91	3	12	24.0	2418.9	1209.4	2404.5	2429.7
92	19.5	6	39.3	2584.9	1292.5	2569.5	2609.3
93	1.5	5	19.3	2515.1	1257.5	2454.8	2515.1
94	2.3	10	20.0	2625.0	1312.5	2625.0	2775.0
95	3.4	10	35.6	2484.4	1242.2	2437.5	2484.4
96	1.7	3	0.5	2584.0	1292.0	2584.0	2641.4
97	6.6	3	0.6	2584.0	1292.0	2584.0	2584.0

Anexo 12. Patrones de coloracion de *E. unistrigatus*



