

1. Insectos -- Comunicación -- Tesis y disertaciones académicas
2. Insectos -- Investigación -- metodología
3. Ecología -- tesis

Tesis
QL
539.3
C4
P75
2007

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Diseño y validación de una metodología para el estudio de la
Comunicación Vibracional en la especie *Clothoda longicauda*
(Embióptera: Clothodidae)**

Carolina B. Proaño Serrano

**Biblioteca
U.S.F.Q.**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título
de (B.S) Especialización Ecología Aplicada

88007

Quito

Diciembre de 2007

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Diseño y validación de una metodología para el estudio de la
Comunicación Vibracional en la especie *Clothoda longicauda*
(Embióptera: Clothodidae)**

Carolina B. Proaño Serrano

**Stella de la Torre, Phd.
Director de la Tesis
Decano del Colegio
de Ciencias Biológicas y Ambientales**



© Derechos de autor
Carolina B. Proaño Serrano
2008

Resumen

El estudio científico de la comunicación animal es un componente importantísimo para proveer de bases para la interacción social, ecológica y evolutiva de los insectos. En este estudio se desarrolló una metodología práctica para el estudio de la comunicación vibracional de la especie *Clothoda longicauda* del orden Embióptera. Esta metodología se basa en el registro de señales vibratorias con un sensor piezoeléctrico conectado a un amplificador y este a un parlante o posteriormente a una grabadora. Para la validación de la metodología se realizó un sistema de tratamientos que permitió la interacción Residente Vs. Intruso, utilizando variados tipos de intrusos a los domicilios de seda construidos por hembras residentes. De esta manera se promovió la producción de respuestas comunicativas vibratorias. Se detectaron tres tipos diferentes de señales vibratorias, cada una de las cuales tiene características físicas específicas y una función al parecer diferente. Estos resultados son un aporte a la metodología del estudio comportamental de un orden de insectos muy poco estudiado, como lo es el orden Embióptera.

Abstract

The scientific study of animal communication has been an important component in the basis of social interaction, ecology and evolution of insects, including the order Embioptera. In this study I developed a practical methodology for the vibrational communication study of the species *Clothoda longicauda*. For this purpose, the methodology was based on the detection of vibrational signals using a piezo-electric film sensor, connected to an amplifier and to a speaker or a tape recorder. To assure the validation of the methodology, I made a treatment system that would allow an interaction between Residents vs. Intruders, using many different types of intruders walking into adult female silk domiciles. This is how the signal emission would be promoted; I detected three different types of vibrational signals, each of them has different specific physical characteristics and apparently a distinct and interesting function too. This study will provide methodological basis for the vibrational communication research that hasn't been of much developed, especially in Embioptera

Tabla de Contenido

I. Introducción

1. La comunicación vibracional en insectos.

II. Objetivos

III. Justificación

IV. Materiales y Métodos

1. Mantenimiento de colonias en laboratorio y metodología general.
2. Unidad Experimental.
3. Desarrollo de la Metodología.
4. Validación de la Metodología.
 - 4.1 Toma de datos preliminares.
5. Análisis de datos.

V. Resultados

1. Metodología para el estudio de comunicación vibracional en Embióptera.
 - 1.2 Equipos e instalación.
 - 1.3 Sistema de tratamientos experimentales
2. Comunicación Vibracional.
3. Señales vibratoriales detectadas.
4. Relaciones vibratoriales comunicativas y comportamentales.

VI. Discusión

VII. Recomendaciones

VIII. Referencias

IX. Anexos

1. Figuras: 1, 2, 3, 4, 5.

Introducción

El diseño y desarrollo de la metodología es, por obvias razones, un componente crítico para tener éxito en cualquier proyecto de investigación. Si todos los aspectos del diseño experimental no están claramente descritos, los científicos pueden obtener conclusiones erróneas y perder tiempo y recursos valiosos para la investigación (Johnson y Beselssen, 2002). De allí la importancia de desarrollar métodos de estudio antes de realizar cualquier investigación. Esta premisa se aplica también a los estudios de comportamiento animal. En este campo nuevos métodos se desarrollan continuamente para ajustarse a las particularidades de las especies estudiadas (Johnson y Beselssen, 2002).

El orden Embioptera es parte de un grupo de órdenes de insectos llamados Polyneoptera que incluyen al orden Plecoptera, Orthoptera, Dermaptera y Phasmida. Los Embiópteros poseen una distribución primordialmente tropical, aunque algunas especies se encuentran en climas cálidos templados y algunos incluso en elevaciones altas como bosques nublados (Edgerly et al., 2002). Algunos estudios presentan evidencias sobre las características generales de este orden; Embioptera es monofilético y mantiene como características apomórficas su habilidad de tejer seda por medio de sus glándulas protarsales, su comportamiento social primitivo y el dimorfismo sexual dado principalmente por machos alados (Edgerly, 2007). Este orden es uno de los menos estudiados tanto filogenética como comportamentalmente, debido quizá a su naturaleza mimética en los bosques (Edgerly, 2007). Aun se conoce muy poco de su taxonomía, filogenia e historia natural; algunas de las pocas especies descritas incluyen a *Clothoda longicauda*, una especie de la que solo se sabe que construye domicilios de seda crípticos (Edgerly et al., 2002), y que posee uno de los mayores tamaños comparado con otras especies de este grupo de insectos (Cruz, 2007), haciendo que esta especie sea llamativa para el estudio del comportamiento, debido a una mayor facilidad de observación y detección.

La comunicación vibracional es extensa en la interacción social y ecológica de los insectos. Se estima que la mayoría de especies de insectos utilizan algún tipo de

comunicación vibracional, y que el 92% de las mismas utilizan solo este tipo de comunicación o en combinación con otro tipo de señales de comunicación, siendo estas estimaciones muy conservadoras (Cocroft, 2005) (**Fig. 1**). Las señales vibratoriales difieren en gran medida de las señales auditivas, teniendo comúnmente frecuencias muy bajas y tonos puros que pueden combinarse con la utilización de elementos acústicos. El sustrato más utilizado por insectos para transmitir señales vibratoriales son las plantas, sin embargo la utilización de capas de seda como sustrato comunicacional también ha sido reportada aunque no ha sido muy estudiada (Cocroft, 2005).

Las especies que poseen percepción vibracional, incluyendo muchos insectos y arañas, han desarrollado mecanismos para discernir esta información directamente desde un sustrato (Cocroft et al., 2000). Estas especies no solo monitorean las vibraciones para detectar predadores o presas, sino que también producen vibraciones en las estructuras para comunicarse con otros individuos (Cocroft et al., 2000).

Una de las razones de la mayoritaria utilización de este tipo de comunicación es que posee una ventaja sobre la comunicación auditiva, las vibraciones del sustrato dan la impresión de ser producidas por un animal de mayor tamaño (Cocroft et al., 2000). Las señales vibratoriales producidas por insectos usan tonos puros o series armónicas que pueden cambiar de frecuencia, dando a las señales una cualidad melódica en el espectro visual (Cocroft et al., 2000). La comunicación vibracional ocurre en ambientes complejos que contienen ruido ambiental de viento, lluvia, señales de varios individuos, especies, predadores y parasitoides susceptibles a vibraciones; de esta manera las frecuencias (tonos puros y largos) que se destaquen de entre las otras señales de ruido ambiental, son las favorecidas (Cocroft et al., 2000).

Debido a nuestra capacidad visual y auditiva y a nuestra débil percepción vibracional, solo muy recientemente los humanos hemos desarrollado métodos para obtener información sobre las vibraciones que se producen en nuestro alrededor (Cocroft, 2005). En los últimos 30 años, sofisticadas tecnologías como los geófonos, utilizados para escuchar pisadas de enemigos en Vietnam, han permitido a los científicos responder preguntas sobre cómo los animales emiten y reciben señales. Ahora sabemos que las señales vibratoriales a partir de un sustrato, son enviadas en una variedad de contextos a lo largo de la taxonomía animal (Markl, 1983) y podemos detectar y medir estas

señales con equipos muy sensibles. Como no estamos muy familiarizados con este tipo de comunicación, somos muy poco capaces de imaginarnos como es vivir en un mundo vibratorio (Gogala, 1985).

En ambientes complejos como cortezas, suelo u hojarasca, es probable que más de un tipo de onda, especialmente ondas longitudinales y radiales, sean relevantes para la comunicación vibracional (Cocroft et al., 2000).

Se cree que los Embiópteros pueden ser capaces de utilizar la comunicación vibracional, por su similitud con otras especies de insectos que sí lo hacen (Cocroft, 2005) (Fig.1). La utilización de capas de seda como sustrato en la transmisión de vibraciones, extremadamente probable en este grupo dadas sus características, es desconocida, así también como cualquier otro tipo de comunicación en este orden de insectos. En este contexto, en este trabajo se buscó desarrollar un método efectivo para realizar estudios de detección de señales vibratoriales. Este método fue validado con la obtención de algunos resultados preliminares para determinar la presencia de señales vibratoriales, caracterizándolas. De esta manera se pretende aportar con bases para la realización de nuevos estudios dentro de esta área, que contribuyan al entendimiento de las características y evolución de este tipo de comunicación en insectos.

Objetivos

El objetivo principal de esta investigación es contribuir al conocimiento del comportamiento de comunicación en el orden Embioptera, al desarrollar una metodología para el estudio de la comunicación vibracional en la especie *Clothoda longicauda* (Embioptera: Embiididae), validándola con resultados de observaciones de esta especie en laboratorio.

Los objetivos específicos son:

Diseñar el equipo necesario para el estudio.

Definir los tiempos necesarios de observación.

Definir los tipos de variables a ser medidas y la metodología de medición.

Evaluar si *C. longicauda* posee comunicación vibracional.

Presentar recomendaciones para futuros estudios en este campo.

Métodos

El estudio fue realizado desde Febrero del 2007 hasta Octubre del 2007, en el Laboratorio de Ecología y Comportamiento de la Universidad San Francisco de Quito, en donde se mantienen en un medio controlado colonias de diez especies de Embíidos, incluyendo a la especie de estudio. La población de *C. longicauda* fue colectada en Septiembre del 2006 en la provincia de Napo y consiste en dos colonias de aproximadamente 10 individuos adultos hembras y varias ninfas. Debido a la fluctuación entre mortalidad de individuos y crecimiento de ninfas, es difícil obtener un número exacto de individuos en una colonia.

1. Cría de colonias en laboratorio.

Se criaron colonias de *Clothoda longicauda* en el Laboratorio de Ecología y Comportamiento (LEC) de la USFQ durante un año entre Septiembre 2006 y Septiembre 2007. Las colonias crecieron en contenedores plásticos de 1 litro de capacidad, con cortezas de madera en su interior. Los insectos fueron alimentados con lechuga romana orgánica, su hábitat fue humedecido por medio de un aspergeador cada dos días (Fig. 5).

Las colonias fueron monitoreadas cada semana, para mantener un registro del estado de la seda, los individuos observados y los individuos muertos. También se llevó a cabo un registro de los machos adultos, que fueron colectados luego de la primera semana de su aparición para posteriores análisis taxonómicos. La temperatura fue controlada con un calentador eléctrico y se mantuvo entre 25 y 30 grados centígrados.

2. Unidad Experimental

Se escogieron cinco individuos hembra de *Clothoda longicauda* para este estudio; debido a que ésta es una de las especies de mayor tamaño comparado con otras especies del orden Embióptera (Cruz, 2007), debido a ello se pensó que sus vibraciones podrían ser detectadas con facilidad.

3. Desarrollo de la Metodología

- Para la realización de la metodología se llevo a cabo una investigación previa de bibliografía sobre estudios referentes a comunicación vibracional en insectos, revisando el tipo de equipos utilizados para este propósito. Así también se hicieron consultas a algunos científicos expertos en el tema, que pudieran aportar con ideas para desarrollar un método adecuado para la detección de señales vibratoriales tan sutiles como las emitidas a través de la seda de los Embídidos.
- Posteriormente se hicieron varios experimentos preliminares con materiales asequibles, incluyendo un sistema de detección visual de vibraciones que consistió en colocar un pedazo de vidrio muy liviano sobre la seda, y apuntar el mismo con una luz láser que sería reflejada a varios metros, amplificando de esta manera el movimiento vibracional que pudiera ocurrir. A pesar de ser un sistema potencialmente efectivo, no lo fue en este caso por la organización de capas de seda de las colonias de Embídidos, que hacían imposible detectar por este medio la vibración en las capas inferiores donde estaban los animales, permitiendo coleccionar datos únicamente de las capas superiores donde los animales solo se encuentran esporádicamente.
- Luego de algunas pruebas se seleccionó el equipo adecuado para este estudio, el cual fue lo suficientemente sensible para la detección de vibraciones tenues y consistió en un sensor piezoeléctrico, que permite la transmisión de la presión vibracional a ondas de percepción auditiva, conectado a un amplificador y este a un parlante o posteriormente a una grabadora. El voltaje de un sensor piezoeléctrico es proporcional a la deformación mecánica impuesta en el mismo, traduciendo el voltaje de las vibraciones a sonido, que puede ser detectado por un parlante. Para este estudio se utilizó un sensor piezoeléctrico de marca

SensorSelect® de las series DT (<http://www.meas-spec.com/myMeas/sensors/filmElements.asp>, 2007)

- Con base en observaciones realizadas en el LEC en estudios sobre otros tipos de comportamiento en el orden Embióptera, se pensó que los individuos, al vivir en grupos estarían expuestos a una cantidad considerable de señales vibracionales ambientales y propias de la colonia, como movimientos de individuos, especies intrusas, de viento o lluvia. De esta manera, se planteó la posibilidad de manipular este contexto y separar a los individuos experimentales, aislándolos de señales externas y controlando las mismas mediante la incorporación de cuatro estímulos diferentes o tratamientos, esperando obtener respuestas directamente relacionadas con estas condiciones.

4. Validación de la metodología

Toma de datos preliminares

Una vez desarrollada la metodología, se realizaron grabaciones de cuatro individuos hembra de *Clothoda longicauda* (debido a problemas de edad de las colonias estudiadas, no se pudo aumentar el tamaño de la muestra, pues la mayoría de individuos de esta especie se encontraron en estado de ninfas cuando se hicieron las observaciones). Cada hembra fue colocada en un contenedor con su tapa, en este contenedor se colocó con anterioridad el sensor (ver Resultados). Después de que una hembra era ubicada, se esperó hasta que ésta tejiera su seda sobre el sensor en cantidad suficiente para meterse dentro y establecerse en su domicilio. Una vez que la hembra estuvo establecida, se conectó el sensor al amplificador y el mismo a la grabadora. Las observaciones para cada tratamiento tuvieron una duración de 30 minutos, y fueron realizadas a la misma hora (entre las 19h00 y 21h00).

Análisis de datos

Se analizaron las grabaciones con el programa de sonido Audacity 1.2 (Free Software Foundation), amplificando en una magnitud de 5 decibeles, todas las frecuencias

analizadas, para lograr una mejor visualización de las ondas de presión de cada señal obtenida en los tratamientos, mediante el uso de espectros de amplitud. Para cada observación se midió tanto en el espectro de onda como en el de amplitud, la amplitud (dB), el pico de frecuencia (Hz) con mayor amplitud, el número de pulsos (o vibraciones) por bout (se consideró como bout a una serie de vibraciones separadas por no más de 0.05 s), y la duración de cada bout / seg. (Fig. 2).

De las variables obtenidas, se realizó un análisis de estadística descriptiva y un test de ANOVA (StatView 4.0) para cada variable física, con los tres tipos de señal como factor para determinar si existían diferencias significativas en la estructura física entre las señales. Adicionalmente, se hicieron ANOVAs multifactoriales con tratamientos e individuos como factores para evaluar si existían diferencias en la estructura física de una misma señal, dependiendo del tratamiento y/o del individuo. Debido al bajo número de individuos estudiados no fue posible realizar un ANOVA de medida repetidas para evaluar los efectos de los tratamientos sobre la estructura de las señales. También se realizó una tabla de contingencia con un test de Ji cuadrado para determinar si el número de señales de cada tipo variaba entre los tratamientos.

RESULTADOS

Metodología para el estudio de la comunicación vibracional en Embióptera

Equipo

- Se utilizó un sensor piezoeléctrico SensorSelect® de las series DT, que es un sistema de detección simple y lo suficientemente sensible para la detección de este tipo de señales, el cual genera una electricidad de carga momentánea (voltaje) cuando es perturbado.
- Amplificador de marca Power Pack K&K con un rango de frecuencia de 10-30,000 Hz, un mega Ohm de información entrante y 3 K Ohm de información saliente.
- Grabadora Marantz modelo PMD-222 (normal tape 40Hz-12.5kHz) y cassettes cromados Maxell.

- Contenedores plásticos con tapa.
- Tela tipo malla de 20cm x 20cm de tamaño.

Instalación del equipo

Para la obtención de señales vibratorias se instaló el sensor piezoeléctrico en la parte trasera de la malla, asegurando el mismo con cinta adhesiva. Se colocó esta instalación en un contenedor plástico de un litro de capacidad, con una tapa que permitió el paso de aire, dejando la tela a un nivel medio del contenedor, de tal manera que sea propensa a vibrar bajo estímulos. Una vez que se instaló el equipo se colocó a una hembra en el contenedor y se esperó hasta que ésta tejiera su seda en cantidad suficiente para meterse dentro y establecerse en su domicilio. Cuando la hembra estuvo establecida, el sensor se conectó al amplificador, en el cual se ecualizó el nivel de los bajos, lo que permitió tener la máxima amplitud, sin distorsión de cada señal y permitió también uniformizar las señales antes de su análisis. El amplificador fue conectado a la grabadora que tenía un cassette listo para iniciar una grabación (Fig. 5)

Tratamientos experimentales

Se realizaron cuatro tratamientos para cada individuo; estos tratamientos incluyeron una variación entre residentes e intrusos:

Tratamiento	Residente	Intruso
1	<i>Clothoda longicauda</i> hembra	<i>Clothoda longicauda</i> hembra
2	<i>Clothoda longicauda</i> hembra	<i>Clothoda longicauda</i> macho
3	<i>Clothoda longicauda</i> hembra	Hembra de otra especie (<i>Gibeocercus napoe</i>)
4	<i>Clothoda longicauda</i> hembra	Estímulo artificial externo (movimiento de seda con un pincel fino)

Para cada tratamiento se colocó al intruso dentro del contenedor plástico, en el que se encontraba ya establecido el residente y se procedió a tapar el mismo y realizar la

observación por un tiempo de 30 minutos. Los tratamientos fueron aplicados en distinto orden para cada sujeto de estudio. El orden de presentación de los tratamientos fue determinado al azar, para evitar resultados coincidentes a un mismo orden de intrusos.

Comunicación vibracional en *C. longicauda*

Se encontraron tres tipos de señales diferentes en características espectrales y auditivas. La primera señal fue denominada “Alarma”, por ser particularmente marcada en el espectro y auditivamente fuerte; la hembra que emite esta señal realiza un movimiento hacia adelante y atrás muy evidente y rápido. La segunda señal se la denominó “Correr Atrás” porque el individuo emisor realiza un movimiento muy rápido en reversa, haciendo que esta señal sea muy marcada en el espectro pero muy corta en duración. La tercera señal es “Levantar Seda”; la emisión de esta señal es visualmente notoria porque la hembra alza con su cabeza la capa de seda emitiendo una vibración que se puede observar en el espectro siendo corta pero sostenida (**Fig. 2**).

En las observaciones de los distintos tratamientos identifiqué tres tipos de señales vibracionales que denominé de acuerdo a su contexto y características espectrales: (1) Alarma, (2) Corre Atrás, (3) Levantar Seda. Al analizar las variables físicas de las llamadas, encontré diferencias significativas entre los tres tipos de señales en la amplitud, el pico de frecuencia y el número de pulsos por bout. Así, la amplitud promedio para la señal de Alarma fue de -18 dB (± 1.541) para Correr Atrás fue de -25 dB (± 1.056), y para Levantar Seda fue de -33 dB (± 1.472) (F:2,291=44; gl=2; P=0.0009). (**Fig. 3**). El pico de frecuencia promedio para la señal de Alarma fue de 771.8 Hz (± 46.1), para la señal de Correr Atrás fue de 626.3 Hz (± 17.5) y para la señal Levantar Seda fue de 378 Hz (± 14.2). (F:13.999=44; gl=2; P<0,0001) (**Fig. 3**). El promedio de pulsos por bout (serie) para la señal de Alarma fue de 3.451 p/b (± 0.135), para la señal de Correr Atrás fue de 1.719 p/b (± 0.055) y para la señal de Levantar Seda fue de 1.476 p/b (± 0.049) (F:48,729=44; gl=2; P<0.0001) (**Fig. 3**). No encontré diferencias significativas en la duración de las señales. La duración promedio de la señal de Alarma fue de 0.267 ms (± 0.018). La duración promedio de Correr Atrás fue de

0.139 ms (\pm 0.007) y la duración promedio de Levantar Seda fue de 0.226 ms (\pm 0.043) ($F_{0.966}=44$; $gl=2$; $P=0.3884$) (**Fig 3**).

Podemos concluir entonces, que la señal de Alarma posee el mayor número de pulsos por bout de sonido, los cuales son muy marcados y visibles en el espectro de onda. También posee los mayores valores promedio tanto de Duración, Pico de frecuencia como de Amplitud. La señal Corre Atrás posee menor número de pulsos y estos no muy marcados. Muestra valores promedio intermedios entre las tres señales de las variables físicas Duración, Pico y Amplitud. Finalmente la señal Levantar Seda presenta pulsos de menor intensidad pero de mayor duración. Por lo tanto, los tres tipos de señales encontradas poseen características físicas que permiten diferenciarlas entre sí.

Se encontraron diferencias significativas en el número de señales de cada tipo emitidas entre tratamientos (Ji cuadrado: 32.950 $gl=6$ $P>0001$) (**Fig.3**). Para los tratamientos 1 y 2, con individuos intrusos de la misma especie se observó un mayor número de señales del tipo “Corre Atrás” (CA) y “Levantar Seda” (LS), con un número total de 40 y 90 señales detectadas, de un total de 280 señales. En los tratamientos 3 y 4 la señal LS es predominante, con 40 y 50 señales respectivamente, de un total de 202 señales. Para los cuatro tratamientos la señal de “Alarma” (A) se mantuvo entre 10 y 15 señales por tratamiento, de un gran total de 482 señales, siendo esta (A) la señal que se produjo en menor cantidad (**Fig. 4**).

No encontré interacciones significativas entre variables físicas, los tratamientos y los individuos lo cual sugiere que la estructura física de las señales se conserva entre los individuos y entre los distintos tratamientos.

Discusión

La metodología desarrollada para el estudio de la comunicación vibracional en Embíidos demostró ser eficiente en la detección de señales vibracionales. Si bien el sensor piezoeléctrico no es muy utilizado en el caso de tratarse de señales ultrasensibles

(Cocroft, 2005), la correcta instalación y su funcionamiento resultó ser de gran ayuda para la detección de señales básicas y el posterior estudio de comunicación en Embíidos.

Las señales encontradas presentaron características físicas que permite diferenciarlas entre sí. Este resultado, sumado al hecho de que encontré diferencias significativas en el número de señales de cada tipo emitidas en cada tratamiento, sugiere que los tres distintos tipos de señal emitidas por *C. longicauda* podrían tener una función particular y específica relacionada con la defensa contra predadores, interacciones intra e interespecíficas, etc.

En un estudio realizado por Edgerly (2002), se propone que los Embíidos, al vivir en grupos, reducen el riesgo ante predadores, mostrando respuestas defensivas más fuertes en caso de que un intruso entre a una zona específica o “refugio” dentro del domicilio de seda. En mi estudio pude corroborar esta información, al mostrar que la señal de Alarma es emitida como respuesta altamente defensiva, provocando en el individuo intruso una respuesta muy notoria de retirada o en otros casos de inmovilidad por un momento. Esta señal posee los valores más altos de amplitud, pulsos por bout, y pico de frecuencia. De ahí que en todos los tratamientos fue la señal con menor número de veces en ser detectada, posiblemente por una relación con el gasto energético que implicaría emitir esta señal.

La señal Correr Atrás se emitió con mayor frecuencia en los tratamientos 1 y 2 en los que el intruso era un individuo de la misma especie tanto hembra como macho. Esto sugiere la posibilidad de que esta señal es más utilizada en interacciones intraespecíficas y podrían incluir interacciones reproductivas.

La señal Levantar Seda fue predominante en el tratamiento 3, en el cual los individuos intrusos fueron de otra especie, lo cual podría estar indicando que esta señal es emitida a manera de advertencia hacia un posible intruso. Por ser la señal con menores valores tanto en Amplitud, Duración, Pico y Pulsos por Bout, podemos inferir que la producción de esta señal requiere de poca energía. Si la comparamos con la señal de Alarma que tiene los mayores valores, podemos también inferir que el gasto energético alto de esta segunda señal tiene relación con su menor tasa de emisión.

La manipulación realizada en la amplificación de las señales analizadas, permitió poder tomar las medidas de las variables mas fácilmente, sin embargo las variables de amplitud total y del pico de frecuencia con mayor amplitud, presentan valores aumentados al valor real.

Debido a problemas con el tamaño de la muestra, no se pudo hacer un test de medidas repetidas, para obtener resultados apropiados sobre el efecto de los tratamientos en la estructura física de las señales para los distintos individuos. Como alternativa realizamos un análisis preliminar, con ANOVAs multifactoriales para evaluar el grado de interacción entre los individuos y los tratamientos, asumiendo que una interacción significativa apuntaría a diferencias entre los individuos en la estructura de las señales emitidas en cada tratamiento. Al no encontrar interacciones significativas, podemos asumir, al menos preliminarmente que la estructura física de las señales es bastante conservada entre individuos y tratamientos.

Estos resultados son una evidencia preliminar de la existencia de comunicación vibracional en *C. longicauda* y, posiblemente, en todas las especies de embíidos. Es de gran importancia que para próximos estudios se realicen los experimentos con una muestra de mayor tamaño para obtener resultados más confiables. Por otro lado, se requiere realizar estudios que se centren en las respuestas comunicativas entre emisor y receptor. Para ello sugiero la utilización de equipos más sensibles como un Vibrométero láser ó un Acelerómetro, que permiten medir la velocidad de movimientos vibratoriales más leves, a través de la seda como substrato (Cocroft, 2005). También es recomendable tomar en cuenta que este tipo de estudios de experimentación en laboratorio, generan un nivel de estrés considerable en las especies, por ello sugiero tratar de minimizar las alteraciones evitando la manipulación constante a un mismo individuo.

Referencias

- Cocroft, R.B. Rodríguez R.L. 2005. The Behavioral Ecology of Insect Vibrational Communication. *American Institute of Biological Science*. 55: 4
- Cruz, S.M. 2007. Patrones comportamentales de la construcción de domicilios de seda de dos especies de Embíidos (Embioptera) tropicales: *Clothoda longicauda*, críptica, y *Gibocercus napoe*, no-críptica. Laboratorio de Ecología y Comportamiento Animal, Universidad San Francisco de Quito.
- Edgerly, J.S.1987. Colony composition and some costs and benefits of facultatively comunal behavior in Trinidadian webspinner (Embiidina: Clothodidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 80: 29-34.
- Edgerly, J. S. 1988. Maternal behaviour of a webspinner (Order Embiidina): mother-nymph associations. *Ecological Entomology*. 13: 263-272.
- Edgerly, J. S. 1997. Life Beneath Silk Walls: A Review of the Primitively Social Embiidina. Chapter in *The Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids*, (Eds. J. Choe and B. Crespi). Cambridge University Press.
- Edgerly, J. S., J. A. Davilla, and N. Schoenfeld. 2002. Silk spinning behavior and domicile construction in webspinners. *Journal of Insect Behavior*. 15: 219-242.
- Edgerly, J., S. Lichens, Sun, and Fire, A Search for an Embiid-Environment Connection in Australia (Order Embiidina: Australembiidae and Botoligototmidae). *Environmental Entomology*. vol. 33(4): 907-920.
- Edgerly, J.S.J.A., Davila y N., Schoenfeld. Silo spinning behaviour and domicile construction in webspinners. *Insect Behaviour*. Vol.15, No.2. 2002.
- Gogala, M. 1985. Vibrational communication in insects (biophysical and behavioural aspects). En K. Kalmring and N. Elsner (eds.), *Acoustic and vibrational communication in insects*, pp. 117-126. Paul Parey, Berlin.
- Johnson, P.D., y Besselsen, D.G., 2002. Practical Aspects of Experimental Design in Animal Research. *ILAR Journal* vol. 43(4) 202-206. http://dels.nas.edu/ilar_n/ilarjournal/43_4/v4304Johnson.shtml.

Markl, H. 1983. Vibrational communication. En F. Huber and H. Markl (eds.), *Neuroethology and behavioral physiology*, pp. 332–353. Springer-Verlag, Berlin.

Página de especificaciones técnicas. <http://www.meas-spec.com/myMeas/sensors/filmElements.asp>, última modificación, 2

FIGURAS

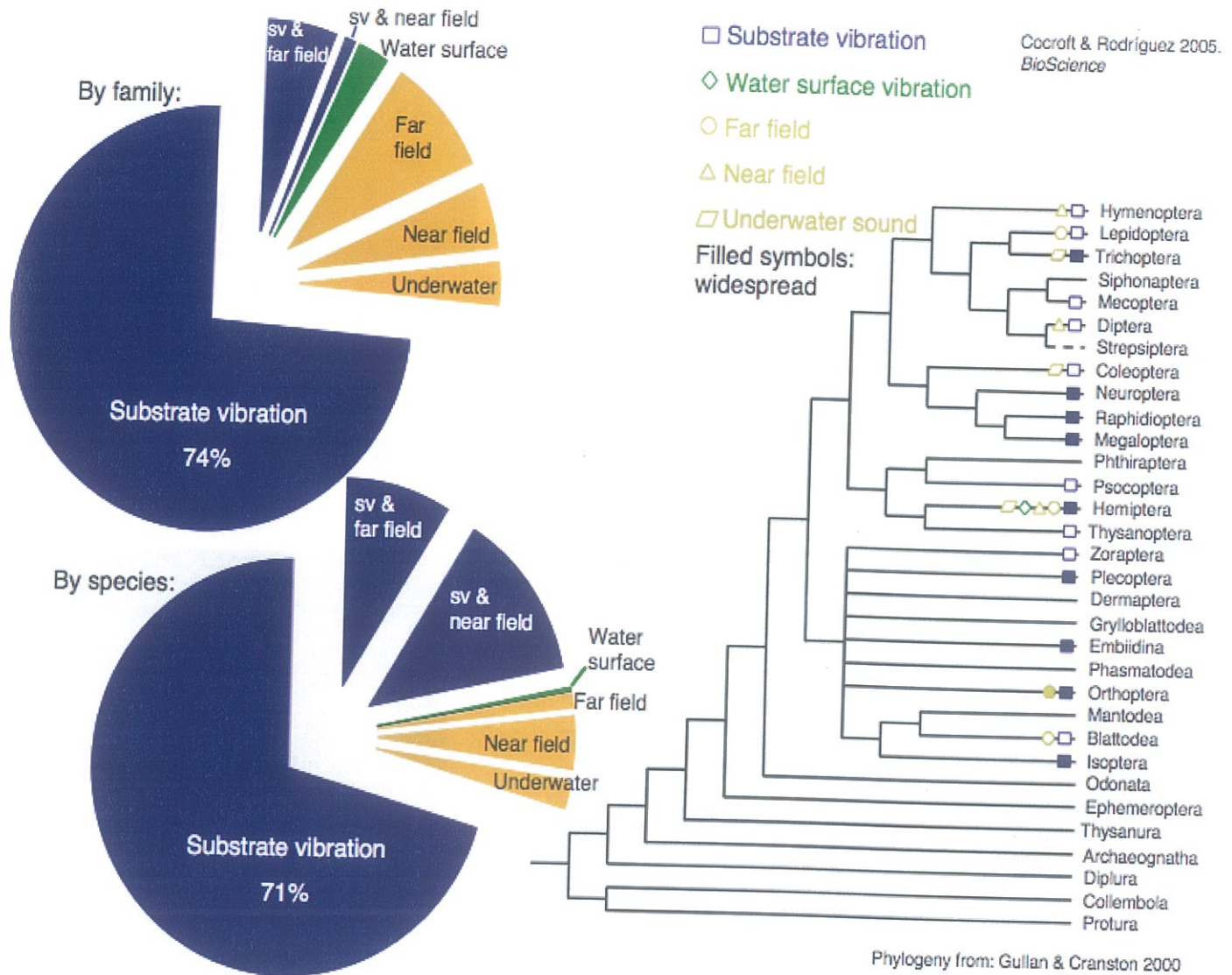
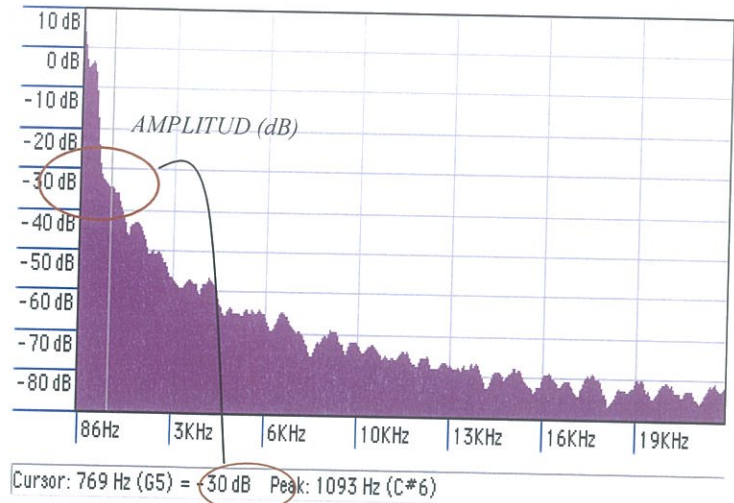
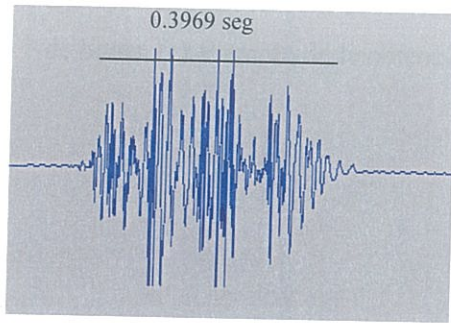


Figura 1. Esquema sobre la dominancia de producción de señales comunicativas entre insectos que usan la comunicación vibracional, divididos por familia y especie, indicando la presencia del grupo Embidina dentro de esta clasificación (Cocroft, 2005).

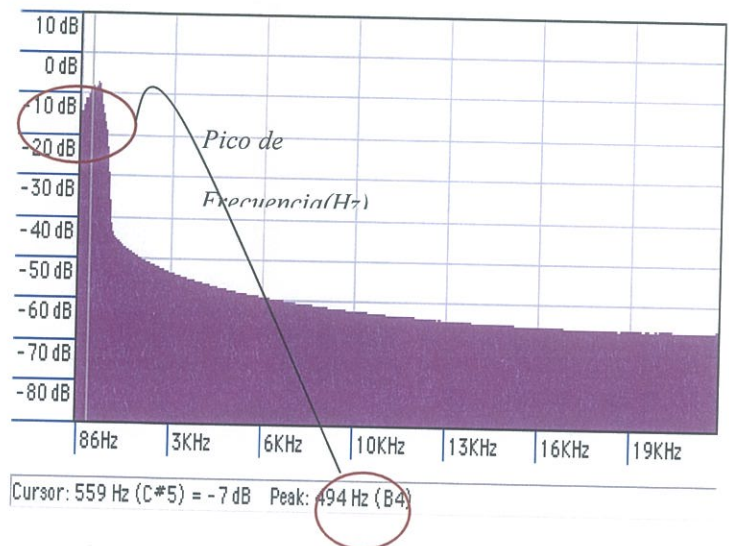
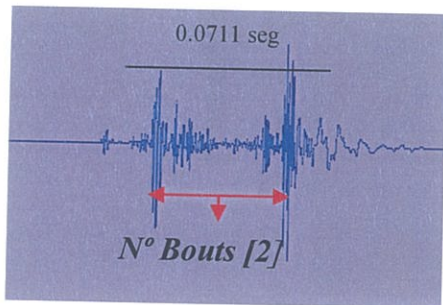
a.

Señal "ALARMA"



b.

Señal "Corre Atrás"



c.

Señal "Levanta Seda"

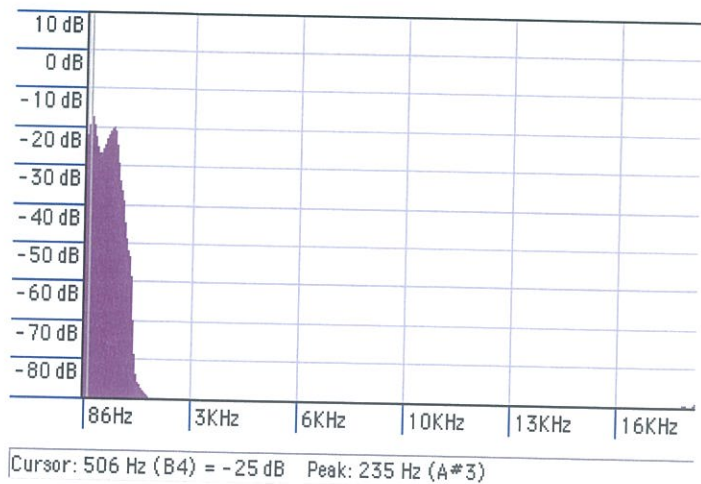
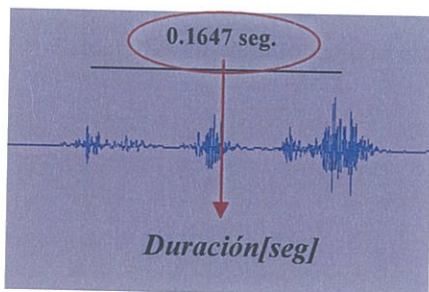


Figura 2. Espectro de onda comparado con el espectro de amplitud de las distintas señales vibracionales emitidas por una hembra *Clothoda longicauda*, ante la presencia de un intruso en su domicilio de seda. (a) Ejemplo de la obtención de la variable Amplitud medida en decibeles. (b) Ejemplo de la obtención de la variable pico de frecuencia medida en Hertz, y la variable Número de bouts. (c) Ejemplo de la obtención de la medida de Duración medida en segundos.

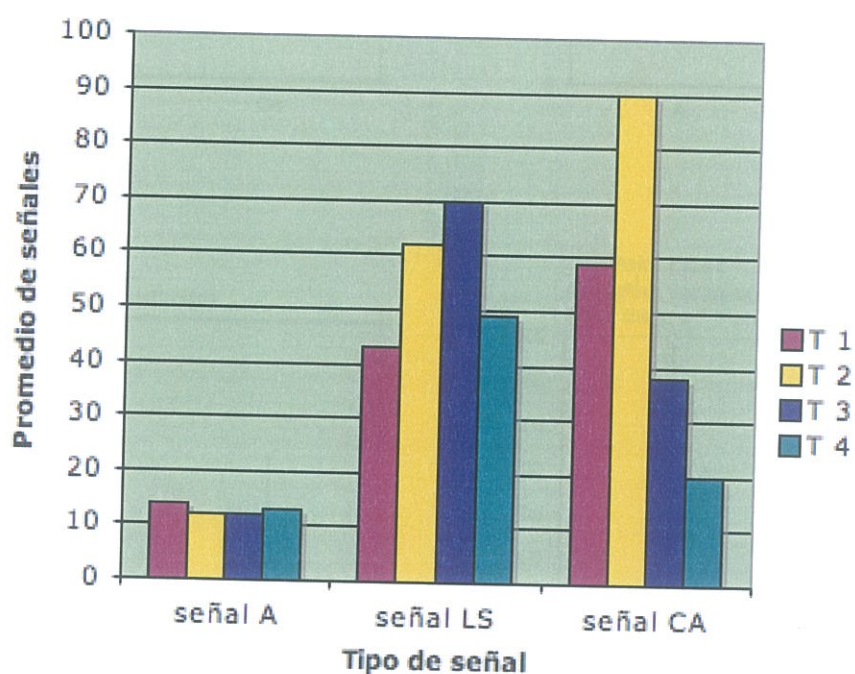


Figura 3. Gráfico de las diferencias del número total de señales detectadas entre los cuatro tratamientos aplicados. Los valores se obtuvieron del promedio del número total de señales detectadas en cada individuo estudiado para los cuatro tratamientos.

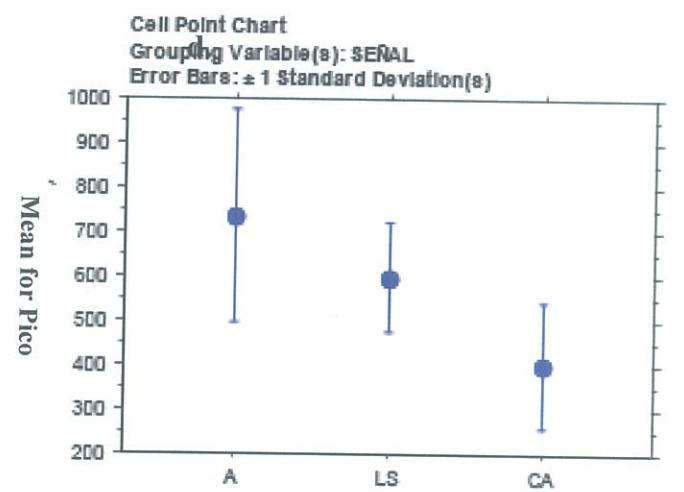
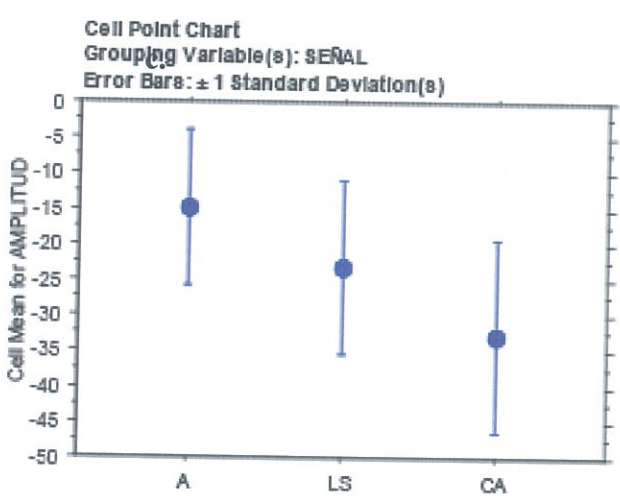
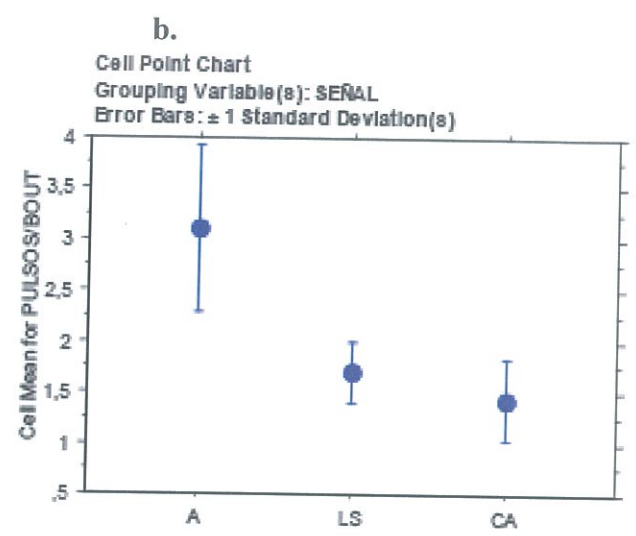
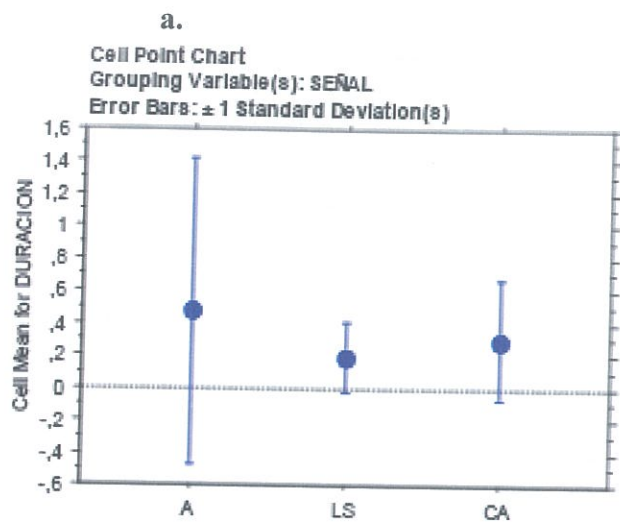


Figura 4. (a) Promedio de la duración de cada señal ± 1 DE. (b) Promedio de Pulsos/Bout por señal ± 1 DE. (c) Promedio de Señal-Amplitud ± 1 DE. (d) Promedio de Pico de frecuencia con mayor amplitud ± 1 DE.

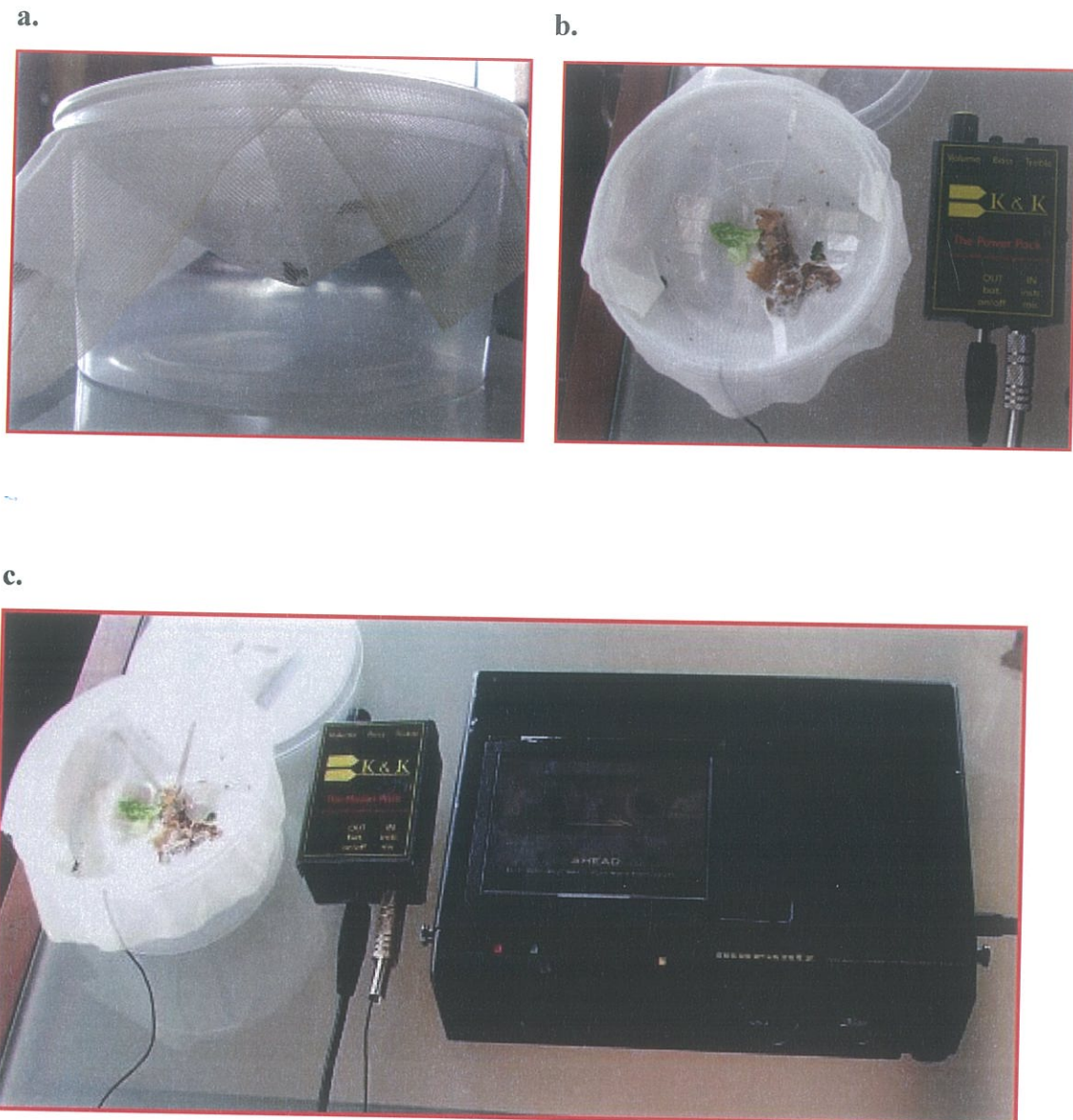


Figura 5. Fotografía de los materiales y el equipo en uso. (a) contenedor plástico con la malla en el nivel apropiado. (b) Sensor piezo-electrico adherido a la malla por la parte posterior y conectado al amplificador (se muestra un domicilio de seda con corteza adherida, construido sobre el sensor). (c) Instalación del equipo completo: Contenedor plástico, amplificador (Power Pack K&K) y Grabadora Marantz modelo PMD-222 (normal tape 40Hz-12.5kHz)

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE
Myrtis fanny (TROCHILIDAE) EN EL VALLE DE GUAYLLABAMBA**

KARINA NEUMANN WRAY

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ecología
Aplicada

Quito
Mayo de 2008

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE
***Myrtis fanny* (TROCHILIDAE) EN EL VALLE DE GUAYLLABAMBA**

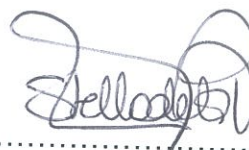
KARINA NEUMANN WRAY

Stella de la Torre
Directora de la Tesis



.....

Stella de la Torre
Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales



.....

Quito
Mayo de 2008

© Derechos de autor
Karina Neumann Wray
2008

RESUMEN

En el año 2004 se inició este estudio de *Myrtis fanny* en la Hacienda La Victoria (valle de Guayllabamba) con el objetivo buscar información acerca del comportamiento reproductivo de esta especie. Se identificó por medio de audición y visión los lugares más frecuentados por este colibrí para luego buscar nidos; se encontraron 15 en total, de los cuales solamente uno estaba activo (con huevos). De los 15 nidos, 13 estuvieron contruidos sobre arbustos de *Dodonea viscosa* sugiriendo así una preferencia para la construcción de nidos. El nido activo fue observado por 91 días y las observaciones fueron divididas en 3 fases: nido con huevos (fase 1) la cual duró 7 días, alimentación y desarrollo de pichones dentro del nido (fase 2) la cual duró 28 días, y pichones fuera del nido (fase 3) la que duró 46 días. El tiempo invertido en la alimentación fue mayor en la fase 3 (4.83 min/hora) ($ds=1.55$, $n=24$) que en la fase 2 (1.97 min/hora) ($ds=1.14$, $n=40$). No existió una influencia directa del clima (temperatura y mm de lluvia) sobre el tiempo de permanencia de la hembra en el nido, tan solo se registró una tendencia a que ésta visitara más el nido cuando estaba lloviendo ($r=-0.648$, $p=0.0589$, $n=9$). Este estudio preliminar servirá a futuro para una investigación más grande y representativa que contribuirá a la conservación de esta especie y de sus hábitats.

ABSTRACT

The study of the reproductive behavior of *Myrtis fanny* began in 2004 in Hacienda La Victoria (Guayllabamba valley). The most visited areas by this species were identified through visual and acoustic cues to locate the nests. Of 15 nest found, 13 were built on bushes of *Dodonea viscosa*, suggesting a preference for this plant in nest building. The active nest was observed during a period of 91 days divided in 3 periods: nest with eggs (stage 1: 7days), feeding and development of the hatchlings (stage 2: 28 days) and hatchlings outside the nest (stage 3: 46 days). The time invested feeding was higher in stage 3 (4.83 min/hour) ($ds=1.55$, $n=24$) than in stage 2 (1.97min/hour) ($ds=1.14$, $n=40$). There was no influence of the weather conditions (temperature and rainfall) on the time the female spent inside the nest, however a trend to visit the nest more while it was raining was recorded ($r=-0.648$, $p=0.0589$, $n=9$). This study is a basis for a future more complete research that should contribute to the conservation of the species and of its habitats.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	iv
Abstract	v
Tabla de contenido	vi
Lista de Figuras	vii
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
3. Justificación	4
4. Área de Estudio	4
5. Métodos	5
6. Materiales	9
7. Resultados	9
7.1 Descripción de los nidos de <i>Myrtis fanny</i>	9
7.2 Desarrollo de los pichones	10
7.3 Incubación y cuidado de los pichones	12
7.4 Alimentación	14
8. Discusión	15
8.1 Características de los nidos de <i>Myrtis fanny</i>	15
8.2 Desarrollo de los pichones	17
8.3 Incubación y cuidado de los pichones	18
8.4 Alimentación	19
9. Recomendaciones	21
10. Bibliografía	22
11. Tablas y Figuras	24
12. Anexos	35
Anexo 1: Lista de colibríes amenazados en el Ecuador	35
Anexo 2: Registros de temperatura y lluvia en la zona de estudio	35

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla 1: Diámetro y altura de los nidos encontrados
- Tabla 2: Frecuencia de visitas a las flores por parte de la hembra
- Tabla 3: Frecuencia de visitas a las flores por parte de los pichones
- Figura 1: Mapa de distribución de *Myrtis fanny* en Ecuador
- Figura 2: Fotos del macho y la hembra *Myrtis fanny*
- Figura 3: Mapa de la zona del valle de Guayllabamba
- Figura 4: Mapa de la Hacienda La Victoria
- Figura 5: Mapa del área de estudio donde se indican los nidos
- Figura 6: Diámetro y altura promedio de los nidos de *Myrtis fanny*
- Figura 7: Crecimiento de los pichones
- Figura 8: Tiempo promedio de visitas durante la incubación y durante el desarrollo y alimentación de los pichones dentro del nido
- Figura 9: Tiempo invertido en el cuidado a los huevos y a los pichones en el nido
- Figura 10: Actividades de la hembra durante la mañana y la tarde en las 3 fases
- Figura 11: Frecuencia de visitas a las distintas flores por parte de la hembra
- Figura 12: Tiempo promedio invertido por la hembra para alimentar a los pichones
- Figura 13: Frecuencia de visitas a las distintas flores por parte de los pichones

INTRODUCCIÓN

Los colibríes pertenecen a la familia Trochilidae y se caracterizan por su pequeño tamaño corporal y su gran homogeneidad anatómica, fisiológica y comportamental (Ortiz, 2003). Actualmente se conocen cerca de 320 especies de colibríes las cuales alcanzan su mayor diversidad en el noroeste de Suramérica. En Ecuador, se han registrado 130 especies, muchas de ellas en los Andes (Ridgely y Greenfield, 2006). Actualmente hay 11 especies de colibríes en el Ecuador que se encuentran bajo un grado de amenaza en la lista roja de aves debido a la alteración en su hábitat en su gran mayoría (UICN, 2007) (Anexo 1).

Los colibríes han evolucionado para ocupar un nicho ecológico que no ha sido explotado por ningún otro grupo de aves. Las ventajas que obtienen de sus habilidades en el vuelo les han permitido capitalizar el abundante néctar que está presente en las flores. La competencia por el néctar la tienen con algunos insectos como abejas, sin embargo las flores también han evolucionado y muestran varias adaptaciones destinadas a atraer colibríes y a repeler a los insectos (Cleave, 1990).

Entre las especies de colibríes que encontramos en el Ecuador se encuentra *Myrtis fanny* (Lesson, 1838), conocida como Estrellita Gargantillada o Purple-collared Woodstar, perteneciente a la subfamilia Trochilinae. Se encuentra distribuida en los Andes, desde el norte del Ecuador hasta el suroeste del Perú, principalmente desde los 1400 a 2600m (Ridgely y Greenfield, 2006). En el Ecuador su distribución varía de rara a regularmente común en los valles áridos intermontanos de la sierra y va desde el sur de Carchi (en el valle del río Mira) hacia el norte de Pichincha (en los valles secos y calientes hacia el norte y noreste), y desde el sur de Tungurahua atravesando Loja (Fig. 1). Se encuentra principalmente donde hay disponibilidad de matorrales bajos, jardines y áreas agrícolas. Existen también registros de pocos individuos desde el este de la cordillera de los Andes, principalmente en el sur de Ecuador (por ejemplo en Zamora y Sabanilla en Zamora Chinchipe) y aparentemente una población

residente fue encontrada en 1996 en el valle alto árido del río Pastaza, cerca de Baños (Hilty y Brown, 1986).

El macho de esta especie mide aproximadamente 7cm, es verdebronceado por encima con un parchecito blanco a los lados del dorso extendiéndose hacia los flancos inferiores. La gorguera es azul aguamarina centellante con reborde rosado violeta; la parte inferior es blanquinosa con teñido verde en los flancos. La cola es larga y ahorquillada verdebronceada (Ridgely y Greenfield, 2006). La hembra mide 6.5cm y se parece al macho por encima. Por debajo tiene un antebrazo pálido, con algo de blanco en el vientre central, la cola es más corta con laterales negras con prominente punta blanca (Ridgely y Greenfield, 2006). En la Figura 2 se pueden apreciar fotos del macho y de la hembra de esta especie.

El valle de Guayllabamba es uno de los lugares en donde se encuentra distribuida esta especie de colibrí (Fig. 3). En este valle existe una interesante composición de especies ya que algunas especies de bosques húmedos de estratificación también se encuentran en estos bosques relativamente más secos y coexisten con aves más típicas de valles áridos. Se asume que la diversidad de especies es superior a lo que se conoce hasta hoy (BirdLife Internacional, 2006). Sin embargo, no se conocen proyectos específicos de investigación biológica en el área de Guayllabamba, y tampoco ésta ha recibido atención de los agentes de conservación por tratarse fundamentalmente de una zona de uso humano. El nivel de alteración de la vegetación natural en este valle es muy alto; prácticamente se han deforestado todas las áreas de fácil acceso, dejando la poca vegetación remanente restringida a quebradas y terrenos muy pendientes. La expansión de la frontera agrícola y urbana amenazan con degradar aún más la vegetación en el valle, donde incluso ya se nota un fuerte nivel de erosión del suelo (BirdLife Internacional, 2006).

En el año 2004, BirdLife Internacional (Ekstrom y Butchart, 2004 en Birdlife Internacional, 2004) realizó una evaluación en la que se determinó que la especie *Myrtis fanny* tiene un rango de distribución con una estimación global de ocurrencia de 260000km². El tamaño de la población global no ha sido

cuantificado, pero se cree que es grande ya que se le describe como frecuente (Stotz et al. 1996 en Birdlife Internacional, 2004). La tendencia de la población mundial tampoco ha sido cuantificada, pero se cree que no es una especie que alcance el umbral para el criterio de declinación que tiene la Lista Roja de la IUCN; por ejemplo más del 30% de declinación en 10 años o en tres generaciones. Por este motivo, en el año 2004 esta especie fue considerada como en Bajo Riesgo (BirdLife Internacional, 2004). En este mismo año (2004), se inició el presente estudio de *Myrtis fanny* en la Hacienda La Victoria de Guayllabamba, propiedad que tiene algunas hectáreas destinadas a la conservación de especies animales y vegetales.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento, en términos ecológicos, del comportamiento reproductivo de esta especie en el valle seco de Guayllabamba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar si *Myrtis fanny* es una especie selectiva para la construcción de nidos (en términos de hábitat) y si existe un patrón común en cuanto a la forma, tamaño y material usado en el mismo.
2. Estimar los tiempos de desarrollo de los pichones.
3. Establecer los principales patrones de comportamiento de la hembra durante el cuidado de los huevos y de los pichones.
4. Analizar si existe diferencia en el comportamiento de la hembra durante la incubación, nacimiento de los pichones y salida del nido de los mismos.
5. Establecer si existe influencia del clima sobre su comportamiento reproductivo durante estas etapas.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la alteración y fragmentación de las áreas naturales donde los colibríes habitan, muchas especies están amenazadas o en peligro de extinción (Collar et al. 1994 en Ortiz, 2003). El valle de Guayllabamba ha sido alterado casi en su totalidad y debido a la ubicación del valle cercana a Quito y a la influencia del río, existe actividad agrícola intensa y varias poblaciones, algunas de ellas con un crecimiento urbano considerable (Santander et al. 2004). A pesar de que los dueños de la Hacienda La Victoria han destinado zonas para la conservación vegetal y animal, el crecimiento agrícola, florícola y ganadero dentro de la misma es una realidad y ha causado que la mayoría del bosque seco y sus especies queden relegadas a las quebradas o a terrenos pendientes (obs. pers.).

Con los antecedentes mencionados anteriormente, no es difícil pensar que en algún momento las poblaciones de *Myrtis fanny* y de muchas otras especies existentes en el valle de Guayllabamba declinen e incluso desaparezcan de la zona. No existen estudios realizados respecto al comportamiento de esta especie, por lo que este estudio preliminar permitirá tener información sobre su comportamiento reproductivo, selección de hábitat y comportamiento alimenticio, con el fin de tener una base importante para futuras acciones de conservación a favor de la especie y su hábitat.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el valle de Guayllabamba, a 2100m.s.n.m, en la Hacienda La Victoria (Fig. 4). Esta es una hacienda agrícola que posee un pequeño remanente de vegetación natural (matorral seco montano) rodeado de zonas agrícolas y de viviendas. Parte del remanente de matorral seco se encuentra en estado secundario y se localiza en un terreno de poca pendiente, y otra parte en terrenos más pendientes. Su dosel no sobrepasa los 2-5m y la cobertura vegetal en general es baja. Son característicos del área los árboles de *Acacia* spp. llenos de epifitas (al menos 6 especies del género *Tillandsia*) y

musgos, además de cactus (*Opuntia* spp.) y pencos (*Agave* sp.). En algunos casos los árboles soportan tal cantidad de epifitas que sus ramas caen y crean claros naturales que rápidamente se regeneran (Santander et al. 2004). Las temperaturas en el valle oscilan entre los 8 y 22° C, con un promedio de precipitación anual de 600mm (Estación Meteorológica Guayllabamba, 2004).

La zona está sometida a una fuerte presión por el intenso uso agrícola del valle de Guayllabamba en general, lo cual hace que los incendios de la vegetación natural, los desechos agrícolas y domésticos o los impactos de pastoreo de ganado sean amenazas serias. En la hacienda se realizan actividades agropastoriles, florícolas y también existe un área dedicada al cultivo de bromelias nativas para exportación. Además hay zonas que se están manteniendo intactas con el objetivo de conservación y atractivo turístico.

El área del estudio abarcó un total de dos hectáreas aproximadamente (Fig. 5), de las cuales 100m² aproximadamente correspondieron al área de observación del nido activo, y el resto, al lugar en donde se encontraron los nidos inactivos (ver resultados). Entre las especies vegetales se encuentran tunas (*Opuntia ficus-indica*), achupallas (*Puya* sp), bromelias (*Tillandsia fraseri*), campanas (*Phaedranassa tunguraguae*), tusillas (*Opuntia pubescens*), pitahayas (*Cleistocactus sepium*) y sábilas (*Aloe vera*). En el área había también un bebedero artificial lleno de agua con azúcar.

MÉTODOS

El estudio de campo se realizó desde el 23/11/04 hasta el 21/02/05 y requirió de un esfuerzo aproximado de 73 horas/hombre. Para iniciar el estudio, se localizaron las áreas en las que esta especie de colibrí era común por medio de visión y audición. Una vez ubicadas, se inició con la búsqueda de nidos (activos e inactivos), la misma que duró una semana. Durante este tiempo se observó a un individuo de esta especie para empezar a establecer las variables a ser observadas durante el estudio (Krebs y Davies, 1993). En esta etapa, también se describieron el hábitat y las características de los nidos incluyendo la

identificación de las plantas sobre las cuales se encontraban los nidos, los materiales de los cuales estaban contruidos y la determinación de su actividad (nidos activos con huevos o pichones vs. nidos inactivos o vacíos) y de la altura a la que se encontraba el nido desde el nivel del suelo.

Una vez encontrado el nido activo (01/12/04) y establecidas las variables de estudio, se inició con la observación del mismo. El punto de observación se encontraba a 15m de distancia al nido. El tiempo de observación del nido y de los pichones fue de casi 3 meses, iniciando el 2 de diciembre de 2004 y finalizando el 21 de febrero de 2005, contabilizando un total de 29 días efectivos de observación.

Las observaciones fueron divididas en tres etapas:

1. Nido con huevos hasta que los huevos eclosionaron (01/12/04 al 07/12/04) con un total de 7 días de observación en esta etapa (9 horas).
2. Alimentación y desarrollo de los pichones dentro del nido (08/12/04 al 05/01/05), con un total de 28 días de observación en esta etapa (40 horas).
3. Pichones fuera del nido siendo alimentados por la madre (06/01/05 al 21/02/05), con un total de 46 días de observación (24 horas).

Las observaciones se hicieron de tal manera que se abarcó todas las horas de actividad de la hembra y de los pichones; desde las 6:00 de la mañana hasta las 18:30 de la tarde (si un día se observó de 6:00 a 8:00 de la mañana, al día siguiente se observó de 8:00 en adelante, cubriendo así de forma balanceada todas las horas de actividad). En promedio, cada observación tuvo una duración de 2 horas. Durante las observaciones se registró la frecuencia y duración (medidas en minutos) de cada uno de los comportamientos (eventos) realizados por la hembra durante las 3 etapas para el desarrollo de los huevos y pichones.

Durante la época de incubación, los huevos fueron medidos (largo y ancho) con un calibrador una sola vez sin ser sacados del nido. Lo mismo se hizo con los pichones dentro del nido a diferencia de que éstos fueron medidos por cuatro

ocasiones hasta que salieron del nido; las medidas fueron tomadas desde la punta del pico hasta la punta de las plumas de la cola. Una vez que los polluelos salieron del nido, no se los volvió a medir.

Los comportamientos que se tomaron en cuenta para las observaciones fueron los siguientes:

- Etapa del cuidado de huevos hasta su eclosión:
 - o Número de salidas de la hembra del nido
 - o Tiempo en el que la hembra pasaba dentro vs. fuera del nido
 - o Mantenimiento del nido: la frecuencia y el tiempo que la hembra invirtió en arreglar el nido trayendo o acomodando líquenes en el mismo.
 - o Acicalamiento: frecuencia y tiempo que la hembra ocupó en limpiarse el pico o arreglar su plumaje mientras estaba en el nido o cerca de este.
 - o Alimentación: frecuencia que la hembra se alimentó por hora de observación.

- Etapa de desarrollo de pichones:
 - o Número de entradas de la hembra al nido.
 - o Número de veces que la hembra se acercó al nido para alimentar a los pichones.
 - o Tiempo que cuidó de los pichones (sentada sobre ellos vs. tiempo que estuvo fuera del nido).
 - o Tiempo de alimentación de la madre.

- Etapa de los pichones fuera del nido:
 - o Tiempo y número de veces que la hembra alimentó a los polluelos

Para evaluar el efecto del clima sobre el comportamiento de la hembra se analizaron los registros de temperatura (C°) y lluvia (mm) existentes en la estación meteorológica de la Hacienda (perteneciente al INAHMI), teniendo en cuenta las fechas en las que se realizaron las observaciones del nido. Las

variables climáticas se registraron a las 6:00, 13:00 y 18:00. El registro de la temperatura para realizar los análisis estadísticos fue tomado dependiendo de la hora a la que se hizo la observación del nido o de los pichones. En cambio para la lluvia, se tomaron los mm totales del día en el caso de que hubiera llovido.

Se registraron los nombres de las flores de las que se alimentaba la hembra y la frecuencia de visitas para tener información sobre su dieta durante cada uno de los períodos de observación. Cabe mencionar que se registraron las flores que se encontraban en el rango de alcance de la observadora. Para tener más datos sobre sus preferencias alimenticias, se realizaron caminatas por el área donde se encontraba la especie para así tomar datos de alimentación de otros individuos.

En el análisis estadístico se usó el programa Stat View, para realizar pruebas de Mann Whitney y de Kruskal Wallis comparando los tiempos de los comportamientos de la hembra entre las tres fases de reproducción definidas en este estudio. Además se realizaron correlaciones de Pearson entre las variables climáticas y los tiempos de comportamiento de la madre respecto al cuidado de huevos y pichones en las diferentes fases (fase de incubación, fase de alimentación de pichones dentro del nido y fase de alimentación de pichones fuera del nido). El valor de n en los resultados estadísticos representa el número total de eventos registrados durante todas las horas de observación en cada una de las etapas mencionadas anteriormente.

También se separaron los datos de las actividades de la hembra durante la mañana (06:00 a 12:00) y durante la tarde (13:00 a 18:30) para analizar los datos independientemente y ver si existían diferencias significativas entre estas etapas.

Es importante mencionar que las horas de observaciones durante cada una de las etapas se realizaron dependiendo del tiempo disponible de la observadora: en la etapa 1 se observaron 6 horas en la mañana y 3 horas en la tarde (9 horas totales), en la etapa 2 se observaron 16 horas en la mañana y 24 horas en la tarde (40 horas totales) y en la etapa 3 se observaron 17 horas en la

mañana y 7 horas en la tarde (24 horas totales).

MATERIALES

Se utilizaron binoculares (Swarovski SLC 10x42 WB) para la observación diaria del nido, de los pichones y de la madre, calibrador para medir el tamaño de los pichones y de los nidos, cinta métrica para medir la altura a la que se encontraban los nidos, GPS (Garmin II Plus) para registrar los nidos encontrados en la zona para luego ubicarlos en el mapa. A parte de esto, se usaron cámara de fotos (Pentax Optio mx4) y una cámara de video (Sony DCR-TRV 33 Digital Zoom) para tener un registro físico de los pichones y de la madre durante sus actividades diarias.

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS DE *Myrtis fanny*

Se encontraron 15 nidos en total, de los cuales, 14 estuvieron inactivos y solamente el de observación activo (Fig. 5). La forma del nido corresponde al tipo "copa" o "taza" como la mayoría de las especies de colibríes. Los nidos medían aproximadamente 4cm de diámetro (3.61cm promedio, $ds=0.48$, $n=15$) y la altura de la taza del nido activo fue de 3.5cm aproximadamente. En la Tabla 1 se puede apreciar el diámetro y la altura desde el nivel del suelo a la que se encontraban cada uno de los nidos encontrados para este estudio, mientras que en la Figura 6 se observa el diámetro y la altura promedio (1.47m altura promedio, $ds=0.53$, $n=15$). El diámetro del nido en el que se centró este estudio, fue de 3.08cm y se encontró a una altura de 2.15m desde el nivel del suelo. De los 15 nidos encontrados, 13 (87%) fueron construidos en la misma especie de arbusto conocido como chámamo (*Dodonae viscosa*), mientras que los 2 restantes (13%) fueron construidos en la especie de árbol llamada cholán (*Tecoma stans*). Los nidos estuvieron conformados principalmente por semillas de una especie de tillandsia, específicamente *Tillandsia fraseri*, vegetación característica de la zona. Las paredes del nido de estudio presentaron líquenes, los mismos que fueron recogidos por la hembra durante la etapa de

incubación de los huevos (01/12/04 al 07/12/04). Una vez que los huevos eclosionaron, nunca más fue observada a la hembra recogiendo líquenes o haciendo algún tipo de mantenimiento al nido.

El nido observado estaba localizado en un área formada por bosque secundario; a 10m del nido se encontraba una casa deshabitada usada en ciertas ocasiones para empacar las bromelias de exportación. Debido a esto, el arbusto en donde se encontraba el nido no era parte de un bosque sino que se encontraba aislado, mientras que la zona a la que se trasladaron los pichones al poder volar, fue un bosque cubierto con epífitas y acacias y estaba más alejado de la casa construida.

DESARROLLO DE LOS PICHONES

Los dos huevos fueron medidos al ser encontrados; sus medidas fueron 1,01cm de largo por 0,06cm de ancho respectivamente. Nunca fueron pesados para evitar la manipulación de los mismos por miedo a que sean abandonados por la madre.

Una vez que nacieron los pichones, fueron medidos 1 vez a la semana hasta días antes de que éstos salieran del nido. Las longitudes de cada polluelo se incrementaron durante este tiempo de 2.03cm a 4.07cm, y de 2.00cm a 4.05cm respectivamente (en la Figura 7 se pueden apreciar los valores de crecimiento de cada uno de los pichones). Estas medidas representan el tamaño de cada pichón desde la punta del pico hasta la punta de las plumas de la cola. Una vez que los polluelos salieron del nido, no se los volvió a medir.

Cuando los polluelos nacieron, estaban cubiertos por una especie de plumón de color café oscuro, su pico era amarillo y casi no podían moverse. La única reacción que tenían era erguir la cabeza para alimentarse cuando su madre les tocaba el pico. Al quinto día los pichones tuvieron más control de sus movimientos; ya se vieron sus cabezas cuando la madre iba a alimentarlos, es decir que ya sacaban la cabeza del nido para recibir su alimento. De igual manera se les observó defecando: acercaron la cloaca al filo del nido y expulsaron un excremento de color blanco y líquido. Al noveno día, su pico

había cambiado en su totalidad a color negro, tenían ya plumas más definidas con pequeños puntos amarillos.

Al día 11, las plumas que recubrían su cuerpo eran de color blanco y café claro, las puntas de las alas blancas, la cabeza negra, los ojos abiertos y el pico completamente negro y más grande. Al día 16, se observaron plumas de color verde, sin embargo el color café seguía predominando. El tamaño del cuerpo de los pichones era casi del diámetro del nido, por lo que sus cabezas se encontraban asentadas en el filo. Al día 19 la actividad de los pichones aumentó: aleteaban dentro del nido y empezaron con el acicalamiento. El color verde de las plumas de uno de los pichones era más definido que las del otro. Al día 23, los pichones adoptaron una posición diferente en el nido; si el uno apuntaba con su pico hacia el norte, el otro apuntaba hacia el sur. Un pichón tenía el pecho más café y el otro más blanco. A su vez, las colas de los pichones sobresalieron del nido, las mismas que se mantuvieron así hasta que salieron del nido, 28 días luego de haber eclosionado.

Los polluelos tardaron 28 y 29 días respectivamente en salir del nido (desde que eclosionaron los huevos hasta que salieron del nido). El primer pichón en salir fue el más grande y salió un día antes. Cuando salieron por primera vez del nido, su vuelo no era del todo perfecto y se mantuvieron en unas ramas de un arbusto pequeño durante 3 a 4 días. Estos pequeños arbustos estaban ubicados a 3m de distancia del nido. Los pichones se cambiaban muy poco de ramas y practicaban su vuelo moviendo constantemente las alas además de dar pequeños vuelos entre ramas del mismo arbusto o de arbustos cercanos.

La mayor parte de su tiempo, pasaban parados en las ramas acicalándose y/o realizando vuelos hasta que su madre llegaba a alimentarlos. En una hora de observación, 55.67 minutos en promedio ($ds=1.55$, $n=24$ horas observadas durante esta etapa) eran al acicalamiento, ejercicios de vuelo y descanso (92.3% del tiempo de observación), mientras que el 7.77% del tiempo fue invertido en la alimentación por parte de su madre ($n=24$).

El tiempo de alimentación total de la madre a los polluelos fue de 74 días

(08/12/04 al 19/02/05), desde el día de la eclosión hasta el día que se alimentaron por ellos mismos. Sesenta y cinco de los 74 días (87.83% del total de su alimentación), los pichones dependieron totalmente de la alimentación por parte de la madre. Los nueve días restantes, se alimentaron también por sus propios medios (12.17%).

La flor que más frecuentaron los pichones para este propósito durante 9 días (los días en que ellos buscaron alimentación durante la fase 3), fue la de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) (5 visitas), seguida por la de la tusilla (*Opuntia pubescens*) (4), flor morada (*Althernantera* sp.) (2) y campana (*Phaedranassa tunguraguae*) (1). A partir de los 74 días (dos meses y medio aproximadamente), ya no recibieron alimentación complementaria de su madre.

A partir del quinto día de haber salido del nido, los pichones volaban mucho más y sus cambios entre ramas eran más constantes, sin embargo no se alejaban mucho del lugar inicial (radio: 6m). Ya no se mantuvieron juntos sino que cada uno estaba en un lugar diferente. Cada cierto tiempo se los veía en una especie de persecución entre los dos, tal vez como juego o tal vez como práctica de defender su territorio.

En el vigésimo día desde que salieron del nido (48 días desde que nacieron), los juveniles se encontraban en un área más alejada del nido (radio: 15m). La zona tenía más vegetación y más árboles en los alrededores. En este lugar se mantuvieron hasta que su madre dejó de alimentarlos. Fue posible observar como cada uno de los juveniles tenía un área determinada dentro de esta zona que los dos compartían. En este estado, las persecuciones entre los juveniles fueron mucho más frecuentes que antes y ya no fueron solo entre ellos, sino hacia otros colibríes. Hubo una ocasión en la que un ejemplar de *Colibrí coruscans* se paró en un arbusto cerca del lugar en el que los juveniles estaban y fue sacado por uno de los juveniles. Del mismo modo ocurrió con un ejemplar juvenil de *Myrtis fanny*.

INCUBACIÓN Y CUIDADO DE LOS PICHONES

El número de visitas de la hembra en el nido fue significativamente mayor en la

fase de huevos (fase 1) que cuando nacieron los polluelos (fase 2). En promedio, en la fase 1 la hembra visitó el nido 6 veces en una hora ($ds=2.06$, $n=9$) mientras que en la fase 2 (nido con pichones), el promedio de visitas por hora fue de 2.9 ($ds=1.29$, $n=40$) (Mann Whitney $z=-3.873$, $p<0.0001$, $n_1=9$, $n_2=40$). n representa el número total de horas de observación durante la etapa correspondiente. En la Figura 8 se observa el tiempo promedio invertido en las dos fases mencionadas.

Por otro lado el tiempo que la hembra permaneció dentro del nido fue mayor en la fase 1, pero la diferencia no fue significativa (tiempo promedio de permanencia fase 1= 32.33min/hora , $ds=8.58$, $n=9$; tiempo promedio de permanencia fase 2= 14.05min/hora , $ds=14.80$, $n=40$, Mann Whitney $z=-1.999$, $p=0.2305$, $n_1=9$, $n_2=40$). En la Figura 9 se puede observar esta diferencia.

Para determinar si la temperatura y la lluvia tenían una influencia directa en el tiempo de incubación y en el número de visitas de la madre al nido, se realizaron correlaciones de Pearson durante la primera fase del estudio. Para 3 de los 4 casos analizados, los valores de correlación fueron bajos y no significativos: temperatura vs. tiempo de incubación ($r=0.048$, $p=0.9057$, $n=9$), temperatura vs. número de visitas, ($r=0.241$, $p=0.5472$, $n=9$), mm de lluvia vs. tiempo de incubación ($r=-0.215$, $p=0.5925$, $n=9$). Sin embargo, se observó una correlación medianamente fuerte y casi significativa entre la cantidad de lluvia (en mm) y el número de visitas de la hembra al nido ($r=-0.648$, $p=0.0589$, $n=9$), sugiriendo que existió una tendencia en la hembra a visitar más veces el nido cuando había lluvia en la etapa de incubación de los huevos. En el Anexo 2, se detallan los registros de temperatura y lluvia en la zona de estudio durante los meses de duración del estudio.

Cuando la hembra permanecía en el nido, la mayor parte del tiempo se encontraba inmóvil, aunque esporádicamente se pudo observar que hacía un movimiento con sus patas, posiblemente para cambiar de posición a los huevos. También se observó que cada vez que la hembra regresaba de un receso, adoptaba una posición diferente, es decir que no siempre que se acostaba en el nido su pico apuntaba a la misma dirección; si una vez lo hacía

hacia el norte, la siguiente podía ser hacia el sur o hacia cualquier otro punto cardinal.

Al realizar las comparaciones de la actividad de la hembra durante la mañana (6:00 a 12:00) y la tarde (12:00 a 18:00) en las 3 fases, los análisis mostraron que no existió una diferencia significativa en el tiempo y la frecuencia de comportamientos entre periodos. En la Figura 10 se observa el porcentaje invertido por la madre en cada actividad durante las 3 fases.

ALIMENTACIÓN

Durante el periodo de estudio se vio a la hembra frecuentando flores de tuna (*Opuntia ficus-indica*), flores de achupallas (*Puya* sp.), flores de bromelias (*Tillandsia fraseri*), campanas (*Phaedranassa tunguraguae*), flores de tusillas (*Opuntia pubescens*), flores de pitahayas (*Cleistocactus sepium*), flores de sábila (*Aloe vera*) y un bebedero artificial.

Para analizar el tipo de flor que más frecuentó la hembra durante el desarrollo de los pichones, se registraron las veces que iba a un tipo de flor durante un período de observación (fase 1, 2 o 3), para finalmente hacer una suma total de visitas al término del estudio. Teniendo esto en cuenta, se puede decir que durante la fase 1, la especie de flor que más frecuentó la hembra para alimentarse fue la de la sábila (*Aloe vera*) y la tusilla (*Opuntia pubescens*), mientras que en la fase 2, lo que más frecuentó fue el bebedero artificial (agua y azúcar). En la fase 3 se la vio alimentándose solamente de flores de tuna (*Opuntia ficus-indica*). Uniendo las 3 fases, la más frecuentada fue la flor de tuna (*Opuntia ficus-indica*) y el bebedero artificial, seguido por las flores de sábila (*Aloe vera*). En la Tabla 2 se presenta la cantidad de veces que la hembra frecuentó a cada una de las distintas fuentes de alimentación en cada una de las etapas, mientras que en la Figura 11 se hace un promedio de visitas totales a cada una de las especies de flores durante el tiempo del estudio.

El tiempo invertido por la madre para alimentar a los pichones entre la fases 2 y 3 fue significativamente diferente (Mann Whitney $z=-5.708$, $p<0.0001$, $n_1=40$, $n_2=24$). Realizando un promedio, durante la fase 2 los pichones fueron alimentados 1.97 minutos en una hora ($ds=1.14$, $n=40$), mientras que cuando

salieron del nido (fase 3) el tiempo de alimentación en una hora fue de 4.83 minutos ($ds=1.55$, $n=24$). En la Figura 12 se observa el valor promedio que la hembra invierte en alimentar a los pichones en la fase 2 y 3.

Para analizar la flor que más frecuentaron los pichones para alimentarse, se sumaron las veces que éstos se alimentaron de un tipo de flor durante los 9 días que buscaron alimentación por sus propios medios en la fase 3. La fuente de alimentación más frecuentada fue la de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) (5 visitas), seguida por la flor de tusilla (*Opuntia pubescens*). En la Tabla 3 se puede observar las frecuencias a cada tipo de flor visitada por los pichones durante esta etapa y en la Figura 13 se detalla cuál fue la fuente alimenticia más visitada por los pichones.

DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS DE LOS NIDOS DE *Myrtis fanny*

Encontrar el 87% de los nidos de esta especie de colibrí en la misma especie de arbusto (*Dodonae viscosa*) sugiere que esta especie vegetal es un factor importante para la distribución de *Myrtis fanny*. *Dodonae viscosa* es una planta proveniente de América, distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta Suramérica. Es un arbusto perenne que crece hasta los 3m de altura y crece en bosques que han sufrido algún grado de perturbación (Vibrans, 2006). Sin embargo, este arbusto crece en suelos áridos, aportando a la conservación y recuperación del suelo erosionado (Pedroza et al., 2007). En la zona de estudio la presencia de este arbusto es abundante sugiriendo que pudo haber sufrido cierto tipo de alternación muchos años atrás. Esta especie, además de ayudar en la recuperación del suelo, parece ser un importante factor para la reproducción de *Myrtis fanny*. En las zonas aledañas al estudio donde esta especie de arbusto no estaba presente, no se observaron nidos ni presencia de esta especie de colibrí. Sin embargo, hubo áreas en las que había esta especie de arbusto y tampoco se registró la presencia de los colibríes. Esto puede deberse a que la selección de un hábitat depende de una serie de factores, como patrones de alimentación, de reproducción, predadores, competencia,

entre otros (Drickamer, 1986), y no solamente de la distribución de esta planta.

Dependiendo del tipo de hábitat, vegetación y clima donde se reproduce cada población, la estructura del nido de los colibríes varía. Para este caso, el nido fue de tipo taza o copa y estaba construido con semillas de *Tillandsia frasseri*, especie abundante en esta zona y aparentemente importante para la reproducción de esta especie de colibríes. Cuando los nidos son viejos y han sido abandonados, se puede observar como empiezan a crecer bromelias a partir del nido, esto sugiere que *Myrtis fanny* es un importante agente para la dispersión de esta bromelia.

Los líquenes que recubren las paredes del nido y que son puestos solamente durante la temporada de anidación según las observaciones realizadas, tienen una función higroscópica, (los líquenes son organismos que presentan la tendencia permanente a absorber humedad) aunque es más probable que sirvan para disimular al nido (Ortiz, 2003).

El número de huevos de la puesta en todos los Troquíidos es de dos (Ortiz, 2003), como se confirmó en este estudio. El color de los huevos es de un blanco rosáceo cuando están recién puestos y cambia a un blanco mate conforme avanza el desarrollo (Ortiz, 2003). Cuando los huevos fueron encontrados en este estudio, el color blanco tiraba ya hacia el mate, es decir que estaban a pocos días de eclosionar (7 días después eclosionaron). Los huevos son elipsoidales alargados y simétricos en ambos polos, posiblemente por el hecho de que no corren riesgo de rodar y caer gracias a la forma cóncava del nido (Ortiz, 2003).

El tiempo de incubación de los huevos es normalmente de 15 a 16 días, al cabo de los cuales eclosiona primero el uno y luego el otro, generalmente con un intervalo de 1 día (Ortiz, 2003). Sin embargo, los tiempos de incubación pueden ser variables; Skutch (1973 en Ortiz, 2003) registra un período de 14 días en el Colibrí orejiblanco (*Hylocharis leucotis*) a 22 ó 23 días en el Estrella andina (*Oreotrochilus estella*). Ortiz (1993) registra de 15 a 17 días en Esmeralda coliazul (*Chlorostilbon melanorhynchus*). Para el caso de este

estudio, es difícil dar un número específico de cuánto duró la etapa de incubación ya que el nido fue encontrado cuando los huevos estaban puestos (01/12/04). El séptimo día de observación (07/12/04), el primer huevo eclosionó.

DESARROLLO DE LOS PICHONES

Según un estudio realizado por Skutch (1973 en Ortiz, 2003) en 10 especies de colibríes neotropicales, el tiempo promedio que permanecen los pichones en el nido desde la eclosión, es de 21 a 23 días. Por otro lado, en dos estudios realizados por Ortiz (1995 y 1996 en Ortiz, 2003) en Quito en la especie Esmeralda coliazul (*C. melanorhynchus*), los polluelos salieron del nido a los 27 y 28 días, y 25 y 26 días respectivamente. Para el caso de *Myrtis fanny* en este estudio, el tiempo fue de 28 y 29 días, similar a los tiempos reportados por Ortiz (1995, 1996 en Ortiz, 2003), quien realizó los estudios en las zonas aledañas a Quito.

Los primeros días que los juveniles salen del nido, permanecen posados en las plantas vecinas a las del nido durante 1 o 2 días, dando vuelos cortos y a veces regresando al nido a reposar o a dormir por la noche (Ortiz, 2003). Para poder alimentarlos, la madre tiene la capacidad de recordar el lugar en donde alimentó a los juveniles cada vez y los busca ahí mismo para alimentarlos la siguiente vez (Ortiz, 2003). Durante esta época los polluelos permanecen normalmente en silencio sin embargo cuando tienen hambre emiten piídos o realizan aleteos para orientar a la madre en donde están. Los piídos son más frecuentes cuando ven acercarse a su madre, llamando con más insistencia y a veces saliéndole al encuentro (Ortiz, 2003). En este estudio se pudo observar y grabar los piídos que emitían los polluelos para guiar a su madre a donde ellos se encontraban. Generalmente la hembra se dirigía a donde le dio comida por última vez a uno de los pichones.

Al salir del nido, los polluelos invirtieron la mayor parte del tiempo en actividades de acicalamiento, vuelos cortos entre ramas cercanas hasta perfeccionar su vuelo, búsqueda de flores, persecuciones entre los dos polluelos e incluso a especies distintas que entraron al área que ellos se

encontraban. A penas el 7.7% del tiempo de observación (24 días durante esta etapa), fue invertido para alimentarse (por parte de su madre y/o por sus propios medios).

Luego de que los pichones dejaron de ser alimentados por su madre, abandonaron el área en la cual permanecieron durante ese tiempo y resultó difícil volver a verlos y seguir de cerca sus actividades, más que nada por la dificultad de diferenciarles entre otros individuos de la misma especie.

INCUBACIÓN Y CUIDADO DE LOS PICHONES

En este estudio se determinó que cuando la hembra estuvo en la época de incubación, visitó el nido 6 veces por hora mientras que cuando nacieron los polluelos, las frecuencias de visitas disminuyeron a 2.9 veces por hora, es decir casi a la mitad de veces. En cuanto a la permanencia en el nido, la hembra permaneció 32.33 minutos en promedio durante la etapa de incubación, y 14.05 minutos cuando los polluelos nacieron. En un estudio realizado por Schuchmann (1986 en Ortiz, 2003) en el Ermitaño rojizo (*Phaethornis ruber*), la hembra pasó un promedio de 42 minutos continuos en el nido; este valor decreció poco a poco hasta 9.4 minutos en el octavo día cuando los polluelos ya nacieron, y cesó del todo después. Este tiempo hace referencia al tiempo que la hembra pasaba dentro del nido.

Las diferencias del tiempo en el nido pueden deberse a la importancia de mantener un balance energético adecuado para el desarrollo de los embriones en los huevos. La constancia de la incubación puede ser afectada por una variedad de factores que incluyen requerimientos nutricionales, el tipo de nido, la etapa de incubación y las condiciones climáticas (Skutch 1962, 1976 en Londoño et.al. 2004). De igual manera, los materiales de construcción del nido juegan un papel muy importante en el aislamiento térmico de los huevos y en un mantenimiento prolongado de la temperatura de los huevos por más tiempo cuando el adulto no está dentro del nido (Hansell y Deeming, 2002 en Londoño et.al, 2004).

Según los análisis estadísticos, no existió una influencia directa del clima (lluvia

y temperatura) sobre el tiempo de incubación en este estudio, excepto en el número de veces que la hembra visita el nido cuando está lloviendo. La correlación para este caso fue casi significativa ($r=-0.648$, $p=0.0589$, $n=9$). Esto puede deberse a que la hembra necesitaba que la temperatura de los huevos se mantenga estable para no perderlos y por ello visitaba más veces el nido en días lluviosos. Se pudo observar también acciones para bajar la temperatura cuando el sol era muy fuerte; la hembra se levantaba de los huevos y aleteaba constantemente sus alas descubriendo un poco a los huevos dejando que entre ventilación.

Fue difícil observar lo que realizaba la hembra cada vez que salía del nido ya que la mayor parte del tiempo no se quedaba muy cerca de éste y estaba fuera del alcance de la vista de la observadora. En la fase de incubación se la pudo ver con más facilidad, mientras que en la etapa de desarrollo de pichones la hembra estaba alejada más de 30m del nido aproximadamente. Según Ortiz (2003), el tiempo que la hembra sale del nido es utilizado para alimentarse de néctar e insectos, acicalarse y espulgarse y en buscar material para la decoración de su nido, o para hacerlo más abrigado y mullido. En este caso, la hembra fue también observada defendiendo su nido y su área de alimentación de otra especie de aves, como el orejivioleta brillante (*Colibrí coruscans*) y el mirlo (*Turdus fuscater*).

ALIMENTACIÓN

Según la bibliografía, la comida que reciben los polluelos de colibrí durante los primeros días consta de muchos invertebrados (dípteros, heminópteros, homópteros, arácnidos pequeños) y poco néctar. La proporción de néctar va aumentando conforme los pichones se van acercando a la época en que salen del nido (Ortiz, 2003). En este estudio la hembra fue vista una sola ocasión buscando insectos en los musgos ubicados en los árboles cercanos. Puede ser que la hembra haya buscado insectos fuera del alcance de vista de la observadora o que la observadora no se haya percatado de este comportamiento.

Cuando los polluelos se encontraban en el nido fueron alimentados 1.97

minutos en una hora, mientras que cuando salieron del nido, el tiempo invertido por la madre en alimentar a sus polluelos en una hora, aumentó a 4.83 minutos, es decir casi 3 veces más. Esto puede deberse a que los polluelos requieren de mayor energía para las actividades que realizan fuera del nido, como acicalamiento, aprendizaje de vuelo e incluso volar. Los colibríes se caracterizan por tener un metabolismo muy rápido ya que sus actividades requieren de mucha energía; se sabe que pueden consumir casi la mitad de su peso en alimento en un día y casi 8 veces su peso en agua (Álvarez, 2001 en Rampón, 2003).

En la bibliografía se dice que los polluelos siguen siendo alimentados por su madre por un lapso de una a dos semanas después de dejar el nido (Ortiz, 2003). Según Skutch (1972 en Ortiz, 2003) un juvenil de Ermitaño colibandado (*Threnetes ruckeri*) fue alimentado por su madre hasta 32 días después de haber dejado el nido e incluso un juvenil de Colibrí pechiescamoso (*Phaeochroa cuvierii*) todavía recibía alimento de su madre hasta 65 días después de su primer vuelo. En este caso, los polluelos recibieron alimento 46 días por parte de su madre, de los cuales, los 9 últimos días los pichones también buscaron alimentación por sus propios medios. A partir de los 46 días solo dependieron de la alimentación que ellos conseguían.

De las veces que se vio frecuentar a la madre algún tipo de flor para obtener néctar durante las fases 2 y 3 (polluelos en el nido y polluelos fuera del nido respectivamente), la fuente de alimento más visitada fue un bebedero artificial que se encontraba por los alrededores del nido, seguida por la flor de la sábila (*Aloe vera*) y la tuna (*Opuntia ficus-indica*). La preferencia de la hembra por el bebedero artificial posiblemente se debió a que en él podía encontrar con mayor facilidad el alimento. No todos los días de las observaciones el bebedero tuvo agua azucarada; también se observó que cuando el bebedero era visitado frecuentemente por un Orejivioleta brillante (*Colibrí coruscans*), la hembra de *Myrtis fanny* no visitaba el bebedero.

Cuando los pichones empezaron ya a alimentarse, las flores que más frecuentaron fueron las de tuna (*Opuntia ficus-indica*), seguida por la flores de

tusilla (*Opuntia pubescens*), flores moradas (*Althernantera* sp.) y flores de campana (*Phaedranassa tunguraguae*). Las flores de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y de la tusilla (*Opuntia pubescens*) parecerían ser mucho más llamativas por sus colores amarillos y tomates fuertes, y por su gran tamaño comparado con las flores moradas (*Althernantera* sp.) y las flores de campanas (*Phaedranassa tunguraguae*). Estas flores se encontraban dentro del área que los pichones ocuparon aproximadamente a 20m del nido. Los pichones nunca visitaron el bebedero; tal vez porque se encontraba fuera del área mencionada y nunca lo vieron.

RECOMENDACIONES

Por tratarse solamente de datos colectados de un solo individuo y un solo nido, los resultados no necesariamente son representativos de la población de *Myrtis fanny* en Guayllabamba. Los individuos difieren enormemente en su comportamiento, por eso tomar un promedio de varios individuos dan un cuadro representativo para el comportamiento de la especie (Krebs y Davies, 1993): investigaciones futuras deberán considerar este aspecto y ampliar el número de nidos e individuos observados. En este proyecto, es importante aclarar que se inició con un proceso de observación sin tener un proceso metodológico preciso, por lo que algunos parámetros fueron incorporándose a lo largo del proyecto y otros quedaron fuera por no haber diseñado la metodología adecuada. Otro limitante fue el tiempo disponible de la observadora para coleccionar los datos. A pesar de estos inconvenientes, los datos colectados y los resultados encontrados en este estudio pueden servir de modelo para futuros proyectos sobre el comportamiento reproductivo de esta especie.

BIBLIOGRAFÍA

BirdLife International 2004. Myrtis fanny. En: IUCN 2007. 2007 IUCN Red List of Threatened Species. Obtenido en línea el 20 de noviembre de 2007. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org>

BirdLife Internacional 2006. Fichas de especies para aves migratorias neotropicales en las IBAS: *Valle de Guayllabamba*. Obtenido en línea el 11 de septiembre de 2007. Disponible en: <http://www.birdlife.org>

BirdLife International 2007 *BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation*. Version 2.1. Cambridge, UK: BirdLife International. Obtenido en línea el 11 de septiembre de 2007. Disponible en: <http://www.birdlife.org>

Cleave, A. 1990. Hummingbirds. Dorset Press New York.

Drickamer, L. C., Vessey, S. 1986. Animal Behavior. Wadsworth Publishing Company.

Hilty, S. L. y Brown, W. L. 1986. The Birds of Colombia. Princeton University Press. Princeton. New Jersey

Londoño, G, Saavedra, C, Osorio, D, Martínez, J, 2004. Notas sobre la anidación del Toroi Bigotudo (*Grallaria alleni*) en la cordillera central de Colombia. Fundación EcoAndina / Programa de Colombia de Wildlife Conservation Society. Obtenido en línea el 25 de abril de 2008. Disponible en <http://www.flmnh.ufl.edu/ordwaylab/londono/pdf/Londonoetal2004.pdf>

Krebs, J.R, Davies, N.B. (eds.) 1993. Introduction to Behavioral Ecology. Sinauer Assoc. Inc. Sunderland, MA.

Ortiz, Crespo, F 2003. Los Colibríes. Historia natural de unas aves casi sobrenaturales. Imprenta Mariscal, Ecuador.

Pedroza, J., González, S., Tellez, D. 2006. Revista colombiana de Biotecnología. ISSN 1909. 8758, Vol 9, N. Z, 2007, pag. 33-44. Obtenido en línea el 21 de marzo de 2008. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es>

Rampón, B. 2003. Quinde. Gaez, Artes Gráficas. Madrid, España.

Ridgely, R. S. y Greenfield, P. 2006. Aves del Ecuador Guía de Campo. Fundación de Conservación Jocoto.

Ridgely, R. S. y Greenfield, P. 2001. The Birds of Ecuador. Field Guide. Cornell University.

Santander, T., J.F. Freile, E. Freire, F. Cupuerán, A. Onofa, F. Cuesta 2004. Estado de Conservación de Dos Especies de Colibríes en Peligro Crítico de Extinción *Eriocnemis nigrivestis* y *Eriocnemis godini*. Estudio no publicado.

UICN 2007. 2007 UICN Red List of Threatened Species. Obtenido en línea el 21 de marzo de 2008. Disponible en <http://www.uicn.redlist.org>

Vibrans, H. 2006. Malezas de México. *Dodonea viscosa*. Obtenido el 21 de marzo de 2008. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx>

TABLAS Y FIGURAS

TABLA 1: Diámetro (en cm) y altura (en m) para cada uno de los nidos encontrados.

# NIDO	ALTURA	DIÁMETRO	SP ÁRBOL
1	1.02	4.00	1
*2	2.15	3.08	1
3	1.32	4.00	2
4	2.44	4.01	2
5	1.79	4.00	1
6	1.13	4.03	1
7	1.19	3.07	1
8	0.98	3.07	1
9	1.46	3.08	1
10	1.47	4.00	1
11	2.48	3.03	1
12	0.65	3.08	1
13	1.21	3.05	1
14	1.67	3.07	1
15	1.23	4.00	1

* Indica las medidas encontradas para el nido activo y en el que se basó este estudio.

SP 1: corresponde a la especie *Dodonae viscosa* (chámamo)

SP 2: corresponde a la especie *Tecoma stans* (cholán)

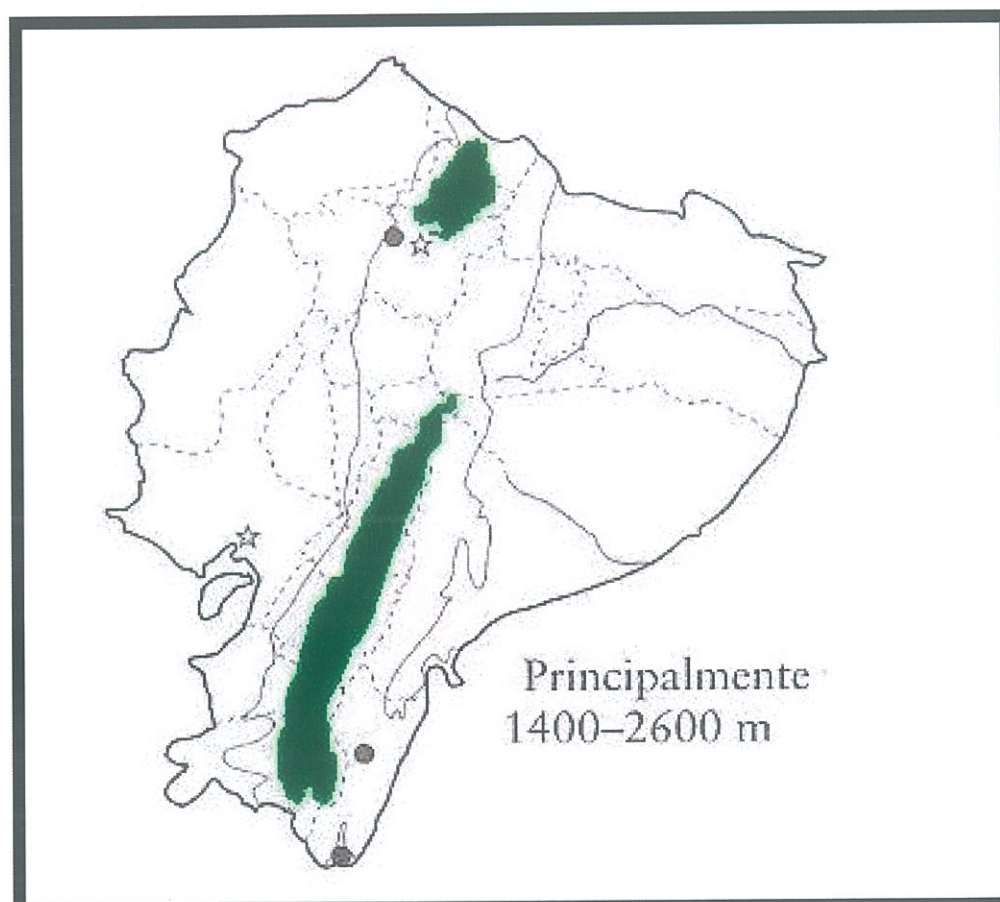
TABLA 2: Fuentes de alimentación de la hembra durante las 3 fases de reproducción en donde se muestra la frecuencia a distintos tipos de flores.

FASE	NOMBRE COMÚN	SPP.	FRECUENCIA
1	Sábila	<i>Aloe vera</i>	6
1	Tusilla	<i>Opuntia pubescens</i>	6
1	Campanas	<i>Phaedranassa tunguraguae</i>	5
1	Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	4
1	Bebedero		2
1	Pitahaya	<i>Cleistocactus sepium</i>	1
2	Bebedero		10
2	Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	4
2	Sábila	<i>Aloe vera</i>	3
3	Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	4

TABLA 3: Fuentes de alimentación de los pichones donde se muestra la frecuencia a distintos tipos de flores durante la fase 3

NOMBRE COMÚN	SPP.	FRECUENCIA
Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	5
Tusilla	<i>Opuntia pubescens</i>	4
Flor morada	<i>Althernantera</i> sp.	2
Campanas	<i>Phaedranassa tunguraguae</i>	1

FIGURA 1: Mapa de distribución de *M. fanny* en el Ecuador



Ridgely y Greenfield 2006

FIGURA 2: Fotos *M. fanny* (macho y hembra)



Ernesto Francini



Ernesto Francini

FIGURA 3: Mapa del Valle de Guayllabamba tomado de www.birdlife.info

FIGURA 4: Mapa de la Hacienda La Victoria (Guayllabamba)



FIGURA 5: Mapa del Área de Estudio con ubicación de los nidos (el nido 2 es el activo)



FIGURA 6: Diámetro y altura promedio de los nidos encontrados

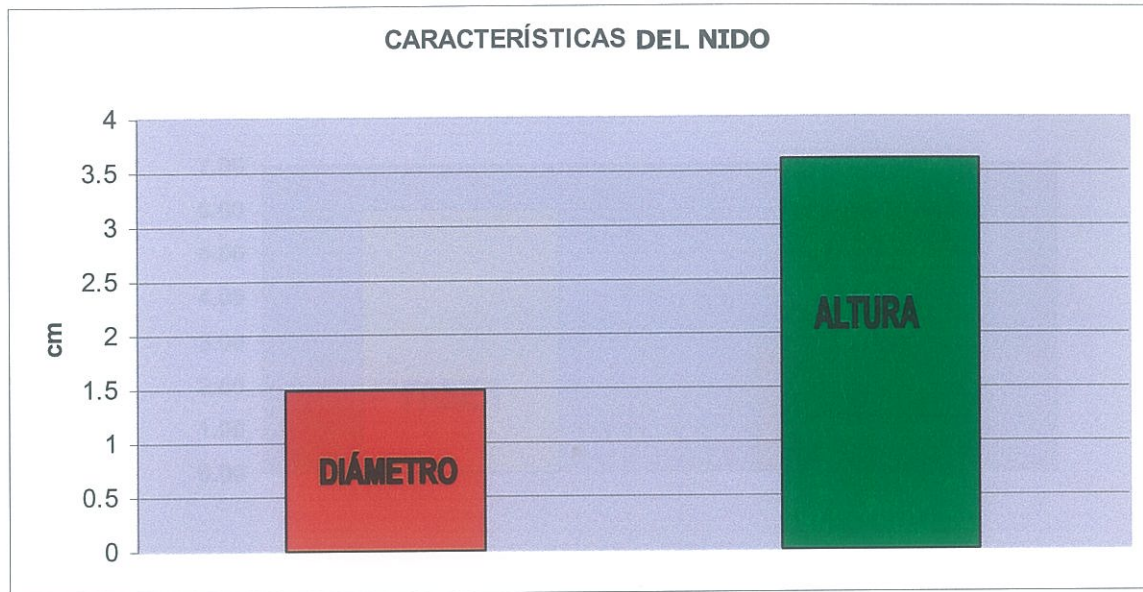


FIGURA 7: Curva de crecimiento de los dos pichones

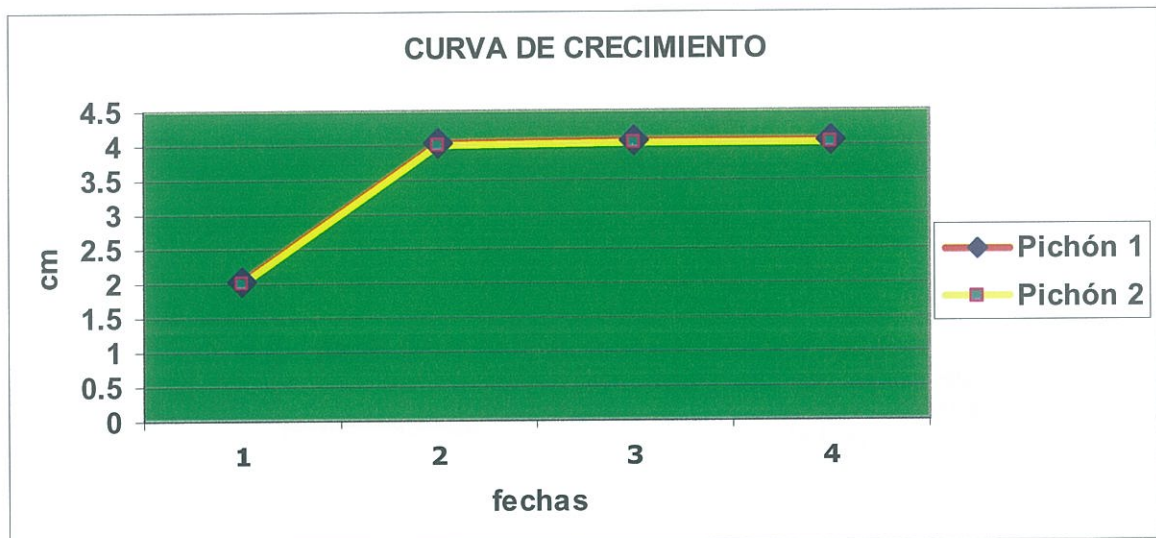


FIGURA 8: Visitas promedio de la hembra al nido y a los pichones durante la fase 1 y fase 2

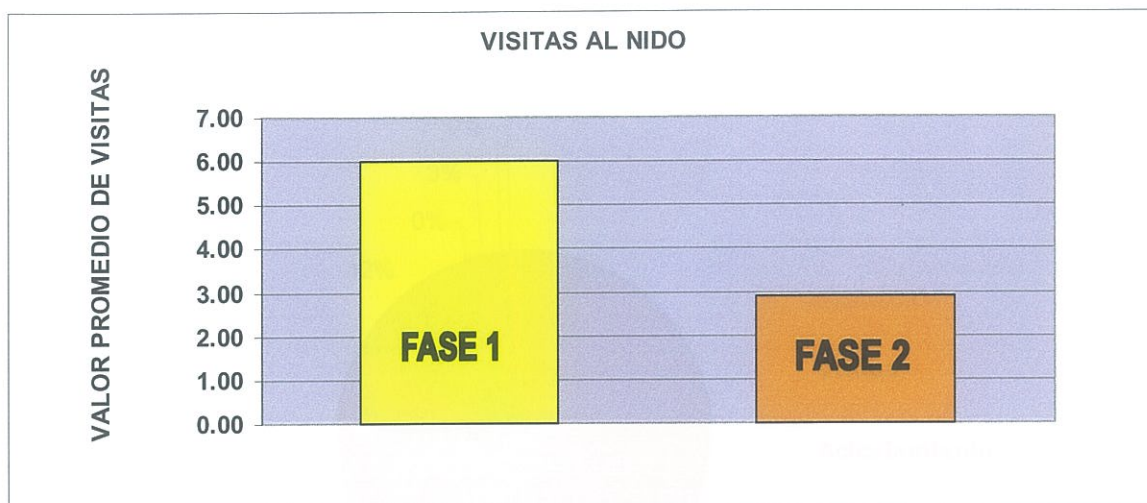


FIGURA 9: Tiempo promedio (minutos) invertido en el cuidado de pichones en la fase 1 y fase 2

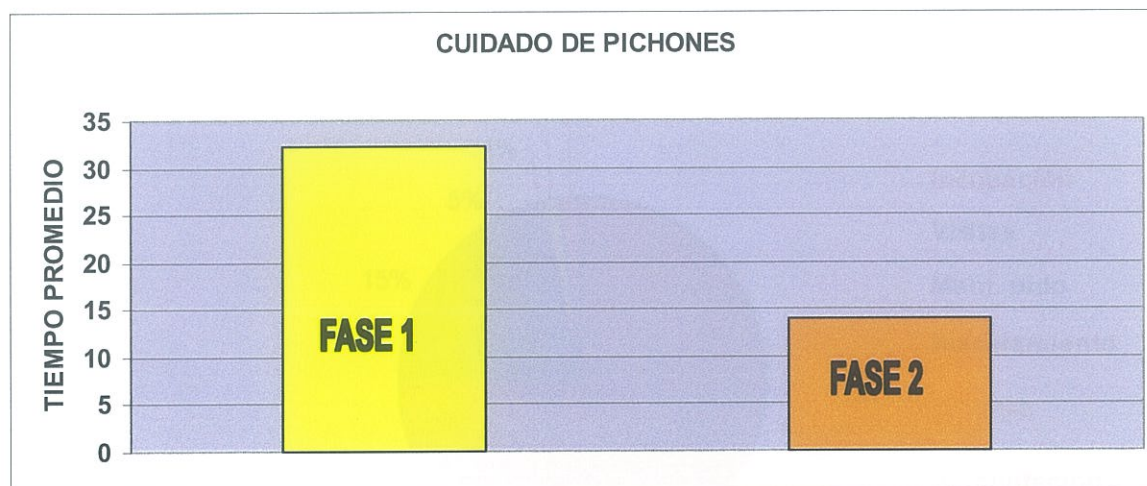
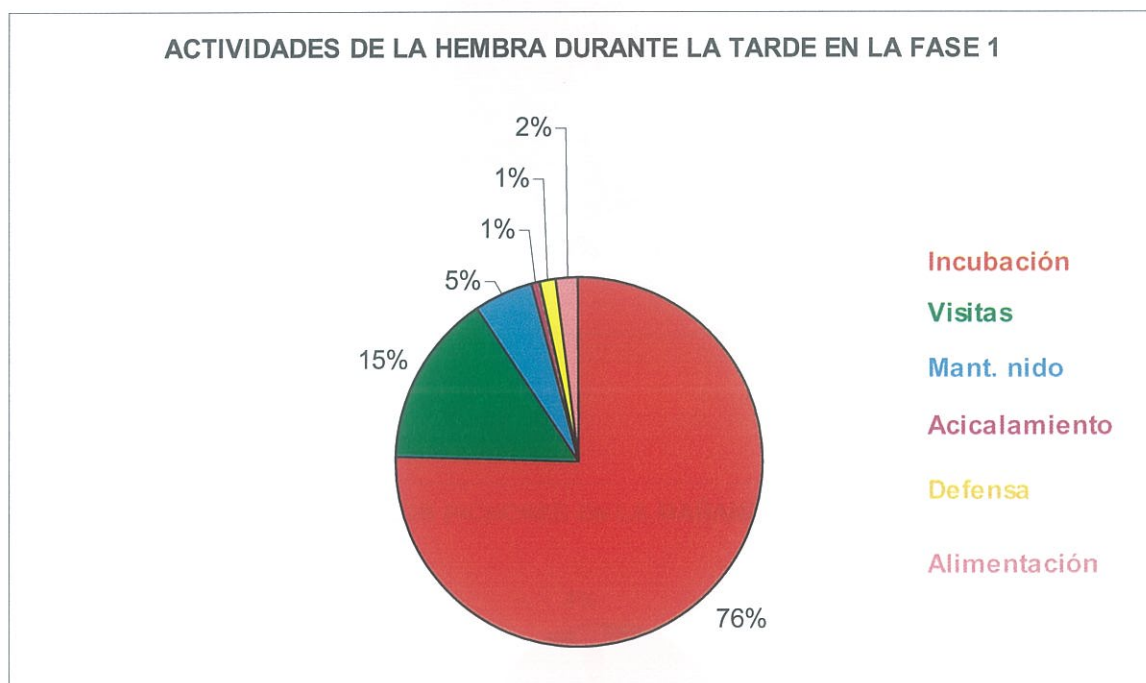
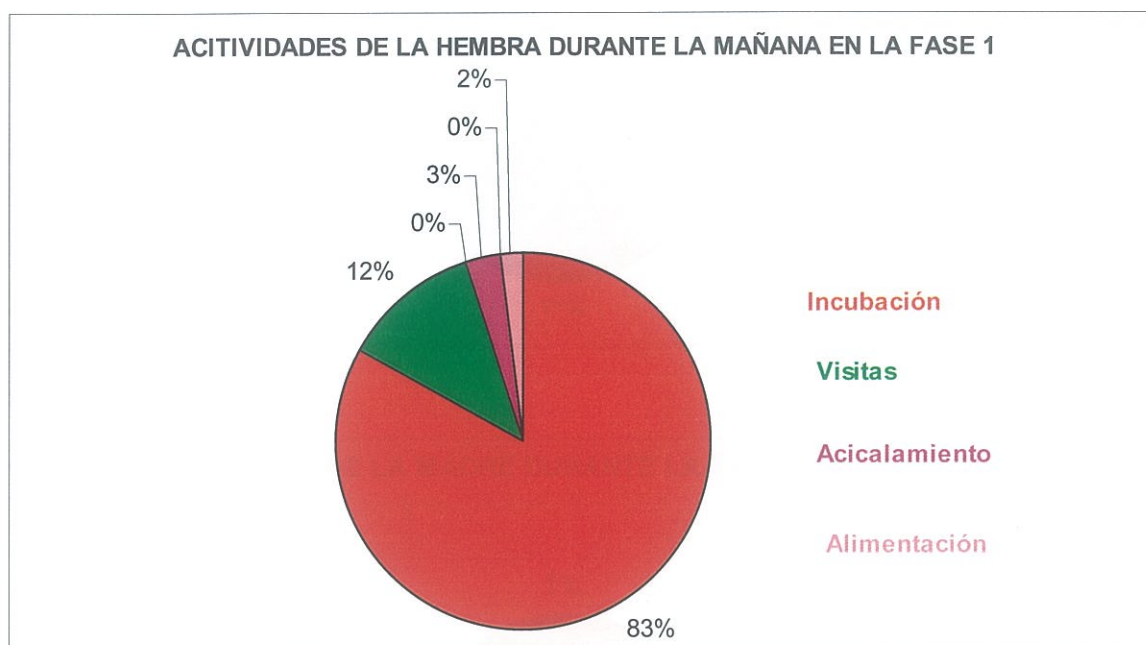
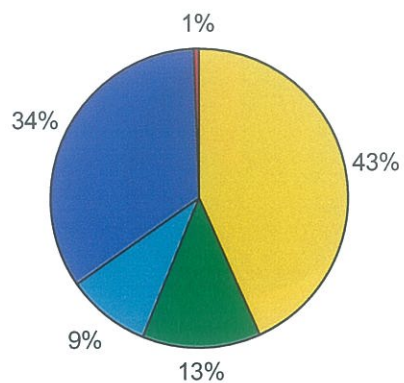


FIGURA 10: Actividades de la hembra durante cada una de las fases (Fase 1 n=9, Fase 2 n=40, Fase 3 n=24)



ACTIVIDADES DE LA MADRE DURANTE LA MAÑANA EN LA FASE 2



Tiempo en nido

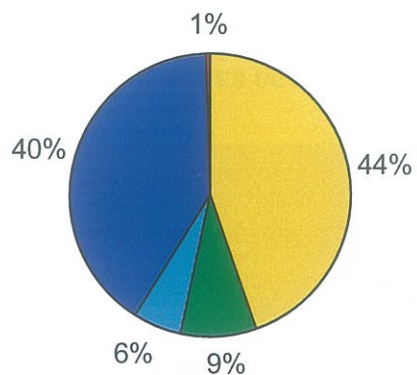
Visitas

Alimentación a pichones

Cuidado a pichones

Alimentación

ACTIVIDADES DE LA MADRE DURANTE LA TARDE EN LA FASE 2



Tiempo en nido

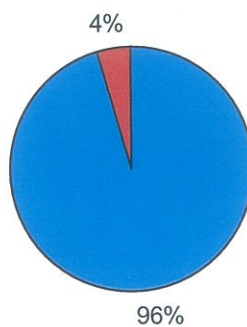
Visitas

Alimentación a pichones

Cuidado a pichones

Alimentación

ALIMENTACIÓN DE LOS PICHONES EN LA MAÑANA DURANTE LA FASE 3



Alimentación a pichones

Alimentación por pichones

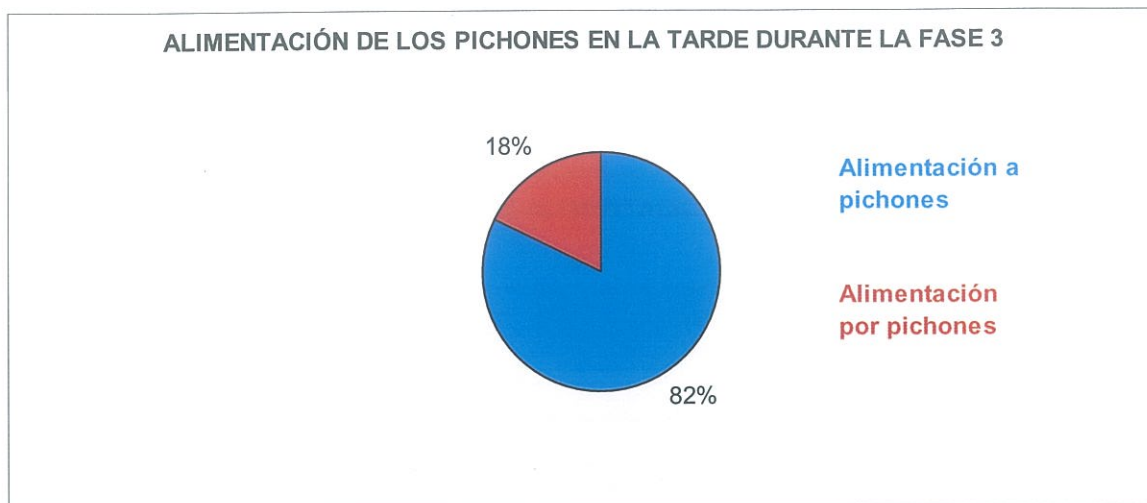


FIGURA 11: Frecuencia de alimentación de la hembra en cada una de las fuentes durante las 3 fases de reproducción

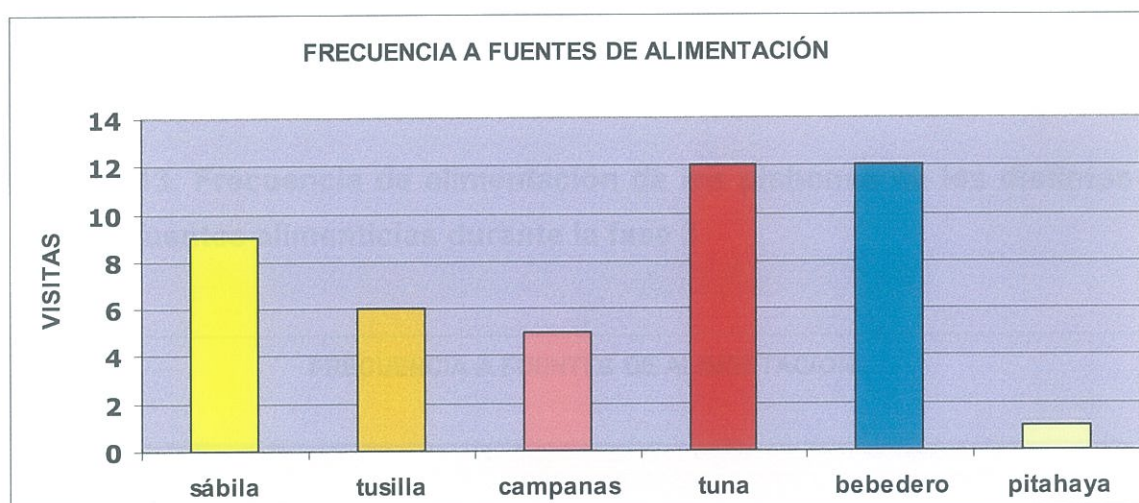


FIGURA 12: Tiempo promedio (en minutos) invertido por la hembra en alimentar a sus pichones durante la fase 2 y 3

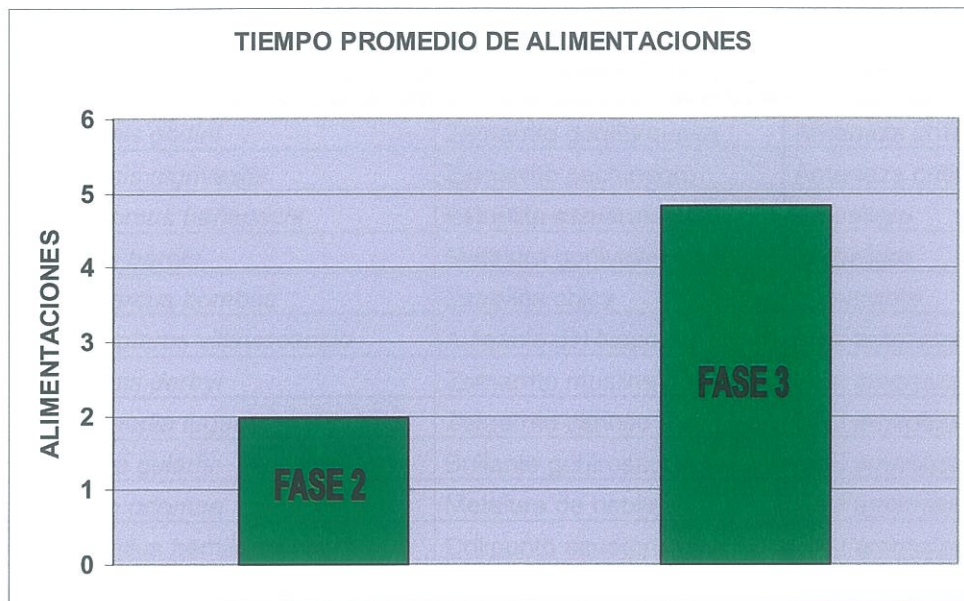
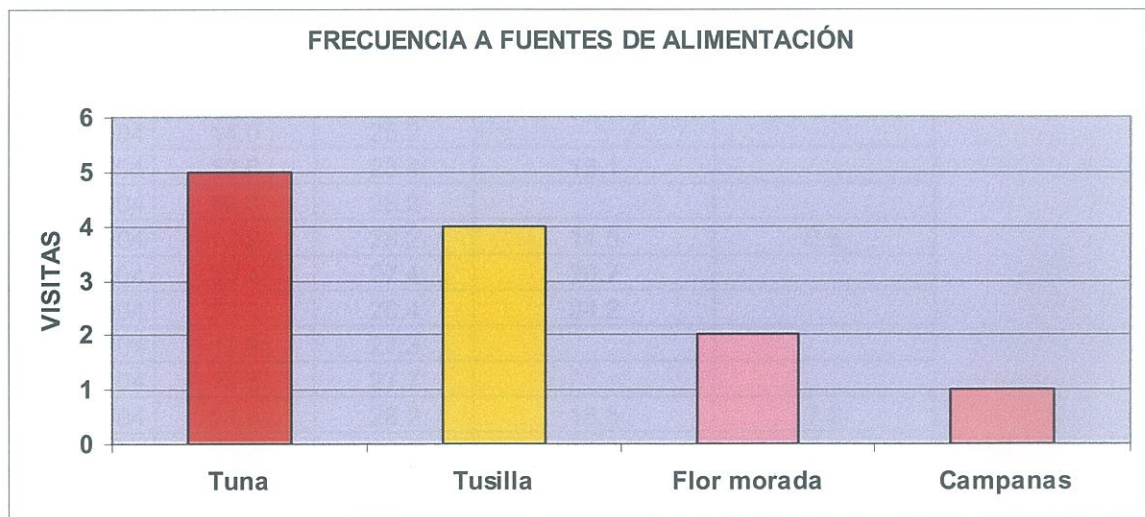


FIGURA 13: Frecuencia de alimentación de los pichones de los distintos tipos de fuentes alimenticias durante la fase 3



ANEXOS

ANEXO 1: Especies de colibríes bajo alguna amenaza según la UICN

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE AMENAZA
<i>Eriocnemis godini</i>	Zamarrito gorjiturquesa	Amenaza crítica
<i>Eriocnemis nigrivestis</i>	Zamarrito pechinegro	Amenaza crítica
<i>Chaetocercus berlepschi</i>	Estrellita esmeraldeña	En peligro
<i>Metallura baroni</i>	Metalura gorjivioleta	En peligro
<i>Chaetocercus bombus</i>	Estrellita chica	Vulnerable
<i>Campylopterus villaviscensio</i>	Alasable del Napo	Casi amenazado
<i>Eriocnemis derbyi</i>	Zamarrito muslinegro	Casi amenazado
<i>Haplophaedia lugens</i>	Zamarrito canoso	Casi amenazado
<i>Heliodoxa gularis</i>	Brillante gorjirrosado	Casi amenazado
<i>Metallura odomae</i>	Metalura de neblina	Casi amenazado
<i>Phlogophilus hemileucurus</i>	Colipunto ecuatoriano	Casi amenazado

UICN 2007.

ANEXO 2: Condición climática en el área de estudio durante el proyecto

Estación meteorológica de la Hacienda La Victoria, Guayllabamba

Mes: Diciembre

FECHA	T. MÍNIMA	T. MÁXIMA	T.OBSERVACIÓN	PLUVIOMETRÍA
01/12/2004	13.0	25.2	20.4	3.9
02/12/2004	13.5	27.2	21.7	
03/12/2004	13.5	29.2	14.4	0.3
04/12/2004	13.4	24.3		
05/12/2004	14.0	25.2		
06/12/2004	12.6	23.4	18.1	
07/12/2004	10.0	28.2		
08/12/2004	12.2	28.2	14.5	0.6
09/12/2004	13.4	27.4	20.7	
10/12/2004	13.2	26.4	24.2	
11/12/2004	12.8	27.3		
12/12/2004	13.5	27.7		
13/12/2004	11.8	28.2	18.8	7.6
14/12/2004	12.6	24.1	19.8	1.5
15/12/2004	13.5	19.4		4.7
16/12/2004	12.0	24.0		11.9
17/12/2004	13.0	25.0	13.6	7.8
18/12/2004	13.0	26.0		
19/12/2004	13.5	26.0		
20/12/2004	12.4	26.2		
21/12/2004	13.8	23.2	19.4	
22/12/2004	13.0	26.7	20.0	
23/12/2004	12.0	27.0		

FECHA	T. MÍNIMA	T. MÁXIMA	T.OBSERVACIÓN	PLUVIOMETRÍA
24/12/2004	11.0	26.4	15.0	4.8
25/12/2004	9.2	26.2		
26/12/2004	13.0	26.1		
27/12/2004	10.5	27.0	20.8	
28/12/2004	7.0	26.3		
29/12/2004	7.0	28.3	7.8	
30/12/2004	7.2	28.3		
31/12/2004	7.0	29.3	21.9	

Mes: Enero

FECHA	T. MÍNIMA	T. MÁXIMA	T.OBSERVACIÓN	PLUVIOMETRÍA
01/01/2005	9.2	28.2		
02/01/2005	9.5	26.3		
03/01/2005	10.0	25.2	18.8	
04/01/2005	10.8	22.2		
05/01/2005	10.8	22.4		
06/01/2005	13.4	25.3	14.2	
07/01/2005	13.5	26.2	19.7	
08/01/2005	10.2	27.4		
09/01/2005	9.0	28.0		
10/01/2005	10.8	27.1	21.1	
11/01/2005	12.0	26.2		
12/01/2005	12.5	28.1		
13/01/2005	11.0	31.2	21.0	
14/01/2005	11.2	27.4		
15/01/2005	11.6	26.1		3.3
16/01/2005	11.5	27.0		
17/01/2005	12.8	26.3		1.4
18/01/2005	12.5	25.3		5.6
19/01/2005	13.2	25.3		
20/01/2005	12.2	26.1	25.5	2.2
21/01/2005	8.0	27.4		
22/01/2005	13.0	27.3		
23/01/2005	10.0	27.2		
24/01/2005	11.0	26.0		1.5
26/01/2005	10.2	27.2		
27/01/2005	9.0	28.1		
28/01/2005	11.0	27.3	19.6	
29/01/2005	10.8	26.2		
30/01/2005	12.0	21.4		4.1
31/01/2005	10.0	27.0	16.0	

Mes: Febrero

FECHA	T. MÍNIMA	T.MÁXIMA	T.obser	PLUVIOMETRIA
01/02/2005	9.20	28.00		
02/02/2005	13.50	24.30		2.00
03/02/2005	13.20	25.10	19.00	
04/02/2005	13.00	26.20		
05/02/2005	9.20	28.30		
06/02/2005	14.00	26.30		
07/02/2005	13.00	26.20		
08/02/2005	13.00	24.20		
09/02/2005	12.80	26.20		
10/02/2005	13.40	27.20		2.80
11/02/2005	13.20	22.20	18.07	26.50
12/02/2005	12.80	22.30		8.00
13/02/2005	11.80	25.40		7.50
14/02/2005	14.00	24.30	18.70	
15/02/2005	13.80	23.00		8.40
16/02/2005	12.50	23.40		3.70
17/02/2005	13.00	25.30		
18/02/2005	12.80	26.30		
19/02/2005	13.40	23.40	17.90	
20/02/2005	13.00	23.40		0.90
21/02/2005	11.30	24.30	18.60	
22/02/2005	9.50	27.00		
23/02/2005	10.20	27.10		
24/02/2005	10.60	29.00		
26/02/2005	13.50	25.30		
27/02/2005	11.00	26.40		
28/02/2005	13.80	21.20		