

Patrones reproductivos del Murciélago Frugívoro de Cola Corta (*Carollia perspicillata*) relacionados con la fenología de *Piper* en un bosque montano de Bolivia

Reproductive patterns of the Short Tailed fruit eating bat (*Carollia perspicillata*) in relation with *Piper* phenology in a montane forest of Bolivia

Kathrin Barboza-Marquez^{1,2} & Luis F. Aguirre^{1,2}

RESUMEN

En el Neotrópico los murciélagos son altamente diversos y juegan un rol muy importante en mantener la diversidad de los bosques y en la regeneración de áreas perturbadas. Muchas especies de plantas como *Piper* (Piperaceae) son importantes recursos alimenticios para murciélagos frugívoros, ya que éstos fructifican a lo largo de todo el año. Con el objetivo de conocer si existe algún tipo de relación entre la reproducción de *C. perspicillata* y la fenología de las Piperáceas, se realizó la captura de los murciélagos utilizando redes de neblina y se tomaron datos reproductivos, basados en características de madurez sexual de machos y hembras. Paralelamente, se tomaron datos fenológicos de las 5 especies de *Piper* más abundantes en la zona. Se observó que existe una estrecha relación entre los períodos reproductivos de los murciélagos con la fenología de estas plantas. Esto ocurre principalmente en la transición de las fenofases de fruto inmaduro a fruto maduro, que es donde se registra la mayor cantidad de hembras preñadas y machos escrotales. La estrecha relación entre *Piper* y *Carollia* es importante para la reproducción de las plantas y recíprocamente para la alimentación y reproducción de los murciélagos.

Palabras clave: Murciélagos, Patrones reproductivos, *Carollia perspicillata*, fenología, *Piper*, Bolivia.

ABSTRACT

The Neotropical bats are highly diverse and play important roles in maintaining forest diversity and the regeneration of disturbed areas. Many species of plants like *Piper* (Piperaceae) are important food resources for fruit bats because they fruit throughout the year. We tested for any relationship between the reproduction of *C. perspicillata* and *Piper*'s phenology. We captured bats using mist nets and their reproductive condition was observed based on characteristics of sexual maturation of males and females bats. At the same time, phenological data was taken from the five most abundant *Piper* species in the area. We observed a close relationship between reproductive periods of bats to *Piper* phenology. The greatest number of pregnant females and scrotal males were found during the period of transition from immature fruit to ripe fruit. The close relationship between *Piper* and *Carollia* is important for reproduction of plants as well as for feeding and reproduction of bats.

Key words: Bats, Reproductive patterns, *Carollia perspicillata*, phenology, *Piper*, Bolivia.

¹Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada, Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia, casilla 9641, La Paz, Bolivia, batikathrincita@gmail.com

²Centro de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón, Casilla 538, Cochabamba, Bolivia.

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos habitan una amplia gama de ecosistemas terrestres en el mundo y son particularmente diversos en el trópico (Kalko, 1997), éstos representan el segundo orden de mamíferos con mayor número de especies y son ecológicamente más diversos que cualquier grupo de mamíferos terrestres (Aguirre, 2007). Debido a su radiación adaptativa, los murciélagos ocupan casi todos los niveles tróficos, presentando grupos de frugívoros, nectarívoros, insectívoros, carnívoros, piscívoros, omnívoros y sanguívoros (Kalko, 1997; Neuweiler, 2000; Fenton, 1997). Por lo tanto, juegan roles muy importantes en varios procesos ecológicos como controladores de plagas de insectos, polinizadores y dispersores de semillas ayudando a la regeneración de los bosques (Emmons y Feer, 1999; Flemming, 1988; Arteaga, 2006).

En los bosques Neotropicales, más del 80% de árboles y arbustos dependen de frugívoros vertebrados para su dispersión de semillas (Howe y Smallwood, 1982). De estos, las aves y los murciélagos frugívoros, se constituyen en agentes ideales para la dispersión de semillas a largas distancias (Galindo-González *et al.*, 2000; Arteaga, 2007). La tendencia de estar presentes en diferentes tipos de hábitats y la capacidad que tienen para dispersar semillas a grandes distancias, hace que los murciélagos frugívoros sean esenciales para la regeneración de áreas perturbadas (Lindner y Morawetz, 2006; Kalko, 1997). Además son dispersores de semillas de especies pioneras y primarias (árboles, arbustos, hierbas y epífitas), conectan remanentes de selva y son elementos importantes para la conservación de la diversidad vegetal en el Neotrópico (Fleming, 1991; Kalko, 1997). Consecuentemente pueden promover la recuperación de la vegetación leñosa en áreas perturbadas de regiones tropicales húmedas (Galindo-González *et al.*, 2000).

En Bolivia, actualmente existen 132 especies de murciélagos pertenecientes a 9 familias (Aguirre *et al.*, 2010), Muchos de ellos con distribución amplia que abarca a los bosques montanos y nublados del país (Vargas *et al.*, 2006). Este tipo de ecosistemas proporcionan varios recursos naturales renovables y son una importante fuente de leña en varias regiones. Funcionan como reguladores naturales de los recursos hídricos por su posición estratégica sobre los lados secos de las crestas y en las cabeceras de valles secos en Cochabamba y Santa Cruz en los Parques Nacionales Carrasco y Amboró (Beck *et al.*, 1993). En el Parque Nacional

Carrasco, se conocen 53 especies de murciélagos de 7 familias (43% del total de las especies en Bolivia), de éstas 29 especies son frugívoras (Vargas *et al.*, 2005). Los estudios realizados sobre la comunidad de murciélagos en bosques montanos en Bolivia, muestran que todas las especies que habitan estos bosques, son de amplia distribución en Sudamérica y ocupan diferentes ambientes (Vargas y Patterson, 2007).

Por otro lado, muchas especies pantropicales de plantas (p.e. *Piper*, Piperaceae) son importantes recursos alimenticios para insectos y vertebrados frugívoros. Por lo general, las plantas de *Piper* son pequeñas, con unos frutos que maduran en intervalos de tiempo predecibles sobre un período de varias semanas o meses, presentando una estrategia fenológica firme (Thies y Kalko, 2004). Los frutos son cosechados por un grupo limitado de dispersores, principalmente murciélagos, en algunos casos aves y hormigas (Thies y Kalko, 2004).

En el Neotrópico, las Piperáceas están presentes en diferentes variedades de hábitats, los miembros de este género, son principalmente plantas pioneras que colonizan sitios abiertos tanto dentro, como en el borde del bosque (Thies, 1998). Los patrones temporales de floración y fructificación de plantas dispersadas por animales, no son sólo vitales para el éxito de la dispersión de los frutos, semillas y el establecimiento de nuevas plantas, sino también por la fuerte influencia de la actividad reproductiva de los dispersores, que dependen de esta planta como recurso alimenticio (Thies, 1998; Arteaga *et al.*, 2006).

Un estudio previo realizado en el Parque Nacional Carrasco, reportó que los murciélagos frugívoros se alimentan de una gran variedad de frutos a lo largo del año pertenecientes a las familias Piperaceae, Solanaceae, Cecropiaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Guttiferae y Moraceae. Los frutos de la familia Piperaceae resultaron ser los más consumidos por la comunidad de murciélagos frugívoros de la zona, en especial para la especie *Carollia perspicillata*, la cual resultó ser la más abundante (Morales, 2006).

Por este motivo, el presente estudio pretende entender cómo el ciclo reproductivo del murciélago frugívoro de cola corta *Carollia perspicillata*, está relacionado con la fenología de las diferentes especies de *Piper* en el Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repechón-Parque Nacional Carrasco, durante el período de 8 meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en el Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repechón (SVSCR) (65°28'27" O, 17°03'42" S; 500 m), que está ubicado al noroeste del Parque Nacional Carrasco (PNC) (Figura 1) en la Provincia Tiraque, limítrofe con la Provincia Chapare. Se encuentra entre la Serranía de Callejas y la Serranía de Imajana; en la confluencia de los ríos San Mateo e Ivirizu (CGL, 2002).

Corresponde al piso bioclimático termotropical, bioclima pluvial, ombrotipo hiperhúmedo, donde la especie vegetal característica es *Talauma boliviana* y la especie dominante *Eschweilera coriacea* (Navarro, 1997). Presenta una temperatura media anual de 24°C y una precipitación anual superior a los 3500 mm (Sandoval, 1998).

El muestreo fue realizado de enero a diciembre de 2005 para la captura de murciélagos, y de marzo de 2005 a marzo de 2006 para la toma de datos fenológicos de las plantas.

Se seleccionaron seis sitios de muestreo que fueron divididos en tres tipos de bosque, teniendo dos sitios en barbecho, dos en bosque secundario joven y dos en bosque secundario maduro. Cada réplica tuvo características similares en cuanto a la estructura de la vegetación y estuvieron separados por una distancia mínima de 500 m, para garantizar la independencia de la muestra (Medellín, 1993).

Para la captura de murciélagos se siguió la metodología propuesta por Vargas *et al.* (2006), utilizando diez redes de neblina de 6 y 9 m por sitio, colocadas a nivel de sotobosque por seis noches durante cada mes (dos noches por cada tipo de bosque), en las fases de luna nueva y cuarto creciente. Las redes fueron abiertas durante seis horas a partir del atardecer, generalmente de 18:30 a 24:30.

Una vez capturados, los murciélagos fueron removidos de la red y colocados en bolsas de tela para su posterior identificación con las claves taxonómicas propuestas por Anderson (1997), Aguirre y Anderson (1997) y Emmons y Feer (1999). Posteriormente se tomaron las

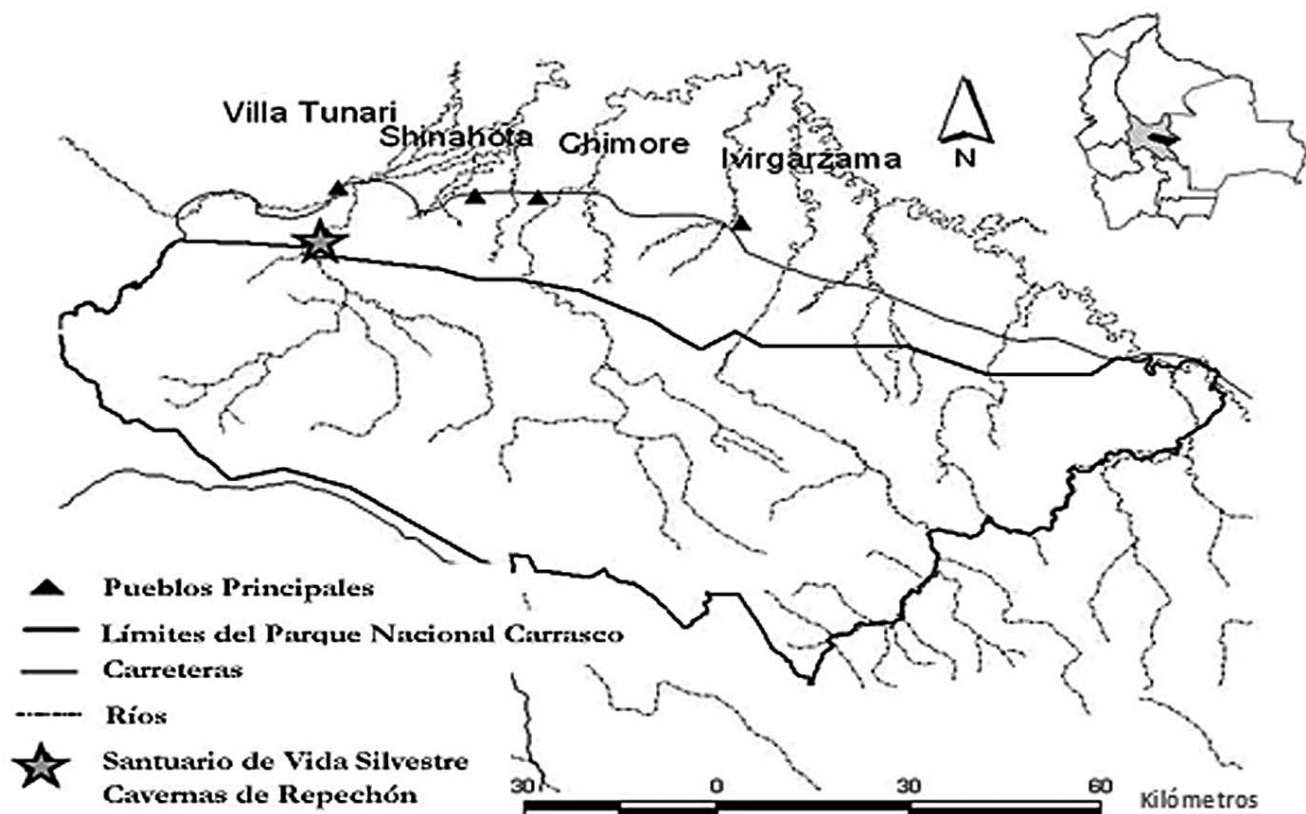


Figura 1. Mapa de ubicación del Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repechón (SVSCR) (Modificado de Siles *et al.*, 2007).

medidas de antebrazo y peso, luego se procedió a marcar cada individuo en la membrana del ala con ayuda de un alfiler, asignándole un código que consistió en una letra (propia para cada tipo de bosque), seguida del número de captura del individuo. Este marcaje permitió controlar a su vez la independencia del muestreo. Los datos fueron anotados en una planilla de campo con la información adicional de fecha, hora de captura, sitio, número de individuo, edad, sexo y estado reproductivo. Una vez tomados todos los datos se procedió a liberar a los individuos.

Para determinar el estado reproductivo se utilizaron características externas como indican Ruiz *et al.* (1997): las hembras pueden ser clasificadas en las categorías de preñadas (en cualquier grado de preñez identificada por la palpación del vientre), lactantes (presencia de leche en las mamas al ejercer una leve presión en ellas) y postlactantes o inactivas (cuando no había presencia de leche en las mamas). Para los machos se identificaron los siguientes estados reproductivos: escrotales (cuando se notaba el descenso de los testículos) y no reproductivos (cuando no presentaba la característica anterior).

Para la toma de datos fenológicos de las plantas, se hizo un estudio previo para medir la abundancia y diversidad de Piperáceas en la zona (Barboza, 2007) y se trabajó con las 5 especies de *Piper* más abundantes: *P. heterophyllum*, *P. crasinervium*, *Piper sp 1*, *P. longestilosum* y *P. dumosum*. Se siguió la metodología propuesta por Wallace y Painter (2003) y Galetti *et al.* (2003), donde se marcaron 10 individuos de cada una de ellas, tendiendo 50 en total. El marcaje se realizó con etiquetas de aluminio grabadas con una letra (por cada especie) seguidas de un número (correspondiente al número de individuo) colocadas a las plantas con ayuda de un alambre.

Los datos fueron tomados una vez al mes, durante los mismos días en que se realizaron las capturas de los murciélagos. Las observaciones de los estados fenológicos de las plantas, fueron realizadas como propone Galetti *et al.* (2003), por conteo directo. Las variables tomadas para cada planta fueron: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura y las fenofases, las cuales incluyen: botón, flor inmadura, flor madura, fruto inmaduro, fruto maduro y presencia o ausencia de hojas. El reconocimiento de estos estadios fenológicos es fácilmente diferenciable y solo en algunos casos se precisó la ayuda de una lupa para determinar algunas fenofases como flor madura o fruto inmaduro. Toda esta

información fue almacenada en una planilla de campo donde se incorporó información adicional como fecha, sitio, especie y código.

Para establecer si había alguna asociación del patrón reproductivo de *C. perspicillata* con la fenología de *Piper* se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Para este análisis solo se tomó en cuenta a las hembras reproductivas de *C. perspicillata* (ya que éstas presentaron un patrón reproductivo más marcado que los machos), y las fenofases de fruto inmaduro y maduro para las diferentes especies de *Piper* (conociendo que los murciélagos se alimentan principalmente de los frutos maduros). Adicionalmente se midió la significancia de la correlación con un 95% de seguridad ($\alpha = 0.05$). Este análisis fue hecho en el programa Sigmastat versión 3.1.

Se graficaron todos los estados reproductivos de las hembras de *C. perspicillata*, y la estructura de edades con las fenofases de fruto inmaduro y maduro para todas las especies de *Piper* monitoreadas. Ya que la toma de datos fenológicos se realizó recién a partir de marzo de 2005 y las capturas de los murciélagos solo se realizaron hasta el mes de diciembre del mismo año, solo se tomó en cuenta los datos de 10 meses de estudio (marzo a diciembre de 2005) para realizar las gráficas y los análisis de correlación de la reproducción y edad de los murciélagos con la fenología de *Piper*.

Debido a que las hembras de *C. perspicillata* presentaron un patrón reproductivo más marcado que los machos, para este análisis solo se tomaron en cuenta a 180 individuos hembras de *C. perspicillata* (capturadas de marzo a diciembre de 2005), de las cuales 37 presentaron alguna evidencia reproductiva (16 preñadas, 10 lactantes y 11 postlactantes).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De enero a diciembre del 2005 se capturó un total de 1137 murciélagos, pertenecientes a 27 especies. De éstos 682 pertenecieron a *C. perspicillata*, la que resultó ser la más abundante en todos los sitios de muestreo, de los cuales 148 presentaron alguna evidencia reproductiva (35% hembras y 65% machos). El subconjunto considerado como hembras reproductivas, estuvo constituido por 21 preñadas, 15 lactantes y 15 post-lactantes.

Se registraron individuos reproductivos a lo largo de todo el año de estudio. Las hembras preñadas y lactantes de *C. perspicillata* fueron registradas de enero a febrero

y de octubre a diciembre. Los machos reproductivos estuvieron presentes durante todo el año, con un mayor número en los meses de Octubre a Diciembre (Figura 2).

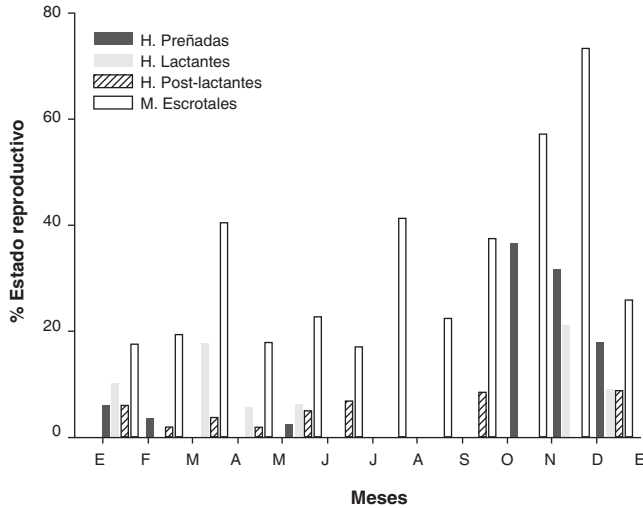


Figura 2. Patrones reproductivos de *C. perspicillata* de enero a diciembre de 2005 en el SVSCR.

Con respecto a la fenología de las 5 especies de *Piper* monitoreadas, todas excepto una (*Piper crasinervium*) presentaron la fenofase de fruto maduro, que fue la que se tomó en cuenta para la correlación con los patrones reproductivos y la estructura de edades de *C. perspicillata*.

Tomando en cuenta la fructificación, se observó que *Piper* es un recurso que está disponible durante casi todo el año (Figura 3), ya que mientras unas especies se encuentran floreciendo, otras están fructificando. En la Figura 3 se presenta la fenología de la fructificación de cuatro de las cinco especies de *Piper* monitoreadas. Para realizar esta gráfica, sólo se tomó en cuenta la fenofase de fruto maduro para todas las especies (menos *P. crasinervium* que no fue observada en fruto maduro), y se presenta el patrón obtenido con los datos de marzo de 2005 a marzo de 2006. Durante los meses de marzo a julio existe disponibilidad de las cuatro especies de *Piper*, en el mes de julio ninguna de las especies se encuentra disponible, en agosto se encuentran *Piper* sp.1 y *P. dumosum*, en el mes de septiembre solo está disponible *P. dumosum*, en octubre se observa que ninguna de las especies se encuentra disponible, en noviembre solo está *P. heterophyllum*, en el mes de diciembre las cuatro especies están disponibles y de enero a febrero se encuentran *P. heterophyllum* y *P. longestilosum* (Figura 3).

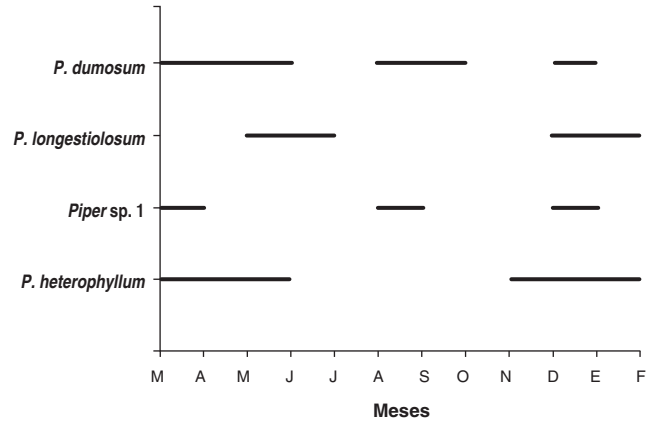


Figura 3. Patrones de fructificación, tomando en cuenta solo frutos maduros, para cuatro especies de *Piper* monitoreadas de marzo de 2005 a marzo de 2006 en el SVSCR.

Por otro lado, se observó una clara relación entre la máxima cantidad de hembras preñadas de *C. perspicillata* con los frutos inmaduros de *P. heterophyllum* en el mes de octubre, y un cantidad considerable de hembras lactantes con los frutos maduros de la misma especie, de marzo a mayo y de noviembre a diciembre (Figura 4A). Además existe una relación muy alta entre las hembras preñadas con los frutos inmaduros (Correlación de Spearman $r=0.59$; $p=0.06$) (Figura 5A). Sin embargo, no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre algún otro estado reproductivo de las hembras con la fenología de la fructificación de *P. heterophyllum*.

La siguiente especie de *Piper* monitoreada fue *P. crasinervium*, que no fue observado en fruto maduro, por lo que la gráfica fue realizada solo con los datos de frutos inmaduros obtenidos durante el mes de mayo, donde se observó la presencia de hembras preñadas, lactantes y postlactantes, pero en menor cantidad en comparación de los otros meses (Figura 4B). Al parecer no existe una relación muy marcada entre la fenología de la fructificación de *P. crasinervium* con los patrones reproductivos de las hembras de *C. perspicillata* para el año de estudio. El coeficiente de correlación de Spearman no presentó ningún valor estadísticamente significativo entre algún estado reproductivo de las hembras con el fruto inmaduro o maduro de esta especie de *Piper*, pero esto puede deberse debido a la poca cantidad de datos obtenidos para esta especie. Entre *C. perspicillata* y *Piper* sp. 1, se observó la mayor cantidad de hembras preñadas y lactantes en el mes

de noviembre junto con la mayor cantidad de frutos inmaduros. En cuanto a los frutos maduros, estuvieron presentes en el mes de marzo junto con las hembras preñadas y postlactantes, en mayor cantidad en el mes de septiembre con la presencia de hembras postlactantes, y en menor cantidad en diciembre junto con hembras preñadas, lactantes y postlactantes (Figura 4C). El análisis de correlación no mostró ningún valor estadísticamente significativo entre algún estado reproductivo de las hembras con la fructificación de esta especie de *Piper*.

Para *P. longestilosum* se observó la mayor cantidad de frutos inmaduros con las hembras preñadas, lactantes y postlactantes durante los meses de marzo a mayo, y en diciembre. Los frutos maduros estuvieron presentes de mayo a junio con presencia de hembras preñadas, lactantes y postlactantes (Figura 4D). El análisis de correlación de Spearman, tampoco mostró ninguna relación estadísticamente significativa entre algún estado reproductivo de las hembras con la fenología de fructificación de esta especie de *Piper*.

Finalmente *P. dumosum* presentó un solapamiento entre las fenofases de fruto inmaduro y maduro que coincide con la presencia de hembras preñadas, lactantes y postlactantes durante los meses de marzo a junio, y de octubre a diciembre con la mayor cantidad de hembras preñadas, lactantes y postlactantes (Figura 4E). Para este caso el análisis de correlación mostró un valor r de 0.79 que es altamente significativo ($p=0.003$) entre las hembras preñadas de *C. perspicillata* con los frutos maduros de *P. dumosum* (Figura 5B).

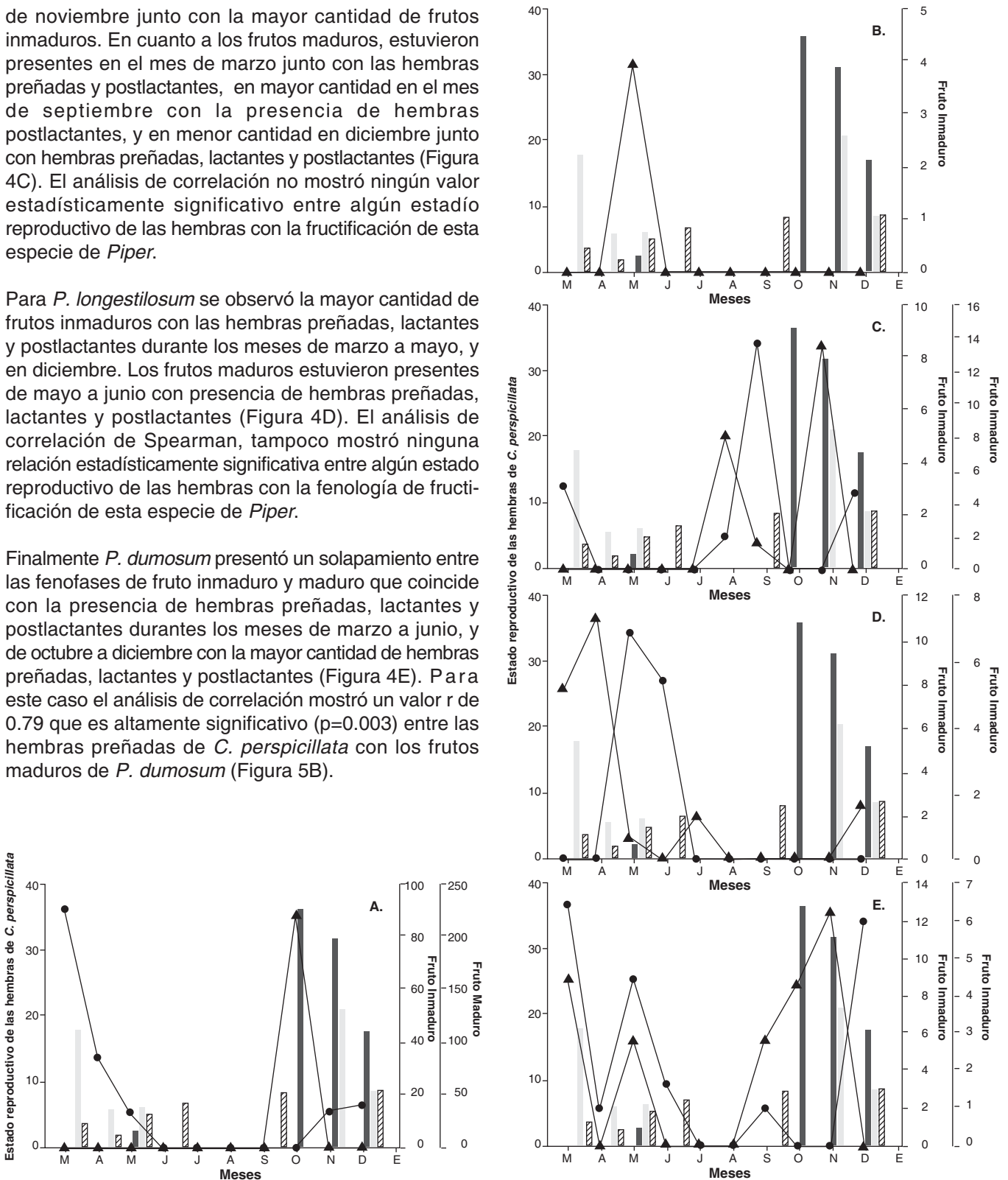


Figura 4. Hembras reproductivas de *C. perspicillata* con la fenología de la fructificación de *P. heterophyllum* (A), *P. crasinervium* (B), *Piper sp 1* (C), *P. longestilosum* (D) y *P. dumosum* (E). Donde ■ H. preñadas; ■ H. lactantes; ▨ H. post-lactantes; ▲ frutos inmaduros y ● frutos maduros.

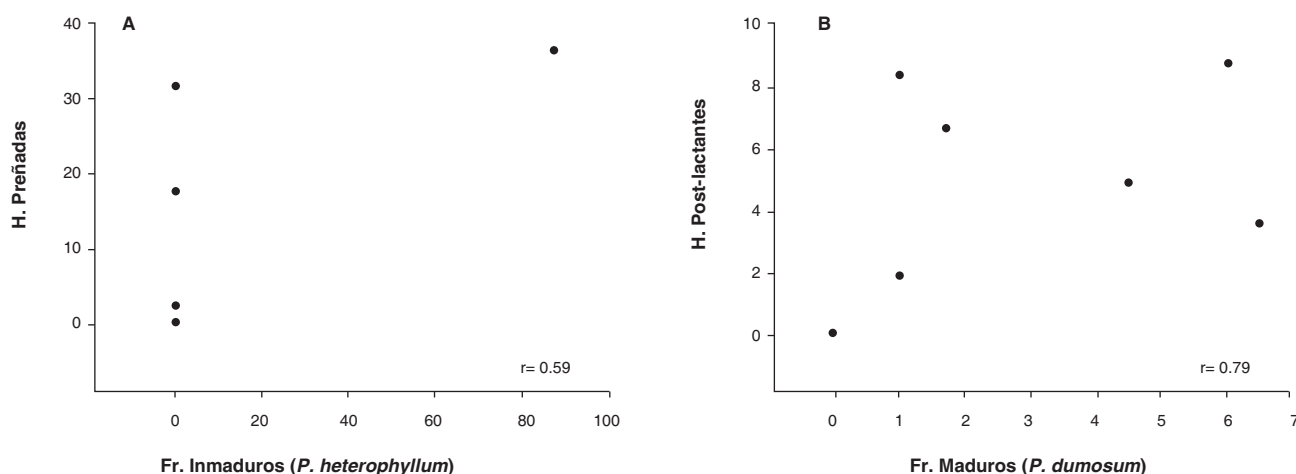


Figura 5. Relación entre las hembras preñadas de *C. perspicillata* con los frutos inmaduros de *P. heterophyllum* (A), y de las hembras post-lactantes de *C. perspicillata* con los frutos maduros de *P. dumosum* (B). r =coeficiente de correlación de Spearman.

Tavaloni (2007), y Passos de Lima y Dos Reis (2004) en dos trabajos realizados en Brasil, muestran a *C. perspicillata* como la especie más abundante en sus zonas de estudio, Donde las observaciones fenológicas de las plantas chiropterocóricas indican que la oferta de frutos es constante a lo largo del año. Los análisis de los ítems alimenticios mostraron que cinco especies del género *Piper* fueron representadas en la dieta de *C. perspicillata* y se encuentran como las más abundantes. Los resultados obtenidos en este trabajo, muestran que cuatro de las cinco especies de *Piper* estudiadas, están disponible a lo largo del año a excepción de los meses de julio y octubre, donde se observa un vacío en la fructificación (ver Figura 2). En el mes de noviembre se observó la disponibilidad de frutos solo de *P. heterophyllum*, pudiendo complementar su dieta con las otras especies de *Piper*, o con otras especies de plantas y hasta insectos como indica Morales (2006). Durante los meses de marzo a junio de 2005 y de diciembre de 2005 a febrero de 2006 se observó la mayor disponibilidad de frutos donde las cuatro especies se encontraron en fructificación. En general se puede decir que *Piper* es un recurso que está disponible a lo largo del año, combinando sus períodos de fructificación, entre las diferentes especies. En este trabajo solo se realizó el monitoreo de las cinco más abundantes, pero es probable que durante los meses en que ninguna de éstas se encontraba en fructificación, las otras especies si estaban disponibles.

Estudios realizados en la Isla Barro Colorado en Panamá, demostraron que los murciélagos frugívoros dispersan semillas de 44 especies de plantas (Bonaccorso, 1979) y que la reproducción de los murciélagos coincide con la abundancia de los frutos (Bonaccorso, 1979; Humphrey y Bonaccorso, 1979). Los mismos autores mencionan que los murciélagos del género *Carollia* se alimentaron de 11 especies de *Piper*, además encontraron que la dieta de *C. perspicillata* también incluye frutos de otras plantas como *Vismia*, *Solanum* y otros hasta una gran variedad de insectos. Estos datos coinciden con los encontrados por Morales (2006), quien realizó un estudio completo sobre la dieta de los murciélagos en la misma zona del presente trabajo (SVSCR), donde encontró que *C. perspicillata* se alimenta aproximadamente de 7 especies de *Piper*. También registró otras especies como *Vismia glabra*, *Ficus maroma*, *Cecropia elongata* y algunas especies de *Solanum* pero en menor cantidad que *Piper*, y finalmente encontró que también se alimenta de insectos. La especie más abundante y más común encontrada en la dieta de *C. perspicillata*, fue *P. heterophyllum*, que está registrada como la más abundante en la zona de estudio. Esto confirma que *C. perspicillata* puede complementar su dieta con otras especies de plantas e inclusive algunos insectos en ciertas épocas del año. Además, como indican Fleming *et al.* (1972), la disponibilidad del alimento está directamente relacionada con el ciclo reproductivo de los organismos, que está adaptado para que la descendencia se produzca en las épocas favorables del año.

Fleming (1992), menciona que *C. perspicillata* se reproduce dos veces al año, las hembras dan a luz a fines de la estación seca y a mediados de la estación húmeda. Los nacimientos coinciden con los dos picos anuales de fructificación. Mostrando un patrón de poliestría bimodal, tal cual como se muestra en este estudio, donde se ve que los murciélagos de esta especie, tienen dos picos de reproducción bien marcados en las hembras.

Mello (2002), en su trabajo realizado en Brasil, encontró que las plantas del género *Piper* (7 especies diferentes), presentaron un patrón reproductivo similar al de *C. perspicillata*. Las épocas de floración y fructificación presentaron una gran sobreposición, presentándose la floración un mes antes. La transformación de flores en frutos, se dio en menos de un mes, siendo un acontecimiento de forma continua e intensa, durante la estación reproductiva. En los resultados del presente trabajo, también se puede observar que las Piperáceas monitoreadas presentaron un patrón reproductivo similar al de *C. perspicillata*, donde los períodos de gestación de las hembras coincidieron con los períodos de frutos inmaduros de las plantas monitoreadas en todos los casos, a excepción de *P. crasinervium*, mientras que los períodos de lactancia coincidieron con la presencia frutos maduros, también en todos los casos. Las únicas especies en las que se obtuvo una correlación significativa fue de *P. heterophyllum* y *P. dumosum* con las hembras preñadas de *C. perspicillata*, mostrando un valor de 0.59 y 0.79, respectivamente.

Estudios de este tipo son importantes porque nos ayudan a comprender de una mejor manera los procesos ecológicos en los que participan los murciélagos y como éstos utilizan los recursos disponibles de una manera importante y fundamental para su reproducción. Este trabajo sirve de base para la realización de otras investigaciones futuras con otras especies de murciélagos y otro tipo de plantas, esto nos ayuda a conservar los ecosistemas donde viven los murciélagos, contribuyendo a la reducción de la destrucción de su hábitat.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a la Fundación Catherine T. MacArthur por el financiamiento para realizar el presente estudio. A todo el personal del Parque Nacional Carrasco, en especial a los guardaparques Edwin, Raunir y Roberto por el apoyo y la ayuda brindada en el presente estudio. A todas las personas que apoyaron en el trabajo de campo: C. Sandoval, O. Quinteros, E. Valdivia, A. Selaya y L. Acosta. A S. Altamirano y P. Altamirano por su gran

colaboración en la parte botánica. Los comentarios de J. Nassar ayudaron a mejorar este manuscrito. A A. Vargas por todo el apoyo y la guía para realizar el presente estudio. Este estudio es una contribución de la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L.F. 2007. Aspectos generales de los Murciélagos de Bolivia. Macroecología. En: Aguirre, L.F. (Ed.). Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia. Editorial Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. Pp. 73-86.
- Aguirre, L. F. & S. Anderson. 1997. Clave de campo para la identificación de los murciélagos de Bolivia. Documento 5. Publicación especial del Instituto de Ecología. Serie Zoología. 5:1-38.
- Aguirre, L. F., C.J Mamani, K. Barboza & H. Mantilla-Meluk, 2010a. Lista actualizada de los murciélagos de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 27: 1-8.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia: taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History. 231: 1-652.
- Arteaga, L.L. 2007. Dispersión de semillas por murciélagos en ambientes fragmentados. En: Aguirre, L.F. (Ed.). Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia. Editorial Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. Pp. 29-32.
- Arteaga, L.L., L.F. Aguirre & M.I. Moya. 2006. Seed rain produced by bats and birds in forest islands in a Neotropical Savanna. Biotropica. 38: 718-724.
- Beck, S.G., T.J. Killen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: Killen, T., S. Beck & E. García (Eds.). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia – Missouri Botanical Garden. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. Pp. 6-24.
- Bonaccorso, F.J. 1979. Foraging and reproduction in a Panamanian bat community. Bulletin of the Florida State Museum Biological Sciences. 24: 359-408.
- CGL, 2002. Actividades ecoturísticas en el Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repechón. Informe final Borrador Vol. I. Consultores Galindo Ltda. Prefectura del Departamento de Cochabamba. Unidad de Turismo. 166 pp.
- Cosson, J.-F. F. Rodolphe & M. Pascal. 1993. Détermintaion de l'âge individuel, croissance post-natale et ontogenèse précoce de *Carollia perspicillata* (L., 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae). Mammalia. 57: 565-578.

- Emmons, L.H. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical: Una guía de campo. Editorial FAN, Santa Cruz Bolivia. 298 pp.
- Fenton, M.B., 1997. Science and the conservation of bats. *Scotophilus leucogaster* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Biotropica*. 15: 129-132.
- Fleming, T.H. 1988. The short-tailed fruit bat. Chicago: University of Chicago Press. 365 pp.
- Fleming, T.H. 1991. The relationships between body size, diet and habitat use in frugivorous bats, genus *Carollia* (Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*. 72: 493-501.
- Fleming, T.H. 1992. How do fruit and nectar feeding birds and mammals track their food resources? En: Hunter, M.D., T. Ohgushi y P.W. Price (Eds.). *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*. Academic Press, Inc. London. Pp. 355-391.
- Fleming, T.H., E.T. Hooper & D.E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*. 53: 555-569.
- Galetti, M., M.A. Pizo & P.C. Morellato. 2003. Fenología, frugivoría e dispersão de sementes. En: Laury, C. JR., R. Rudran y C. Valladares-Padua (Eds.). *Métodos de estudos em biología da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidad do Paraná, Brasil. Pp. 396-423.
- Galindo-González, J., S. Guevara & V.J. Sosa. 2000. Bat and Bird Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. *Conservation Biology*. 14: 1693-1703.
- Howe, H.F. & J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 13: 201-228.
- Humphrey, S.R. & F.J. Bonaccorso. 1979. Population and community ecology. En: Baker, R.J., J.K. Jones y D.C. Carter (Eds). *Biology of bats the new world family Phyllostomidae*. Part III. Special Publications 16. The museum. Texas Technical University Press. Lubock. Pp. 409-441.
- Kalko, E.K.V. 1997. Diversity in tropical bats. En: ULRICH, H. (Ed.). *Tropical Diversity and Systematics*. Proc. Int. Symp. Biodiv. Sust. Tropical Ecosystem, Bonn. Pp. 13-43.
- Kunz, T.H. 1982. *Ecology of bats*. Plenum Publishing Corporation. New York. 425 pp.
- Lindner, A. & W. Morawetz. 2006. Seed Dispersal by Frugivorous bats on landslides in a Montane rain Forest in Southern Ecuador. *Chiroptera Neotropical*. 12: 2-7.
- Medellín, R.A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. En: Medellín, R.A. y G. Ceballos (Eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones especiales. Vol 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, México D.F. Pp 333-354.
- Mello, M.A.R. 2002. Interações entre morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Pipeaceae) em uma área de Mata Atlântica. Tesis de Maestría. Universidade do estado do Rio de Janeiro, Brazil. 64 pp.
- Morales, R. 2006. Composición y sobreposición alimentaria de murciélagos frugívoros en el "Santuario de Vida Silvestre Cavernas del Repechón" (Parque Nacional Carrasco - Cochabamba). Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. 94 pp.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. 2: 3-37.
- Neuweiler, G. 2000. *The biology of bats*. Oxford University Press, New York. 310 pp.
- Passos de Lima, I. & N.R. dos Reis. 2004. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 21: 1-10.
- Ruiz, A., M. Santos, N. Soriano, P.J. Cavelier & A. Cadena. 1997. Relaciones mutualísticas entre el murciélagos *Glossophaga longirostris* y las Cactáceas columnares en la zona árida de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*. 29: 469-479.
- Sandoval, M. 1998. Estructura y diversidad del bosque tropical en el Parque Nacional Carrasco, comunidad San Rafael. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. 102 pp.
- Tavaloni, P. 2007. Diversidade e frugivoría de morcegos filostomídeos (Chiroptera, Phyllostomidae) em habitats secundários e plantios de *Pinus spp.* No município de Anhembi - SP. *Mastozoología Neotropical*. 14: 117.
- Thies, W. 1998. Resource and habitat use in two frugivorous bat species (Phyllostomidae: *Carollia perspicillata* and *C. castanea*) in Panama: Mechanism of coexistence). Tesis doctoral, Tubingen University, Alemania. 181 pp.

- Thies, W. & E.K.V. Kalko. 2004. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos*. 104: 362-376.
- Vargas, A., M.I. Galarza & L.F. Aguirre. 2005. Guía de murciélagos del Parque Nacional Carrasco. Conservación Internacional (Ed.). Bolivia. 121 pp.
- Vargas, A. & B.D. Patterson. 2007. Comunidades de murciélagos montanos en Bolivia. *En*: Aguirre, L.F. (Ed.). Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia. Editorial Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. Pp. 82-86.
- Vargas, A., M.I. Galarza & L.F. Aguirre. 2006. Protocolo para el estudio de comunidades de murciélagos (Phyllostomidae). *En*: Galarza, M.I. y L.F. Aguirre (Eds.). Métodos estandarizados para el estudio de murciélagos en Bosques Montanos. BIOTA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 12-22.
- Wallace R.B. & R.L.E. Painter. 2003. Metodologías para medir la fenología de fructificación y su análisis con relación a los animales frugívoros. Documentos, Ecología en Bolivia, Serie Metodológica N° 2. 14pp.