

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**VARIACIONES EN LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS EN  
DOS SISTEMAS GANADEROS: EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS**

**IVAN MAURICIO VELA VARGAS**

**Director**

**JAIRO PÉREZ-TORRES, Ph.D.**

**BOGOTÁ, D.C**

**COLOMBIA**

**2013**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**VARIACIONES EN LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DE  
MURCIÉLAGOS EN DOS SISTEMAS GANADEROS: EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD  
DE RECURSOS**

**IVAN MAURICIO VELA VARGAS**

**TRABAJO DE GRADO**  
**Presentado como requisito final**  
**Para optar al título de**  
**Magister en Ciencias Biológicas**

**BOGOTÁ, D.C**  
**COLOMBIA**

**2013**  
**2**

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

"La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la Verdad y la Justicia".

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946.

**VARIACIONES EN LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DE  
MURCIÉLAGOS EN DOS SISTEMAS GANADEROS: EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD  
DE RECURSOS**



**IVAN MAURICIO VELA VARGAS**

**APROBADO**

---

**JAIRO PÉREZ-TORRES, Ph.D.**

**DIRECTOR**

---

**JORGE RODRIGO GALINDO GONZÁLEZ, Ph.D.**

**JURADO**

---

**MARÍA CECILIA LONDOÑO MURCIA, Ph.D.**

**JURADO**

---

**JOSÉ FERNANDO GONZÁLEZ MAYA, M.Sc. (Ph.D c)**

**JURADO**

**VARIACIONES EN LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DE  
MURCIÉLAGOS EN DOS SISTEMAS GANADEROS: EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD  
DE RECURSOS**



**IVAN MAURICIO VELA VARGAS**

**APROBADO**

---

**MANUEL FRANCO CORTES, M.D Ph.D**  
**DIRECTOR POSGRADO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

---

**INGRID SCHULER GARCÍA, Ph.D**  
**DECANA ACADÉMICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**A MIS PADRES, MI HERMANO, MI FAMILIA, MI NOVIA Y A MIS CUATRO ÁNGELES  
QUE ME CUIDAN TODO EL TIEMPO DESDE EL CIELO.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por ayudarme siempre y creer en mí todo el tiempo y sin titubear, porque sin ellos este proceso no habría sido posible de terminar.

A mi hermano por darme fuerza desde lejos para terminar y salir corriendo a visitarlo.

A mi novia Lorena por todo el apoyo incondicional y paciencia durante el proceso “no eres tú, es la tesis amor”, por nuestro futuro y compañía siempre.

A la becerrita que me alegra con sus risas y comentarios.

A mi director Jairo Pérez Torres, por todos los años de entrega y paciencia, por terminar un ciclo y empezar uno mejor.

A mis jurados los doctores Jorge Galindo, María Cecilia Londoño y José Fernando González Maya, por tomarse el tiempo de leer este trabajo y por brindarme sus útiles comentarios para mejorar el trabajo.

A los dueños de las fincas Las Palmeras, Chimborazo, Guacamayas y San Lorenzo por todo su apoyo logístico.

A Jesús Ballesteros por toda su colaboración.

A Liliana Buelvas, Lucho, Valentín, Mafe, Sheiry, Argemiro, a todos los estudiantes de la universidad de Córdoba y la Universidad Javeriana por toda su colaboración y ayuda en todo el muestreo.

A mis amigos de toda la vida Mauro, Alfredo y Deivid por no dejarme desfallecer cuando parecía que fuera a hacerlo.

A mis amigos Roberto, Lucho, Berta y Cristina por la ayuda y la fuerza que me dieron para terminar.

A todos los miembros del Laboratorio de Ecología Funcional Mónica, Ángela, Fausto, Ingrid, Ivan, Ana Lucia, María Teresa, Camilo, Angélica, Estefanía, por la colaboración brindada.

A todos los que no nombró, que no recuerdo y que no me alcanza el espacio

## **GRACIAS**

## TABLA DE CONTENIDO

1. AGRADECIMIENTOS .....	7
2. RESUMEN/ABSTRACT.....	13
3. 1.INTRODUCCIÓN .....	14
Reproducción en Mamíferos .....	14
1.1. Reproducción en Murciélagos.....	17
1.2 Caracterizaciones reproductivas en murciélagos .....	21
1.3 Bosque Seco Tropical en Colombia.....	23
4. 2.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	25
5. 3.JUSTIFICACIÓN .....	27
4. OBJETIVO GENERAL.....	28
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
Objetivo Específico uno (1).....	28
Pregunta de investigación para el objetivo específico uno (1) .....	28
Hipótesis de Investigación I.....	28
Predicciones .....	28
Objetivo Específico dos (2) .....	29
Pregunta de investigación para el objetivo específico tres (2) .....	29
Hipótesis de Investigación II .....	29
Predicción .....	29
6. 5.MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
5.1 Área de Estudio.....	30
5.2 Colecta de murciélagos .....	32
5.3 Caracterización reproductiva .....	33
5.4 Disponibilidad de recursos.....	33
7. 6.RESULTADOS.....	35
6.1 Éxito de captura por Finca.....	35
6.2 Caracterización reproductiva de las especies.....	41
6.2.1 <i>Artibeus lituratus</i> .....	41
6.2.2 <i>Artibeus planirostris</i> .....	43
6.2.3 <i>Carollia perspicillata</i> .....	45
6.2.4 <i>Carollia castanea</i> .....	47

6.2.5	<i>Phyllostomus discolor</i> .....	49
6.2.6	<i>Glossophaga soricina</i> .....	51
6.2.7	<i>Dermanura phaeotis</i> .....	52
6.3	Caracterización reproductiva de los machos .....	53
6.4	Caracterización reproductiva: método tradicional vs citologías vaginales .....	56
6.5	Efecto del sistema ganadero sobre los ciclos estrales de las especies de murciélagos .....	58
6.6	Disponibilidad de recursos en los sistemas silvopastoriles .....	62
8.	7.DISCUSIÓN .....	66
7.1	Representatividad del Muestreo. ....	66
7.2.	Caracterización reproductiva de las especies de murciélagos .....	67
7.3	Caracterización reproductiva de los machos .....	68
7.4	Los sistemas ganaderos y la fenología reproductiva de los murciélagos .....	69
7.4.1	Especies Frugívoras .....	69
7.4.2	Especies Nectarívoras y Polinívoras .....	72
7.5.	Las citologías Vaginales como herramienta para la caracterización reproductiva de los murciélagos .....	75
7.6	Implicaciones para la conservación .....	75
9.	CONCLUSIONES .....	77
10.	8.RECOMENDACIONES .....	79
11.	10.ANEXOS .....	88

## TABLA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Régimen de precipitación de lluvia en el Departamento de Córdoba. Datos tomados de Rangel-Ch & Arellano 2010. ....	30
<b>Figura 2.</b> Áreas de muestreo durante los meses de Agosto de 2011 a abril de 2012. Las figuras geométricas azules son las áreas bajo ganadería tradicional y las figuras geométricas de color morado son .las áreas bajo ganadería Silvopastoril.....	31
<b>Figura 3.</b> Éxito de captura por mes en el sistema tradicional fincas Guacamayas y Chimborazo (a.) y en el sistema Silvopastoril fincas Las palmeras y San Lorenzo (b.). ....	36
<b>Figura 4.</b> Éxitos de captura sistema tradicional (Guacamayas Chimborazo) y sistema silvopastoril (Las Palmeras y San Lorenzo), durante los meses de agosto de 2011 a abril de 2012. ....	36
<b>Figura 5.</b> Curvas de acumulación de especies para las fincas Guacamayas, Palmeras, San Lorenzo y Chimborazo. La línea punteada muestra los intervalos de confianza del 95%. a. Finca Guacamayas, b. Finca Chimborazo, c. Finca Las Palmeras, d. Finca San Lorenzo. ....	40
<b>Figura 6.</b> Estado reproductivo de las hembras registradas durante los meses de agosto de 2011 y abril de 2012 en los sistemas ganaderos (silvopastoril y tradicional) en el departamento de Córdoba-Colombia.....	41
<b>Figura 7.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>A. lituratus</i> para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.....	42
<b>Figura 8.</b> Ciclo estral registrado en las hembras de <i>A. lituratus</i> en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril. ....	43
<b>Figura 9.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>A. planirostris</i> para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.....	44
<b>Figura 10.</b> Ciclo estral registrado en las hembras de <i>A. planirostris</i> en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril.....	45
<b>Figura 11.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>C. perspicillata</i> para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.....	46
<b>Figura 12.</b> Ciclo estral registrado en las hembras de <i>C. perspicillata</i> en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril.....	47
<b>Figura 13.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>C. castanea</i> para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.....	48
<b>Figura 14.</b> Ciclo estral registrado en las hembras de <i>C. castanea</i> en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril.....	49

<b>Figura 15.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>P. discolor</i> para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.....	50
<b>Figura 16.</b> Ciclo estral registrado en las hembras de <i>P. discolor</i> en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril .....	51
<b>Figura 17.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>G. soricina</i> para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.....	52
<b>Figura 18.</b> Picos de embarazo para las hembras de <i>D. phaeotis</i> para la zona de ganadería silvopastoril. ....	52
<b>Figura 19.</b> Ciclo estral registrado en las hembras de <i>D. phaeotis</i> en el sistema silvopastoril. ....	53
<b>Figura 20.</b> Análisis de correspondencias entre el estado de desarrollo y la posición testicular de los machos en el sistema ganadero tradicional .....	54
<b>Figura 21.</b> Análisis de correspondencias entre el estado de desarrollo y la posición testicular de los machos en el sistema ganadero tradicional .....	55
<b>Figura 22.</b> Análisis de correspondencias Canónicas entre variables de reproducción externas y de caracterización por medio de citologías vaginales en el sistema ganadero tradicional. ....	56
<b>Figura 23.</b> Análisis de correspondencias Canónicas entre variables de reproducción externas y de caracterización por medio de citologías vaginales en el sistema ganadero silvopastoril.....	57
<b>Figura 24.</b> Fase estral por sistema ganadero de las especies caracterizadas por medio de la técnica de citologías vaginales. a. Sistema tradicional, b. Sistema Silvopastoril .....	59
<b>Figura 25.</b> Fase estral por sistema ganadero de las especies caracterizadas por medio de la técnica de citologías vaginales. a. Sistema tradicional, b. Sistema Silvopastoril .....	61
<b>Figura 26.</b> Plantas con fruto a nivel general en el sistema ganadero tradicional y éxito de captura de los murciélagos en las fases de actividad reproductiva. Las líneas representan el error estándar. ....	63
<b>Figura 27.</b> Plantas con fruto a nivel general en el sistema ganadero silvopastoril y éxito de captura de los murciélagos en las fases de actividad reproductiva. Las líneas representan el error estándar. ....	64

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Áreas de estudio de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y áreas de estudio de manejo tradicional.....	31
<b>Tabla 2.</b> Especies de murciélagos registradas entre Agosto del 2011 y Abril del 2012 para los sistemas ganaderos silvopastoriles y tradicionales en el departamento de Córdoba. Se sigue la taxonomía propuesta por Wilson & Reader 2005.....	38
<b>Tabla 3.</b> Parámetros de ajuste para las curvas de acumulación realizadas en las áreas de estudio. $a$ = pendiente al inicio del muestreo, $b$ = parámetro relacionado con la forma de acumulación de nuevas especies durante el muestreo, Asíntota: el valor esperado de especies cuando el número de muestras.	39

## RESUMEN

Las caracterizaciones reproductivas en quirópteros se basa principalmente en caracteres externos tanto de machos como hembras, se implementó el uso de citologías vaginales con el fin de caracterizar el estado reproductivo de las hembras en remanentes de bosque seco tropical bajo dos tipos de manejo ganadero (tradicional y Silvopastoril) en el Caribe Colombiano. Se describió la fenología reproductiva de siete especies de murciélagos de la Familia Phyllostomidae.. El esfuerzo de muestreo fue de 21.060 horas/red en el sistema tradicional y de 21348 horas/red en el sistema silvopastoril. Se capturaron un total de 2250 individuos pertenecientes a seis familias. Las especies más abundantes fueron *Artibeus planirostris*, *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, *Carollia castanea*, *Phyllostomus discolor* y *Glossophaga soricina*.. No se encontraron diferencias entre la fenología reproductiva de las especies en los dos sistemas ganaderos y no se presentó sincronización de las especies en su ciclo estral, por lo que las características evaluadas en los sistemas ganaderos no limitan la continuidad reproductiva de las especies de murciélagos. Se confirmó el comportamiento poliestrúco de la especie *P. discolor* para Colombia. Los machos no brindaron información precisa para la caracterización reproductiva, pero se presentó relación entre la posición testicular y el estado de desarrollo. Aunque la disponibilidad de recursos no explicó la fenología reproductiva de las especies de murciélagos, se presentaron coincidencias entre picos de preñez y alta abundancia de frutos. Es necesario replantear el uso de la caracterización reproductiva tradicional ya que no brinda información precisa sobre el estado reproductivo de los individuos.

**Palabras Clave:** Bosque Seco Tropical, Ciclo Estral, Citología Vaginal, Ganadería , Murciélagos.

## ABSTRACT

Reproductive characterizations in bats is mainly based on external traits of males and females, it was implemented the use of Vaginal Smears to characterize the reproductive phenology of females in tropical dry forest under two types of livestock management (Traditional and Silvopastoril) in the Colombian Caribbean. I described the reproductive phenology of seven species of bats in the family Phyllostomidae . The sampling effort was 21,060 hours/net in the traditional system and 21,348 hours/net in the silvopastoral system. We captured a total of 2250 individuals belonging to six families. The most abundant species were *Artibeus planirostris*, *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, *Carollia castanea*, *Phyllostomus discolor* and *Glossophaga soricina*. No differences were found between reproductive phenology of species in the two livestock systems and not presented synchronization species estrous cycle, therefore the characteristics assessed in livestock systems do not restrict reproductive continuity bat species. I confirmed the polyestrous behaviour of *P. discolor* for Colombia. Males did not provide data needed to reproductive characterization, but there was relationship between the testicular position and status of development. Although the availability of resources did not explain the reproductive phenology of species of bats, there were similarities between pregnancy and peaks of high abundance of fruits. It is necessary to reconsider the use of traditional reproductive characterization and provides no information on the reproductive precisa individuals.

**Key Words:** Bats, Estrous cycle , Vaginal smears, Livestock , Tropical Dry Forest.

# 1. INTRODUCCIÓN

## Reproducción en Mamíferos

Las características más importantes y diagnosticas de los mamíferos son las que les permiten amplificar su inteligencia y su habilidad sensorial, promover la endotermia y aumentar la eficiencia reproductiva recolectando y asegurando alimento (Vaughan *et al.* 2000); además de la presencia de pelo y de glándulas mamarias (Nowak 1999).

La clase Mammalia está dividida en dos subclases, Prototheria y Theria. Los prototerios se distinguen por presentar un modo de gestación ovípara, en la cual la hembra deposita los huevos de los cuales nacen crías que posteriormente serán amantadas, este tipo de reproducción es único en los mamíferos (Nowak 1999, Vaughan *et al.* 2000).

La subclase Theria se subdivide a su vez en dos infraclases: Metatheria y Eutheria, las cuales se separaron desde el cretácico medio (Vaughan *et al.* 2000).

Los metaterios son conocidos como marsupiales, estos poseen una bolsa abdominal llamada “marsupio” en la cual las crías son cargadas y amamantadas. Las crías de los marsupiales (llamados neonatos) nacen con un mínimo nivel de desarrollo, donde son desnudos, ciegos; el neonato se dirige hacia el marsupio donde termina su desarrollo y es amamantado (Nowak 1999, Vaughan *et al.* 2000).

Los euterios o mamíferos placentados, donde se encuentra la gran mayoría de mamíferos actuales, se caracterizan por tener embarazos prolongados y las crías al nacer son mucho más desarrolladas a comparación de los metaterios (Vaughan *et al.* 2000). Algunas al nacer tienen los ojos abiertos y pueden desplazarse al lado de su madre, incluso correr en caso de presencia de depredadores.

Dentro de los mamíferos se pueden encontrar dos ciclos reproductivos diferentes, los cuales están influenciados por efectos hormonales y neurales, estos son el ciclo menstrual y el ciclo estral (Nelson 2000).

En las hembras el ciclo menstrual o también llamado ovárico, se caracteriza por presentar una hemorragia periódica luego de la ovulación, ya que la capa endometrial del útero ya no es soportada y es expulsada junto con el ovulo no fecundado (Nelson 2000). Este ciclo se presenta en humanos, algunos monos y musarañas.

El ciclo estral o Estro (del latín *oestrus*) que significa en frenesí, se caracteriza por la secuencia de etapas que ocurren entre un periodo de celo a otro; el celo se define como la etapa en que una hembra acepta un macho (Ramírez 2006). Este ciclo reproductivo se presenta en la mayoría de mamíferos placentados o euterio (Ramírez 2006). Durante el desarrollo del ciclo estral se presentan distintas etapas las cuales son Anestro o Anestro, Proestro, Estro y Metestro o Anestro II (Nelson 2000).

En el Anestro o Diestro, los folículos se vuelven largos y las células granulosas aumentan en número y las células endocrinas forman el cuerpo lúteo. Durante esta etapa, tanto las vías genitales como los ovarios se encuentran en inactividad y las hormonas esteroides sexuales se encuentran inactivas (Nelson 2000).

Durante el Proestro se presenta crecimiento acelerado de los folículos de Graaf hasta su desarrollo total, así como de las paredes del endometrio. El Proestro coincide con el máximo desarrollo folicular y se presenta secreción de los estrógenos. A nivel comportamental se inician las actividades de cópula (Nelson 2000, Vaughan *et al.* 2000).

La fase de Estro, está relacionada con la ruptura reciente de los folículos siguiendo a la ovulación. Además de esto, los folículos terciarios comienzan a desarrollarse a folículos secundarios y aumenta la concentración de células granulosas. La actividad de las células luteicas endócrinas comienzan a formar el cuerpo lúteo y este secreta estrógeno y progesterona (Nelson 2000, Vaughan *et al.* 2000).

Durante el Metestro, el nivel hormonal esteroide disminuye, los folículos terciarios son folículos de Graaf y el cuerpo lúteo está completamente formado. El rompimiento de los folículos terciarios induce la formación de la teca interna y la teca externa (Nelson 2000).

Es posible identificar cada una de las etapas del ciclo estral por la observación de diferentes tipos de células en la pared vaginal de la hembra. Estas son células parabasales, células intermedias y superficiales con o sin núcleo (Nelson 2000, Felipe *et al.* 2001, Touma *et al.* 2001, Ji *et al.* 2008).

Las células parabasales se encuentran en la zona más externa de la capa profunda de la pared vaginal, son de formas redondas u ovals, con citoplasmas densos y bordes bien definidos, los núcleos centrales tienen una cromatina finamente granular uniforme y ocupa casi todo el volumen celular (Escobar-Botero *et al.* 2004). Este tipo de células son características del Anestro (Touma *et al.* 2001, Ji *et al.* 2008).

Las células intermedias se caracterizan por tener formas poliédricas, con citoplasmas delgados, amplios y translucidos y plegados que tienen en el centro núcleos de cromatina granular más pequeños que los núcleos de las células parabasales (De Bonilla & Turriago 1988a, Escobar-Botero *et al.* 2004). La presencia en mayor proporción de este tipo de células es característica de la etapa de Metestro (Ji *et al.* 2008).

Las células superficiales son de forma poliédrica con citoplasmas amplios, translucidos y poco plegados (Escobar-Botero *et al.* 2004). La presencia de una alta cantidad de estas células pero sin núcleo, es característico de la etapa de Estro (De Bonilla & Turriago 1988a, Ji *et al.* 2008). Cuando este tipo de células presenta núcleo, estos se ven en posición central y tienen la cromatina condensada (Escobar-Botero *et al.* 2004) y son características del Proestro (De Bonilla & Turriago 1988a, Ji *et al.* 2008).

En el caso de los machos, la actividad reproductiva está dividida en dos: una fase de “apetito” y una fase de “consumo” (Nelson 2000). La fase de “apetito”, es equivalente al cortejo y es la que envuelve todos los comportamientos que los machos usan para poder ganar una hembra. Comportamientos como buscar hembras, defender territorio, proveer alimento a las hembras pueden ocurrir durante el cortejo (Nelson 2000). La fase de “consumo”, es donde se lleva a cabo la cópula y es mucho más corta que la fase de “apetito”.

Los comportamientos de cópula en los machos se desarrollan después de la pubertad, donde los testículos se vuelven activos (Nelson 2000), pero en especies tropicales donde la temperatura es mucho más constante a lo largo del ciclo anual, las hembras pueden presentar distintos tipos reproductivos, por lo que los patrones reproductivos de los machos están determinados por el patrón reproductivo de las hembras (Kruttsch 2000).

Para el normal y efectivo desarrollo del ciclo reproductivo de las hembras, la sincronización con las condiciones favorables ambientales es vital. Esta sincronización está controlada por causas exógenas (temporalidad, disponibilidad de recursos, etc.) y endógenas (secreción de hormonas) (Vaughan *et al.* 2000, Mello *et al.* 2009). Los ciclos reproductivos del ciclo reproductivo está regulada por factores ambientales como el fotoperiodo y la temperatura (Barclay *et al.* 2004). La disponibilidad de alimento también afecta directamente la reproducción, debido a que el momento de crianza y lactancia le demanda a las hembras una gran cantidad de recursos alimentarios por el gasto de energía que implica (Vaughan *et al.* 2000, Barclay *et al.* 2004).

Para el momento en que las hembras son receptivas a los machos, estos pueden invertir energía en caracteres sexuales secundarios (Cornamentas, activar glándulas odoríparas y un gran despliegue de comportamientos de cópula), para asegurar su reproducción (Vaughan *et al.* 2000).

En algunos casos los machos pueden estar sincronizados con las hembras para copular, pero en otros casos sólo los machos dominantes son los reproductivamente activos, ejemplo de esto son los murciélagos de tierras altas. Donde las hembras debido a las condiciones ambientales buscan los mejores sitios para reproducirse, estos sitios son habitados por machos dominantes que excluyen a los demás machos para aumentar sus probabilidades de reproducción (Senior *et al.* 2005), o en algunos casos las mismas hembras expulsan a los machos por cuestiones de acaparar recursos para las crías (Senior *et al.* 2005).

### **1.1. Reproducción en Murciélagos**

Dentro del orden Mammalia, las características de la historia de vida de las especies varía con el tamaño corporal; los murciélagos (Orden: Chiroptera) han tenido procesos de historia de vida particular. Los mamíferos pequeños por característica casi general tienen camadas grandes con bebés pequeños que se maduran rápido y tienen vida corta, mientras que los mamíferos grandes tienen camadas pequeñas, sus crías se desarrollan lentamente y su vida reproductiva es larga (Promislow & Harvey 1990, Barclay *et al.* 2004).

Tomando en cuenta las características de historia de vida de los mamíferos que son analizadas por Promislow & Harvey (1990), los murciélagos están muy alejados de la estrategia de vida  $r$ , donde poseen bajos pesos corporales. A pesar de lo anterior los murciélagos pueden tener vidas longevas de hasta 30 años y sus tasas de mortalidad son bajas en comparación con otros mamíferos pequeños como los roedores (Barclay *et al.* 2004), lo que contradice la teoría de historia de vida y siguen patrones de mamíferos grandes que poseen vidas largas, mortalidad de adultos y de juveniles baja, camadas con pocas crías y una alta inversión parental, lo que puede llevar a crías mucho más competitivas y preparadas.

Los murciélagos son mamíferos placentados los cuales presentan ciclos de reproducción estral (Racey 2009, Altringham 2011). La mayoría de murciélagos presentan ciclos reproductivos que duran un año, generalmente asociados a la floración y fructificación de los lugares donde habitan (Kowalski 1981, Racey 1982, Kunz *et al.* 2009). Los periodos de gestación de los quirópteros dependen de la especie y

de algunos factores exógenos, estos pueden variar desde 45 días (p.e. *Vespertilionidae*) hasta 8 meses (p.e. *Desmodus rotundus*) de duración y la cría puede llegar a tener del 11% al 43% de la masa de la madre (Kowalski 1981, Racey 2009, Altringham 2011).

Dependiendo de la latitud donde se encuentran las especies, su reproducción va estar limitada por la estacionalidad de los hábitats. En zonas templadas donde la estacionalidad es muy marcada, la hibernación juega un papel importante en los ciclos reproductivos (Kowalski 1981, Neuweiler 2000, Senior *et al.* 2005). En zonas templadas el apareamiento se da en otoño o en algunos casos en invierno y el parto se da a finales de primavera e inicio de verano donde la oferta alimenticia es alta y se puede mantener la lactancia (Kowalski 1981, Kunz *et al.* 2009, Altringham 2011). Este tipo de reproducción es llamada monoestría, donde se presenta sólo un ciclo estral (Estro, embarazo y lactancia) durante el año. Este tipo de ciclo reproductivo es el patrón general en los murciélagos de tierras templadas, y se presenta en algunas especies de murciélagos neotropicales (p.e. *Phyllostomus hastatus*; Fleming *et al.* 1972, Willig 1985a, Altringham 2011, Neuweiler 2000, Porter & Wilkinson 2001, Duarte & Talamoni 2010).

En las zonas tropicales la dinámica reproductiva varía respecto a las zonas templadas debido a que las condiciones climáticas son mucho más estables a lo largo del año (Racey 1982). Los murciélagos pueden exhibir diferentes ciclos reproductivos que están controlados por las temporadas de lluvias o pueden ser independientes de estas (Kunz *et al.* 2009). Esta temporalidad controla los picos de floración, fructificación en las plantas y el aumento de las poblaciones de insectos (Altringham 2011).

En ambientes tropicales, la precipitación parece ser el factor más importante que afecta los ciclos reproductivos de los murciélagos, lo cual es un desencadenante directo de la actividad reproductiva y el efecto indirecto que la disponibilidad de recursos juega en este proceso. Caso particular y ejemplar de esta situación es la especie *Artibeus jamaicensis*, que presenta un pico de hembras embarazadas o lactantes al final de la temporada seca y comienzos de la húmeda, época donde se presenta mayor disponibilidad de frutos (Montiel *et al.* 2011).

Igual al caso anterior, el estudio de Stoner y colaboradores (2003) mostró una relación positiva entre los picos reproductivos y los picos de floración y fructificación en una zona de México con la especie *Leptonycteris curasoe*.

En las zonas tropicales los ciclos reproductivos de los murciélagos están clasificados como poliéstricos sincrónicos y poliéstricos asincrónicos. La poliestría sincrónica que está caracterizada por presentar dos

o hasta tres ciclos estrales en el año que pueden ser continuos o interrumpidos por etapas de inactividad reproductiva (Anestro) (Flemming 1972, Willig 1985a, Altringham 2011). En los casos que se han investigado, muchas de las actividades reproductivas en los cuales puede estar envuelta una especie particular, puede ser regido por características de los factores ambientales o de la disponibilidad de recursos; estas son clasificadas como especies poliestricas sincrónicas (Willig 1985a, Kunz *et al.* 2009, Altringham 2011).

Por otro lado, las especies que no ven afectado su recurso alimentario por la variabilidad estacional son clasificadas como poliestricas asincrónicas (Tamsitt & Valdivieso 1964, Fleming *et al.* 1972, Willig 1985a, Altringham 2011). Ejemplo de estas puede ser el vampiro común (*Desmodus rotundus*) que es reproductivamente activo todo el año y sus picos reproductivos no están asociados a ningún pico de floración o fructificación (Altringham 2011).

Aparentemente en los murciélagos neotropicales el ciclo reproductivo está gobernado principalmente por factores endógenos, aunque algunos factores exógenos han sido identificados como importantes para la reproducción como la disponibilidad de recursos, la estacionalidad y la precipitación (Altringham 2011). Los factores mencionados anteriormente son mucho más importantes que los que normalmente rigen los ciclos reproductivos de las especies de murciélagos en zonas templadas, estos han sido estudiados a lo largo del tiempo y han sido identificados como claves, es el caso del fotoperiodo, la temperatura y el ciclo circadiano (Neuweiler 2000, Mello *et al.* 2009, Altringham 2011).

La mayoría de estudios sobre reproducción en murciélagos, la información que se toma de los individuos son caracteres reproductivos externos, de los cuales el éxito de la toma del mismo está sujeto a la experiencia del investigador.

Para la caracterización reproductiva de los murciélagos machos se tiene en cuenta el tamaño y la posición de los testículos, los cuales están clasificados en cuatro posiciones según Krutzsch (2000): externos, migratorios, inguinales o escrotales permanentes e inguinales permanentes.

La caracterización reproductiva de las hembras se realiza mediante la observación de los pezones (presencia/ausencia), evidencia de leche (lactancia/post-lactancia) y palpación abdominal para la evaluación de preñez aunque en casos de preñez incipiente es casi imposible de palpar (Fleming *et al.* 1972, Dinerstein 1986, Costa *et al.* 2007, Duarte & Talamoni 2010).

La gran mayoría de caracterizaciones reproductivas toman en cuenta los caracteres externos reproductivos anteriormente mencionados como información base para determinar picos reproductivos y épocas de inactividad (Flemming *et al.* 1972, Costa *et al.* 2007, Duarte & Talamoni 2009, Santos *et al.* 2010). Sin embargo, la precisión y la veracidad de estos datos dependen en gran medida de la experiencia y la habilidad del investigador, por lo que el uso de esta información puede llevar a la mala toma de datos. Se ha propuesto el uso de citologías vaginales para evaluar el estado reproductivo real de las hembras mediante el conteo de células de pared vaginal del individuo (Laska 1990, Wang *et al.* 2008, Racey 2009).

Se han presentado discusiones sobre la existencia de ciclos estrales o menstruales en los murciélagos. Rasweiler & De Bonilla (1992), describen el ciclo reproductivo del género *Carollia* como un ciclo menstrual, argumentando relaciones con los ciclos pseudomenstruales en canidos y bóvidos, y que en este género de murciélagos se ve un claro proceso degenerativo menstrual usualmente asociado a la presencia de un cuerpo lúteo en regresión.

Zhang y colaboradores (2007), evaluaron el ciclo menstrual de la especie *Rousettus leschenaulti* (Chiroptera: Pteropodidae), enfocándose en los cambios en la estructura endometrial y ovárica. El ciclo menstrual descrito por estos tuvo una duración de 33 días, donde el sangrado vaginal estuvo restringido a un día, dentro de este estudio se realizaron citologías vaginales para evaluar en qué momento estaba menstruando cada individuo.

Elizalde-Arellano y colaboradores (2008), realizaron la caracterización reproductiva mediante el uso de citologías vaginales de la especie *Diphylla ecaudata* en un sistema cavernoso en México. El uso de la técnica permitió la identificación de partos tempranos sin necesidad de sacrificio de las hembras, así como la caracterización de las células de pared vaginal de las hembras. Se evidenció un posible comportamiento monoestríco para la especie, lo cual pone en evaluación la caracterización reproductiva de las especies de murciélagos hematófagos en el neotrópico. El número de citologías vaginales realizadas en este estudio fue bajo, pero a pesar de esto, se vislumbraron nuevos conocimientos de *D. ecaudata*, y se pone en conocimiento la importancia del uso de citologías vaginales dentro de las caracterizaciones reproductivas en murciélagos.

Wang y colaboradores (2008), también usaron la técnica de la citología vaginal para evaluar los ciclos menstruales de la especie *Myotis ricketti* (Chiroptera: Vespertilionidae). Los altos niveles de estradiol en hembras embarazadas mostraron un gran parecido con humanos, además que los conteos celulares

mostraron altas proporciones de células epiteliales y glóbulos blancos en los meses de septiembre y noviembre y durante estos meses se evidenció rastros de cópula por la observación de esperma en las citologías vaginales.

En la presente investigación se seguirá lo sugerido por Flemming y colaboradores (1972), Wilson (1979), Vaughan 2000, Racey 2009 y Altighram 2011, donde se realizan las caracterizaciones reproductivas de los murciélagos (Mammalia: Chiroptera) considerándolas como ciclos estrales.

## **1.2 Caracterizaciones reproductivas en murciélagos**

Los criterios que se consideran para evaluar la actividad reproductiva de los murciélagos, para el caso de los machos, es por lo general la apariencia de los testículos, cuya posición esta correlacionada con la actividad reproductiva (Tamsitt & Valdivieso 1965, Flemming *et al.* 1972, Graham 1987, Stoner 2003, Costa *et al.* 2007, Racey 2009, Santos *et al.* 2010). Para el caso de las hembras también se ha utilizado la descripción de caracteres externos con el fin de determinar el patrón reproductivo (Tamsitt & Valdivieso 1965, Wilson 1979, Dinernstein 1986, Zanon & dos Reis 2006, Duarte & Talamoni 2009, Santos-Moreno *et al.* 2010). Sin embargo, el uso de citologías vaginales no ha sido implementado en los estudios de caracterización reproductiva de las especies debido a su poco conocimiento (de Bonilla & Turriago 1988a,b, Laska 1990, Pérez-Pabon 2007, Larrain 2008). Esta técnica permite determinar y evaluar los ciclos reproductivos de las especies de murciélagos (Flemming *et al.* 1972, Willig 1985, Stoner *et al.* 2003, Racey 2009, Montiel *et al.* 2011, Sperr *et al.* 2011).

La clasificación reproductiva de las especies de murciélagos neotropicales en los diferentes tipos de Estro (Altringham 2011, Racey 2009) ha sido descrita por varios autores en diferentes zonas del neotrópico, teniendo en cuenta que todas estas evaluaciones se realizaron utilizando caracteres reproductivos externos. Flemming y colaboradores (1972) clasificaron a la especie *Noctilio albiventris* como monoéstrica con un pico de alumbramientos entre abril y mayo mientras que las especies frugívoras de la familia Phyllostomidae fueron caracterizadas como poliéstricas temporales. Willig (1985a) también clasificó la especie *Neoplatymops mattogrossensis* con el mismo ciclo estral con un pico de alumbramientos entre los meses de noviembre y diciembre.

En otro estudio, Willig (1985 b) evaluó los patrones reproductivos de especies de murciélagos de las familias Phyllostomidae y Noctilionidae en las regiones de la Caatinga y el Cerrado en el norte de Brasil. Encontró que los patrones reproductivos de las especies evaluadas estuvieron fuertemente

relacionados con los patrones temporales de lluvias, por lo cual las especies muestran ciclos reproductivos sincronizados con los picos y floración y fructificación, patrones que también fueron sugeridos en diferentes zonas del neotrópico como Trinidad y Tobago (Porter & Wilkinson 2001), Brasil (Costa *et al.* 2007, Duarte & Talamoni 2009) y Costa Rica (Dinerstein 1986, Tschapka 2005). Laska (1990) aplicando técnicas de citologías vaginales describe el periodo de gestación de una colonia mantenida en cautiverio de *Carollia perspicillata* durante 36 meses. El pico de nacimientos de la colonia en los 3 años fue en el mes de marzo. Mediante las citologías vaginales evidenció cópula post parto que no resultó en embarazo, y evidenció cópulas exitosas y fertilización hasta 25-32 días después del parto.

Pocas investigaciones muestran cómo los ensamblajes de murciélagos responden a diferentes hábitats con diferentes presiones antropogénicas y en particular los efectos sobre sus patrones reproductivos. Este tema ha sido abordado desde diferentes perspectivas: como Brobowiek & Gribel (2010), donde evaluaron el efecto del uso del suelo sobre la composición de las comunidades, o como el caso de Mello y colaboradores (2009) donde evalúan la relación de algunos factores climáticos y el ciclo reproductivo de la especie *Sturnira lilium*.

En Colombia se han realizado pocos trabajos enfocados a la evaluación reproductiva de los murciélagos: Tamsitt & Valdivieso (1963, 1964 y 1965) al estudiar la reproducción de especies de murciélagos filostómidos en Colombia encontraron que *Artibeus lituratus* presentaba un ciclo reproductivo de tipo poliéstrico ya que encontraron hembras preñadas durante todo el año (Tamsitt & Valdivieso 1963). Además evidenciaron que los ciclos reproductivos de *A. lituratus*, *A. jamaicensis*, *Glossophaga soricina* y *Desmodus rotundus* fue continuo durante todo el año, y en algunos casos se presentó Estro pos parto o actividad reproductiva inmediata luego de dar a luz (Tamsitt & Valdivieso 1964), mientras que especies como *Phyllotomus discolor* presentó dos picos de nacimiento muy marcados a lo largo del año el primero en enero y el segundo en octubre.

Wilson (1979) realizó una revisión de los patrones reproductivos de murciélagos neotropicales realizando la caracterización por especie a partir de la información disponible. Destacó que para algunas especies en Colombia como *Phyllostomus hastatus* se registra un patrón poliéstrico de reproducción; mientras que en países de Centro América el patrón para la misma especie era monoéstrico.

De Bonilla & Turriago (1988 a, b) describieron el ciclo reproductivo de *Carollia perspicillata* a partir de frotis vaginales realizados a hembras que posteriormente fueron sacrificadas para realización de estudios histológicos del tracto reproductor. Encontraron dos picos reproductivos al año, el primero entre Febrero y Marzo y el segundo entre Junio y Agosto. Evidenciaron Estro postparto para esta especie al encontrar hembras grávidas y lactando simultáneamente. Posteriormente Pérez-Pabón (2007) realizó una descripción de los ciclos estrales de los murciélagos presentes en la Reserva Natural La Montaña del Ocaso (Quindío-Colombia) y en el Santuario de Flora y Fauna Otun Quimbaya (Risaralda-Colombia), describiendo un protocolo para realizar citologías vaginales de murciélagos en campo y laboratorio, usando la tinción de Gram.

Larraín-González (2008) realizó la descripción del estado reproductivo de los murciélagos presentes en fincas con ganadería intensiva y cafetales en el norte del Valle del Cauca (Colombia) durante el periodo Agosto 2006 - Febrero 2007. Las citologías revelaron estados reproductivos que no fueron observados en campo por la caracterización reproductiva externa como por ejemplo (p.e. cópula, Estro o preñez incipiente).

El catalogar una hembra en campo como inactiva reproductivamente utilizando caracteres reproductivos externos puede ser una suposición errónea que puede llevar a conclusiones equivocadas sobre la fenología reproductiva de las especies de murciélagos. En este trabajo se describe la fenología reproductiva de las especies de murciélagos asociados a dos sistemas de ganadería en el departamento de Córdoba-Colombia y se evalúa si se presentan diferencias entre los dos sistemas, usando las citologías vaginales como evaluador del estado reproductivo de las hembras.

### **1.3 Bosque Seco Tropical en Colombia**

Los Bosques secos tropicales (BsT) se caracterizan por tener de 250 a 2000 mm de precipitación anual distribuidos de 4 a 6 meses durante el año, en la mayoría de casos se caracteriza por tener dos periodos secos. Generalmente los BsT son menos complejos estructural y florísticamente que los bosques húmedos tropicales (Murphy & Lugo 1986). Los BsT tienen cerca de la mitad de especies vegetales que los bosques húmedos y muy húmedos, siendo las familias Cactaceae, Capparidaceae y Zygophyllaceae las mejor representadas en estos ecosistemas y compartiéndolas con el bosque húmedo tropical (IAvH 1997).

Se ha demostrado que las familias botánicas con mayor cantidad de especies son la familia Fabaceae, teniendo la mayor cantidad de especies de árboles y arbustos y que la Familia Bignoniaceae posee la mayor cantidad de especies de lianas, siendo estas un indicador del estado de desarrollo de los bosques (Gillespie et al. 2000). Debido a los procesos de ganadería y quema de bosques que normalmente ocurren debido a la presión antropogénica, esta alta diversidad de especies de las familias anteriormente mencionadas disminuye de manera drástica (Gillespie et al. 2000).

En Colombia la mayor cobertura de BsT se encuentra en la zona del Caribe, incluyendo el sur de la Guajira (Pennington *et al.* 2009). Seguida a esta, está la región seca del valle del río Magdalena, en los departamentos de Tolima, Cundinamarca y Huila, y por último, la extensión del valle del río Cauca donde sólo existen pequeños remanentes aislados (IAvH 1997). En la costa caribe colombiana (departamentos de Atlántico, Cesar, Córdoba y Sucre), existían originalmente 80.000 hectáreas (Díaz 2006). Sin embargo debido al establecimiento de sistemas de ganadería desde el siglo XIX (Pinzón 1991) y algunos sistemas de agricultura, actualmente persiste el 1.5% de cobertura original de BsT

Debido a que la región posee condiciones físicas y ecológicas óptimas para el desarrollo de la ganadería lo que permite productividad continua durante todo el año. Para el año de 1991 se contaban con 3'300.000 de cabezas de ganado aproximadamente, ubicando al departamento como el segundo productor ganadero del país (Pinzón 1991). La ganadería en el departamento se desarrolló tardíamente debido a factores ambientales; para cuando se presentaron las condiciones propicias para el desarrollo industrial ganadero, se presentó una alta colonización humana, lo que multiplicó los índices de deforestación y pérdida de la cobertura vegetal original (Pinzon 1991). Esta expansión se presentó desde la mitad del siglo XIX hasta aproximadamente la década de los 30's y 40's donde el departamento de Córdoba afianzó su potencial ganadero y se ubicó en los primeros puestos de producción de carne bovina del país (Pinzón 1991).

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los BsT en Latinoamérica han sido transformados en un 66% de su cobertura original debido al cambio de uso del suelo en actividades ganaderas tropicales (Quesada *et al.* 2009). En Colombia este ecosistema tiene su mayor distribución en el departamento de Córdoba, el cual es uno de los mayores productores ganaderos del país. En este departamento sólo persiste el 1.5% de la cobertura original de BsT (Pinzón 1991, Pennington *et al.* 2000 y 2009), presentándose a modo de fragmentos inmersos en matrices dedicadas a la ganadería que son los únicos sitios disponibles para la permanencia de la fauna (Pérez-Torres 2004, Castro-Luna *et al.* 2007). Para el caso de los murciélagos, las tasas de dispersión varían según la especie y pocos estudios han evaluado para los BsT cómo los ensamblajes de murciélagos responden a los diferentes hábitats, con diferentes presiones antropogénicas y en diferentes estados de sucesión vegetal (Estrada & Coates-Estrada 2001, Brobowiek & Gribel 2010). Estos cambios se ven reflejados en la tasa reproductiva de las especies la cual está condicionada por factores exógenos (p.e. dieta, disponibilidad de recursos, luz día, etc.) y endógenos (p.e. ciclos hormonales) (Cosson *et al.* 1999, Mello *et al.* 2009). Los procesos ganaderos del tipo tradicional en el departamento de Córdoba han causado un cambio en la composición florística y estructura de la vegetación en los bosques secos tropicales, afectando la variación temporal de los recursos alimentarios y probablemente la actividad reproductiva de los murciélagos.

La disponibilidad de recursos alimentarios para los murciélagos en los bosques inmersos en matrices ganaderas tradicionales determinan la inversión de energía en actividades reproductivas como la lactancia, parto y crianza (Barclay *et al.* 2004, Frick *et al.* 2010). La escala, la intensidad y la duración de los procesos ganaderos, afecta la disponibilidad de alimento, incidiendo sobre la dinámica reproductiva de las especies de murciélagos, ya que la mayoría de especies neotropicales sincroniza su actividad reproductiva con los picos de floración y fructificación de las especies vegetales en los bosques (Dinerstein 1986, Barclay *et al.* 2004, Costa *et al.* 2007). Al disminuir o perderse los recursos disponibles para la reproducción se presentan bajas tasas reproductivas y los recursos disponibles se utilizan para el autosostenimiento (Barclay *et al.* 2004).

Actualmente en el departamento de Córdoba se han implementado sistemas de ganadería silvopastoriles como una alternativa al manejo ganadero tradicional. Este sistema, más amigable con el medioambiente, incorpora especies arbóreas para uso comercial y en muchos casos el mantenimiento de cobertura arbórea nativa. Por otra parte este tipo de manejo implica un incremento en la

conectividad estructural entre los fragmentos de bosque remanentes y un incremento en la disponibilidad de recursos para el mantenimiento y reproducción de la fauna local. Por lo anterior, se requiere evaluar qué efectos tienen estos nuevos modelos ganaderos silvopastoriles comparados con los tradicionales sobre las dinámicas reproductivas de los murciélagos y si estos están afectando la sincronía de las especies para reproducirse en los picos de floración y de fructificación en los bosques secos tropicales en el departamento de Córdoba-Colombia.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Determinar los aspectos reproductivos de las especies de murciélagos en bosques secos tropicales bajo diferentes sistemas de manejo ganadero, permitirá evaluar el estado de las poblaciones y la probabilidad de extinción de estas. Lo anterior, en la medida que se dispondrá de información que permita determinar la actividad reproductiva de las diferentes especies (ciclos estrales, actividad y condición reproductiva). La teoría de historias de vida predice que si las condiciones del hábitat son de baja calidad los recursos siempre van a ser invertidos en el automantenimiento y no en la reproducción, lo cual aumenta la probabilidad de supervivencia y la adecuación para próximos eventos reproductivos (Barclay *et al.* 2004).

Los disturbios que implican las actividades ganaderas afectan de manera diferencial a las especies de murciélagos, dependiendo de sus hábitos alimentarios (Calonge *et al.* 2010). El manejo tradicional del paisaje ganadero implica la creación de amplias áreas de pastoreo disminuyendo la disponibilidad de flores y frutos, mientras que el manejo silvopastoril en algunas fincas ganaderas del departamento de Córdoba permiten el mantenimiento de algunas especies de árboles y arbustos que aumenta la disponibilidad de recursos. Este último tipo de manejo ganadero puede permitir el aumento de las tasas reproductivas de las especies de murciélagos y que las condiciones ambientales en los remanentes de bosque y en las matrices donde se encuentran inmersos presenten condiciones menos nocivas para su permanencia (Frick *et al.* 2010), este trabajo proveerá información sobre qué tanto cambia la reproducción de los murciélagos entre sistemas silvopastoriles y tradicionales de ganadería.

## **4. OBJETIVO GENERAL**

Comparar la fenología reproductiva de las especies de murciélagos entre bosque seco tropical con manejo ganadero silvopastoril y manejo ganadero tradicional en el departamento de Córdoba-Colombia.

### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **Objetivo Específico uno (1)**

Caracterizar la fenología reproductiva de los murciélagos y compararla entre un sistema de ganadería tradicional y un sistema de ganadería silvopastoril asociados a bosque seco tropical en el departamento de Córdoba-Colombia.

#### **Pregunta de investigación para el objetivo específico uno (1)**

¿Existen diferencias en la fenología reproductiva de las especies de murciélagos presentes en bosque seco tropical con diferentes tipos de manejo ganadero extensivo (tradicional y silvopastoril) en Córdoba- Colombia?

#### **Hipótesis de Investigación I**

La fenología reproductiva de los murciélagos en remanentes de BsT en el sistema ganadero silvopastoril será más continua que la fenología reproductiva de los murciélagos en remanentes de BsT en el sistema ganadero tradicional.

#### **Predicciones**

- Las especies de murciélagos presentes en remanentes de BsT bajo manejo ganadero tradicional presentarán poliestría bimodal mientras que las especies que se encuentren en remanentes de bosque seco tropical bajo manejo silvopastoril presentarán poliestría atemporal.
- Se encontrará una mayor proporción de hembras en etapa de Estro de cada especie de murciélago en los remanentes de bosque seco tropical asociados al manejo silvopastoril que en los remanentes de bosque seco tropical asociados al manejo tradicional.
- En los remanentes de BsT asociados al manejo de ganadería tradicional se encontrará una mayor proporción de hembras en estado de Metestro y Anestro.

### **Objetivo Específico dos (2)**

Determinar si la actividad reproductiva de las hembras de las diferentes especies de murciélagos encontradas en dos sistemas de ganadería (tradicional y silvopastoril) en el departamento de Córdoba-Colombia, está relacionada con la disponibilidad de recursos.

### **Pregunta de investigación para el objetivo específico tres (2)**

¿La variación en la fenología reproductiva de los murciélagos puede ser explicada por variaciones en la disponibilidad de recursos alimentarios en sistemas ganaderos tradicionales y silvopastoriles?

### **Hipótesis de Investigación II**

Las diferencias en la fenología reproductiva de los murciélagos entre cada sistema ganadero (tradicional o silvopastoril) se explicará por la disponibilidad de alimento (flores y frutos) en cada uno de los sistemas.

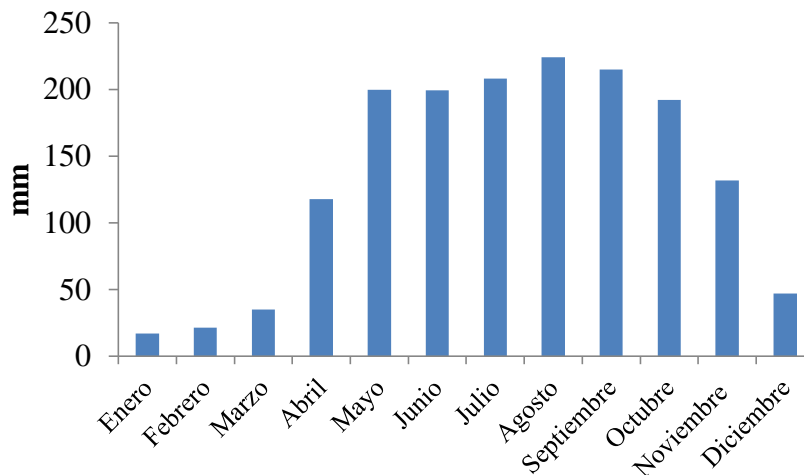
### **Predicción**

- Los cambios en la actividad reproductiva de los murciélagos en cada sistema ganadero se verán explicados en mayor medida por la variación en la disponibilidad de alimento que por cambios en variables ambientales como la temperatura y la humedad relativa.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Área de Estudio

El departamento de Córdoba está localizado al Noreste de Colombia, al norte de la cordillera occidental. Tiene un área aproximada de 25.020 Km<sup>2</sup> distribuidos en 28 unidades político-administrativas. La mayor parte de las tierras son de relieve plano y pertenecen a valles y llanuras de inundación de los ríos Sinú y San Jorge. El clima del departamento es cálido tropical con precipitaciones promedio de 1300 mm hasta los 3000-4000 mm. El régimen de precipitación es unimodal con una temporada lluviosa entre los meses de mayo y noviembre, el resto de los meses es generalmente seco (Figura 1). La temperatura promedio es de 27-28°C para la mayor parte del departamento (Ballesteros *et al.* 2006).



**Figura 1. Régimen de precipitación de lluvia en el Departamento de Córdoba. Datos tomados de Rangel-Ch & Arellano 2010.**

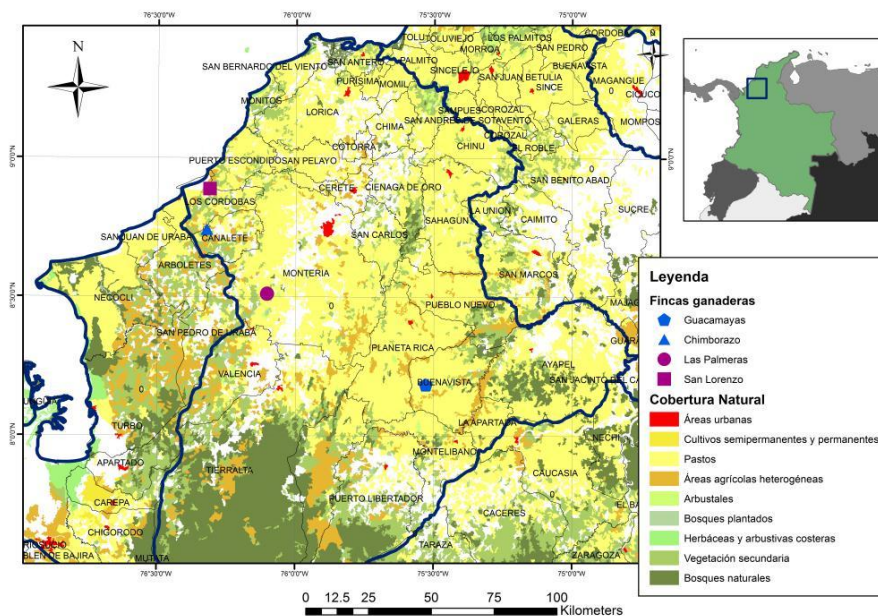
Se seleccionaron dos fincas que mantuvieran remanentes de bosque seco tropical y que manejaran un sistema ganadero extensivo tradicional y dos fincas que mantuvieran remanentes de bosque seco tropical bajo un manejo ganadero extensivo silvopastoril. Los sistemas ganaderos silvopastoriles son una modalidad de agroforestería en la que se combinan en el mismo espacio plantas forrajeras, como gramíneas y leguminosas rastreras, con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y otros usos complementarios (Chará *et al.* 2011).

La elección de estos sitios de muestreo se realizó en 4 municipios del departamento (Montería, Los Córdoba, Buenavista y Canalete). Para la selección de las fincas, además de las características de los remanentes, la matriz circundante y el manejo ganadero, se tuvieron en cuenta las condiciones

logísticas, la facilidad y permisos de acceso, la seguridad y el orden público en la zona (Tabla 1; Figura 2).

**Tabla 1.** Áreas de estudio de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y áreas de estudio de manejo tradicional.

MANEJO GANADERO	FINCA RESERVA	MUNICIPIO	ÁREA DE LA FINCA	TAMAÑO FRAGMENTO DE BOSQUE
<b>Tradicional</b>	Guacamayas	Buena Vista	459 ha	~34 ha
	Chimborazo	Canalete	470 ha	~65 ha
<b>Silvopastoril</b>	Palmeras	Montería	560 ha	28 ha
	San Lorenzo	Los Córdoba	800 ha	~100 ha



**Figura 2.** Áreas de muestreo durante los meses de Agosto de 2011 a abril de 2012. Las figuras geométricas azules son las áreas bajo ganadería tradicional y las figuras geométricas de color morado son las áreas bajo ganadería Silvopastoril.

Los fragmentos de bosque en las fincas con manejo silvopastoril presentan una historia de no intervención de más de 30 años, con cercas vivas, matriz de ganadería extensiva con praderas naturales poli-específicas y rastrojos asociados, no se usan plaguicidas ni herbicidas, y presentaron prácticas de

manejo agroforestal por más de 12 años. Las fincas con manejo tradicional también presentan bosques con historia de no intervención de más de 30 años, dominados por una matriz de potreros abiertos con praderas monoespecíficas, con pastos mejorados, pocos árboles y uso frecuente de plaguicidas y herbicidas.

## 5.2 Colecta de murciélagos

Para la captura de murciélagos se utilizaron 14 redes de niebla de seis metros de largo por tres metros de alto en cada sitio de muestreo, estas se ubicaron de manera *ad libitum*, buscando posibles zonas de percha, forrajeo o paso (Barlow 1999). Se instalaron 9 redes a nivel de piso 0-3 metros y se intentó elevar siempre elevaron 5 redes de niebla >4 metros de altura. Se tuvo en cuenta la configuración de cada bosque con el fin de tener el mayor éxito de captura (Barlow 1999). Durante los meses de agosto de 2011 a abril de 2012, de cuatro (4) a siete (7) días por mes las redes fueron abiertas desde las 18:00 hasta las 06:00 hrs. y se revisaron cada 30-45 minutos, con el fin de evitar la muerte de individuos debido al posible estrés al enredarse en la red (Calonge *et al.* 2010), en cada uno de los sitios de muestreo.

A cada murciélago capturado se le registraron sus medidas morfométricas estándar (longitud total, oreja, hoja nasal, antebrazo, envergadura, pata con uña, pata sin uña) para su correcta identificación taxonómica, por medio de un calibrador (DiaMax, 0.1mm). Se tomaron datos de sexo, peso y estado de desarrollo por medio de la osificación (Dinerstein 1986, Brunet-Rossinni & Wilkinson 2009). Para la identificación de los individuos se utilizaron las claves de Tim & LaVal (1998) y Linares (1998) y se siguió la nomenclatura para la identificación y clasificación dada por Wilson & Reader (2005). Los datos fueron consignados en una libreta de campo (Anexo 1) y posteriormente se registraron en una base de datos.

Se realizó una colección de referencia de macho y hembra por especie. Se prepararon y conservaron especímenes *voucher*. Esta Colección fue depositada en la Colección de Mamíferos del Museo Javeriano de Historia Natural de la Pontificia Universidad Javeriana (MUJ). Los especímenes no colectados fueron marcados en el mesopatagio del ala derecha con un tatuador (STONE 3/8 Tatoo Digit) con el fin de controlar la recapturas en los sitios de muestreo y no sobrestimar la abundancia de las especies.

### **5.3 Caracterización reproductiva**

La caracterización reproductiva se realizó por medio de la revisión de los caracteres externos tanto de hembras (Preñada, Lactante, Poslactante e Inactiva), como de machos observado la posición de los testículos (Escrotales, inguinales o impalpables; Krutzsch 2000).

Para la realización de citologías en campo de las hembras se siguió el protocolo de Pérez-Pabón *et al.* (En escritura). Se usa una micropipeta de 2  $\mu$ l., con solución salina que se inocula en la vagina de la hembra (Para murciélagos medianos o grandes se usan 2  $\mu$ l y para pequeños de 1 a 1.5  $\mu$ l). Esto hace que las células de la pared vaginal se disgregan y se suspendan en la solución salina. Luego de este procedimiento que tiene una duración de máximo 2 minutos, con la misma micropipeta, se succiona la gota de la vagina y se extiende a lo largo de una lámina de vidrio rotulada. La lámina con la suspensión se deja secar a temperatura ambiente dentro de una caja portaobjetos para que no se contamine. Una vez seca la muestra se fija con alcohol acetona al 96% y se deja secar nuevamente a temperatura ambiente.

Posteriormente, en laboratorio se realizó una tinción de Gram a la suspensión y se seca a temperatura ambiente. Mediante un microscopio (Nikon Eclipse E400), se realizó el conteo celular a 40x de magnitud para establecer cuantas células de cada tipo (parabasales intermedias, superficiales nucleadas y superficiales anucleadas) se encontraban presentes en ciento cincuenta (150) células. A partir de esto se calculó un porcentaje de aparición de cada tipo de célula para establecer la etapa estral en la que se encontraba cada hembra durante el periodo de muestreo de agosto de 2011 a abril de 2012.

### **5.4 Disponibilidad de recursos**

Con el fin de poder realizar comparaciones entre los sistemas de manejo, se utilizó la metodología planteada por Alvear y colaboradores (2009) en diferentes épocas del año, así, es posible realizar análisis temporales de la oferta de frutos y relacionarlos con otro tipo de datos. Este método consiste en el conteo directo de todos los individuos fructificados y la estimación de la oferta de los mismos en cuatro transectos de 50 metros de largo por cuatro metros de ancho realizados *ad libitum* en los fragmentos de bosque seco tropical en cada finca. Las estimaciones se llevaron a cabo cada 20 días durante los meses de septiembre de 2011 a julio de 2012. En cada transecto la información registrada para cada individuo con frutos fue: Altura total (m), Altura de copa (m), Volumen medio de la copa a partir de los diámetros mayor y menor de la copa (m), Diámetro a la altura del pecho (DAP).

Para la estimación de la oferta de frutos (número de frutos), la estimación de árboles, arbustos, lianas de amplia cobertura, se seleccionaron tres volúmenes de la copa de 1 m<sup>3</sup> para realizar la cuantificación

de los frutos. Para el caso de hierbas o arbustos pequeños donde toda la oferta de la planta se encuentra localizada en un único volumen de 1 m<sup>3</sup>, se realizó el conteo total de frutos que corresponde a la oferta total de la planta en ese momento.

### **5.5 Análisis de la información**

Se realizaron curvas de acumulación de especies tomando el número de individuos como unidad de esfuerzo de muestreo (Gotelli & Colwell 2001). Para eliminar el efecto del orden en que se adicionaron las muestras, la muestra fue aleatorizada 1000 veces empleando el software EstimateS 8.0.0. (Colwell 2006). Se evaluó el ajuste de la curva generada al modelo de Clench y Chao 1 para estimar la representatividad del muestreo respecto al número esperado de especies para el área de estudio (Soberón & Llorente 1993).

El éxito de captura se calculó mediante (Individuos-noche/horas-red). Este valor se utilizó como un indicador de la abundancia relativa en el área de muestreo (Pérez-Torres 2004). Se realizaron pruebas de diferencia de proporción para evaluar la información de las replicadas de cada uno de los sistemas ganaderos evaluados y pudieran ser tomadas como un todo por sistema ganadero (Balzarini *et al.* 2008) y pruebas de Friedman para evaluar las diferencias entre las abundancias relativas por especie en cada fase estral. Se evaluaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas por medio de las pruebas de Kruskal Wallis y Friedman para realizar comparaciones entre los sistemas de manejo ganadero, evaluando si se presentan diferencias significativas entre cada sistema de manejo ganadero (Silvopastoril y Tradicional).

Se realizaron tablas de contingencia para evaluar si se presentaba relación estadística entre variables reproductivas de machos y hembras y posteriormente se realizaron análisis de correspondencias canónicas para evaluar el grado de dependencia de las variables reproductivas teniendo en cuenta el posible efecto del tipo de sistema de ganadería (tradicional y silvopastoril). Estos análisis fueron realizados en el software estadístico InfoStat (DiRienzo *et al.* 2012).

## 6. RESULTADOS

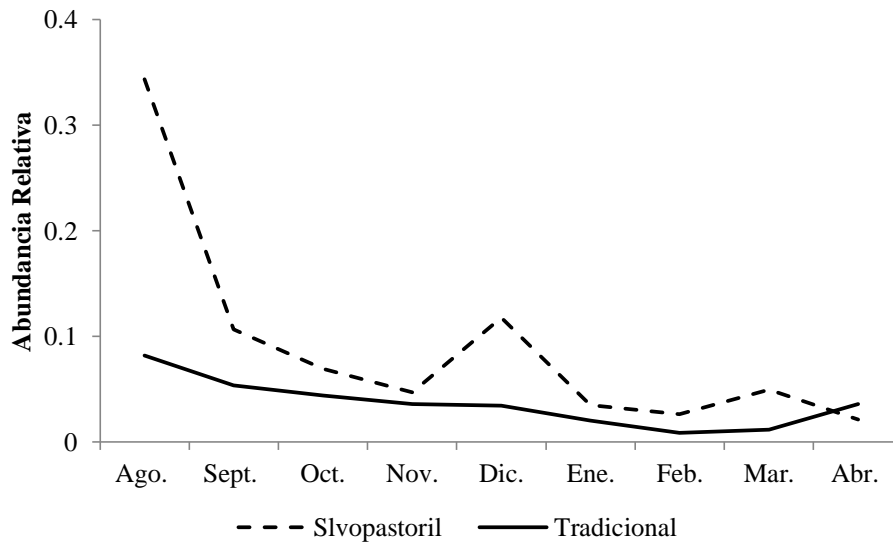
### 6.1 Éxito de captura por Finca

El éxito de captura ( $E = \# \text{ individuos/hora-red}$ ) varió a lo largo de los meses de agosto de 2011 a abril de 2012 tanto en el sistema tradicional como en el silvopastoril (Figura 3). Durante el muestreo se capturaron más individuos en el sistema silvopastoril ( $n = 1476 \text{ ind.}$ ) que en el sistema tradicional ( $n = 650 \text{ ind.}$ ).

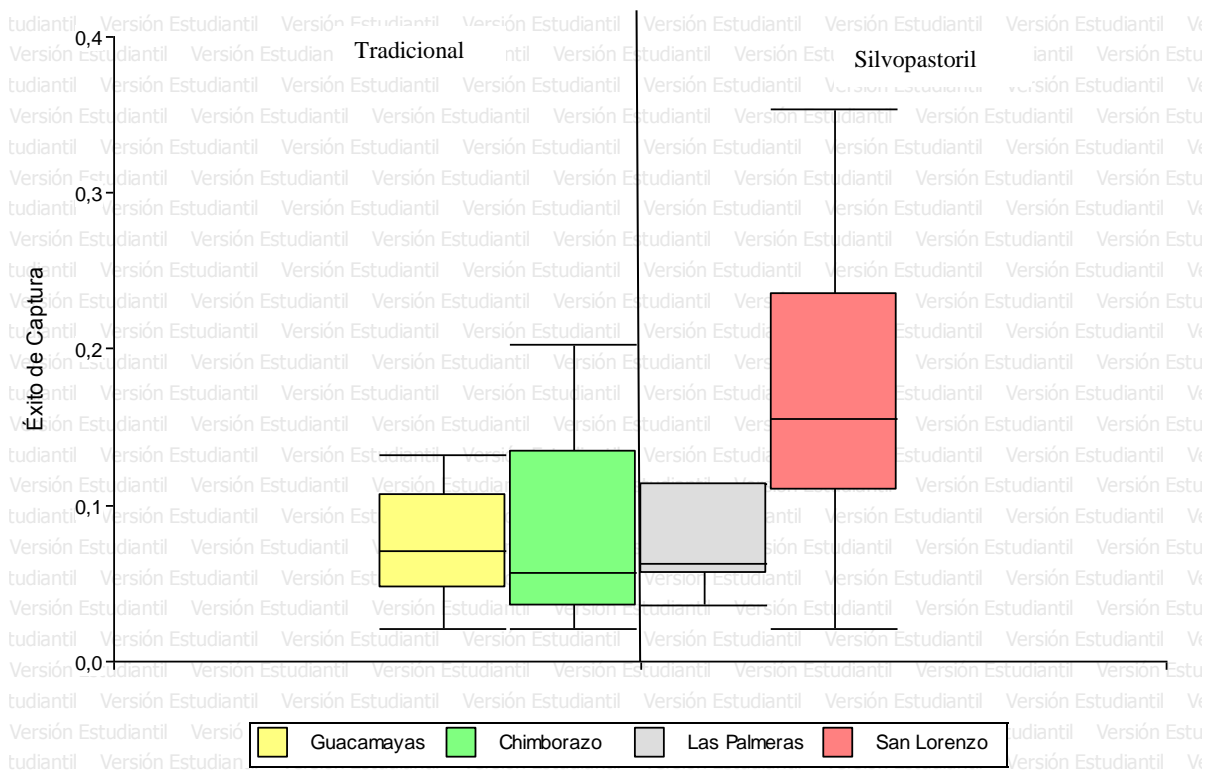
Para el sistema tradicional se presentaron picos de abundancia definidos a lo largo del muestreo. En la finca Chimborazo en los meses de octubre del 2011 ( $E= 0.1726 \text{ ind./horas-Red}$ ) y diciembre del 2011 ( $E= 0.11 \text{ ind./horas-Red}$ ), mientras que en la finca Guacamayas el aumento de abundancia relativa de los murciélagos se presentó entre los meses de septiembre de 2011 ( $E= 0.1051 \text{ ind./horas-Red}$ ) y Noviembre ( $E= 0.0833 \text{ ind./horas-Red}$ ).

En el sistema silvopastoril, los valores máximos de abundancia relativa para la finca Las Palmeras se presentaron en los meses de Agosto de 2011 ( $E= 0.3432 \text{ ind./horas-Red}$ ), Septiembre ( $E= 0.2281 \text{ ind./horas-Red}$ ) y Noviembre ( $E=0.0880 \text{ ind./Horas-Red}$ ) del 2011. Para la finca San Lorenzo donde se capturó la mayor cantidad de individuos ( $n= 978 \text{ ind.}$ ), los mayores valores de abundancia relativa fueron en los meses de Septiembre ( $E= 0.2035 \text{ ind./horas-Red}$ ), Octubre ( $E= 0.2440 \text{ ind./horas-Red}$ ) y Diciembre ( $E= 0.3164 \text{ ind./horas-Red}$ ).

Al evaluar el éxito de captura en los sistemas ganaderos se encontró que el sistema silvopastoril fue significativamente mayor que el sistema tradicional (análisis bifactorial de Friedman  $\chi^2=5.444$ ,  $p=0.025$ ). Siendo la finca San Lorenzo la que mayor cantidad de individuos presentó durante el muestreo (análisis bifactorial de Friedman:  $n=36$ ,  $gl= 3$ ,  $P= 0.0096$ ; Figura 4).



**Figura 3. Éxito de captura por mes en el sistema tradicional fincas Guacamayas y Chimborazo (a.) y en el sistema Silvopastoril fincas Las palmeras y San Lorenzo (b.).**



**Figura 4. Éxitos de captura sistema tradicional (Guacamayas Chimborazo) y sistema silvopastoril (Las Palmeras y San Lorenzo), durante los meses de agosto de 2011 a abril de 2012.**

Se capturaron un total de 2250 individuos de 36 especies, pertenecientes a las familias Phyllostomidae (27 especies), Noctilionidae (una especie), Vespertilionidae (tres especies), Emballonuridae (dos

especies), Mormoopidae (una especie) y Molossidae (dos especies; Tabla 2). Del total de individuos capturados las especies más abundantes fueron *Artibeus planirostris* (408 ind), *Artibeus lituratus* (n=319), *Carollia castanea* (n=239), *Carollia perspicillata* (n=228), *Phyllostomus discolor* (n=174), *Dermanura phaeotis* (n=173), *Uroderma bilobatum* (n=128), *Carollia brevicauda* (n=84) y *Glossophaga soricina* (n=72; Tabla 2). De las 36 especies capturadas, 11 fueron exclusivas para el sistema tradicional, mientras que para el sistema silvopastoril cinco fueron exclusivas. Las especies más abundantes (a excepción de *Phyllsotomus discolor* y *Artibeus planirostris*) se encontraron en mayor proporción en los sistemas silvopastoriles.

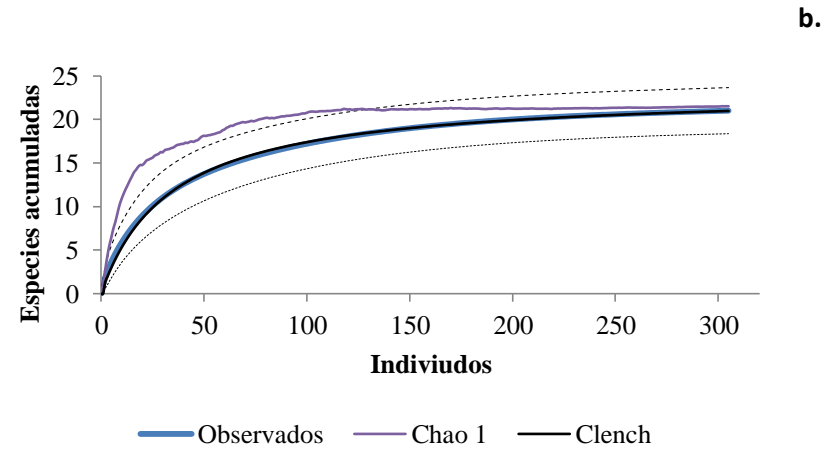
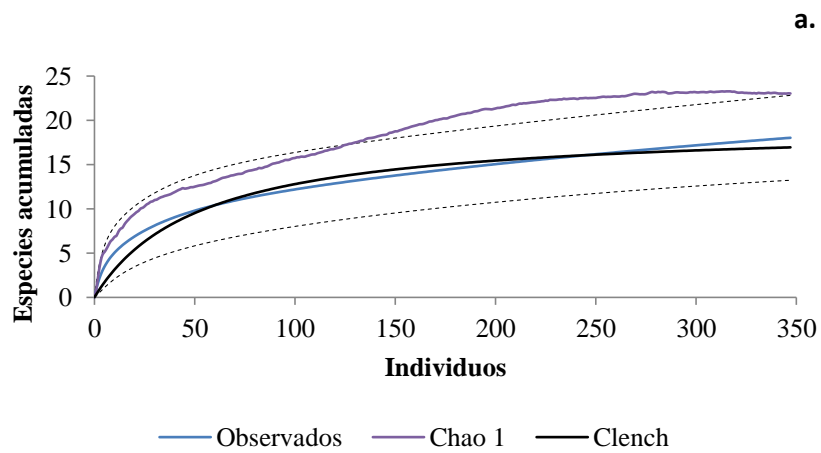
En las fincas Guacamayas (Tradicional) y San Lorenzo (Silvopastoril) las curvas de acumulación de especies se estabilizaron, mientras que para las fincas Chimborazo (Tradicional) y Las Palmeras (Silvopastoril) las curvas no se estabilizaron (Figura 5). Se encontró que la representatividad el muestreo a través del modelo de Clench para las fincas en los dos sistemas ganaderos (Tradicional y Silvopastoril) fue superior al 98% (Tabla 3). El indicador no paramétrico de Chao 1 mostró que los valores más bajos se presentaron en aquellas fincas donde no se estabilizó la curva de acumulación de especies con un 78% y 69% en las fincas Chimborazo (Tradicional) y Las Palmeras (Silvopastoril) respectivamente. En las fincas Guacamayas (Tradicional) y San Lorenzo (Silvopastoril) la representatividad frente a este indicador mostró un 95% en cada una (Tabla 3).

**Tabla 2. Especies de murciélagos registradas entre Agosto del 2011 y Abril del 2012 para los sistemas ganaderos silvopastoriles y tradicionales en el departamento de Córdoba. Se sigue la taxonomía propuesta por Wilson & Reader 2005**

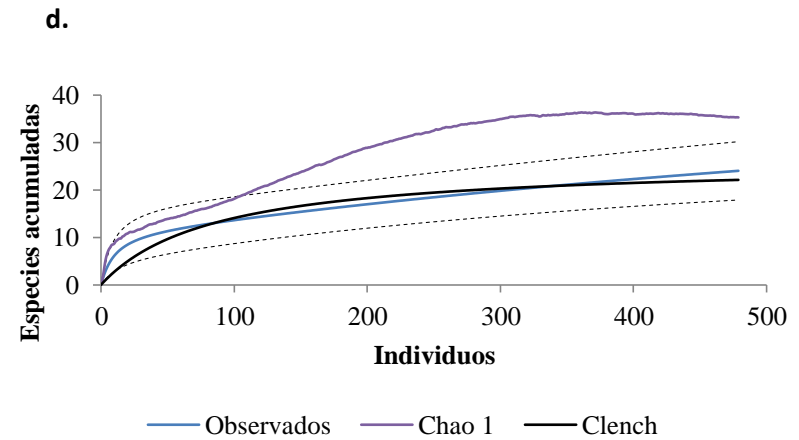
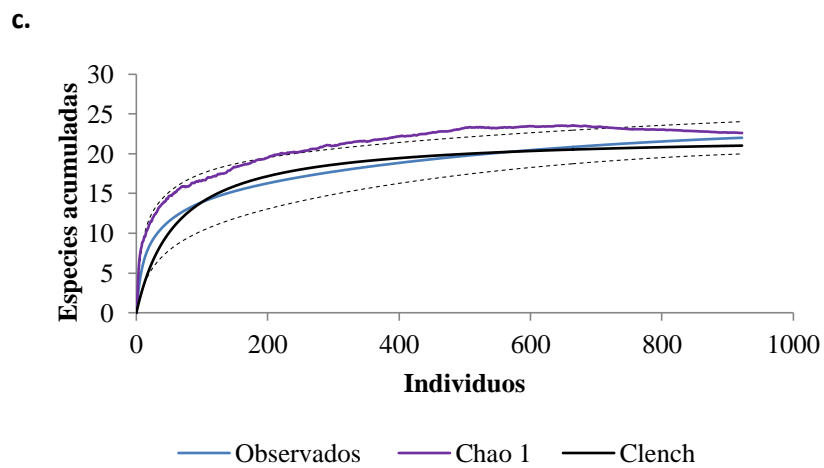
Familia	Sub-Familia	Especie	Sistema Silvopastoril		Sistema Tradicional		Total
			San lorenzo	Las Palmeras	Chimborazo	Guacamayas	
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	31	23	14	4	72
		<i>Glossophaga commisarissi</i>	2	0	1	0	3
		<i>Lonchophylla thomasi</i>	0	0	1	0	1
		<i>Lonchophylla robusta</i>	0	1	0	0	1
		<i>Lionycteris spurreli</i>	1	0	0	0	1
	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	199	27	54	39	319
		<i>Artibeus planirostris</i>	115	81	92	120	408
		<i>Dermanura phaeotis</i>	144	2	7	20	173
		<i>Dermanura watsonni</i>	19	0	0	0	19
		<i>Sturnira lilium</i>	20	45	1	7	73
		<i>Platyrrhinus umbratus</i>	0	1	0	0	1
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	7	2	2	3	14
		<i>Uroderma bilobatum</i>	53	56	1	18	128
		<i>Uroderma magnirostrum</i>	0	1	0	0	1
		<i>Vampyressa nymphaea</i>	5	3	2	4	14
	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	124	66	23	15	228
		<i>Carollia brevicauda</i>	42	21	8	13	84
		<i>Carollia castanea</i>	117	96	11	15	239
	Phyllostominae	<i>Micronycteris megalotis</i>	0	0	0	3	3
		<i>Micronycteris microtis</i>	0	0	0	1	1
		<i>Phyllostomus elongatus</i>	0	1	0	0	1
		<i>Trachops cirrhosus</i>	0	1	0	0	1
		<i>Mimon crenulatum</i>	0	1	1	0	2
		<i>Lophostoma silviculum</i>	0	2	0	9	11
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	13	0	16	4	33
	<i>Phyllostomus discolor</i>	18	19	111	26	174	
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	2	10	3	0	15
Noctilionidae		<i>Noctilio albiventris</i>	2	0	0	3	5
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Rhogeessa</i> sp	1	0	0	0	1
		<i>Rhogeessa minutilla</i>	0	0	0	2	2
		<i>Eptesicus</i> sp	1	0	0	0	1
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Saccopteryx leptura</i>	4	1	1	3	9
		<i>Saccopteryx bilineata</i>	0	1	0	0	1
Mormoopidae		<i>Pteronotus davyi</i>	0	1	0	0	1
Molossidae		<i>Molossus molossus</i>	2	1	0	6	9
		<i>Molossops temminkii</i>	0	0	0	1	1

Tabla 3. Parámetros de ajuste para las curvas de acumulación realizadas en las áreas de estudio.  $a$ = pendiente al inicio del muestreo,  $b$  = parámetro relacionado con la forma de acumulación de nuevas especies durante el muestreo, Asíntota: el valor esperado de especies cuando el número de muestras.

		Variable	Clench	CHAO 1
Tradicional	Chimborazo	a	0.37	-
		b	0.02	-
		Asíntota	19	23
		Representatividad %	94.7368421	78.2608696
		R <sup>2</sup>	0.9801	-
	Guacamayas	a	0.68	-
		b	0.03	-
		Asíntota	23	22
		Representatividad %	91.3043478	95.4545455
		R <sup>2</sup>	0.9801	-
Silvpastoril	Las Palmeras	a	0.31	-
		b	0.01	-
		Asíntota	31	35
		Representatividad %	77.4193548	68.5714286
		R <sup>2</sup>	0.9801	-
	San Lorenzo	a	0.37	-
		b	0.02	-
		Asíntota	19	23
		Representatividad %	115.789474	95.6521739
		R <sup>2</sup>	0.9801	-



**TRADICIONAL**

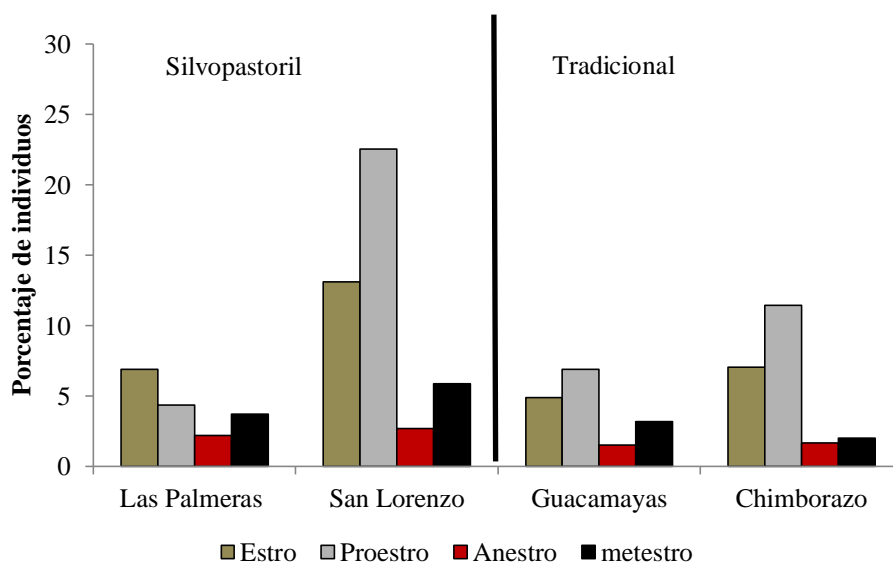


**SILVOPASTORIL**

**Figura 5. Curvas de acumulación de especies para las fincas Guacamayas, Palmeras, San Lorenzo y Chimborazo. La línea punteada muestra los intervalos de confianza del 95%. a. Finca Guacamayas, b. Finca Chimborazo, c. Finca Las Palmeras, d. Finca San Lorenzo.**

## 6.2 Caracterización reproductiva de las especies

Los resultados de las citologías revelaron que en las fincas bajo manejo tradicional, la fase estral predominante para todas las hembras, sin discriminar por especie, fue el Proestro. Sin embargo no se presentaron diferencias significativas al compararlo con las proporciones de las otras etapas: Estro ( $Z = -0.02, p > 0.05$ ), Proestro ( $Z = -0.11, p > 0.05$ ), Anestro ( $Z = 0.02, p > 0.05$ ) y Metestro ( $Z = 0.10, p > 0.05$ ; Figura 6).



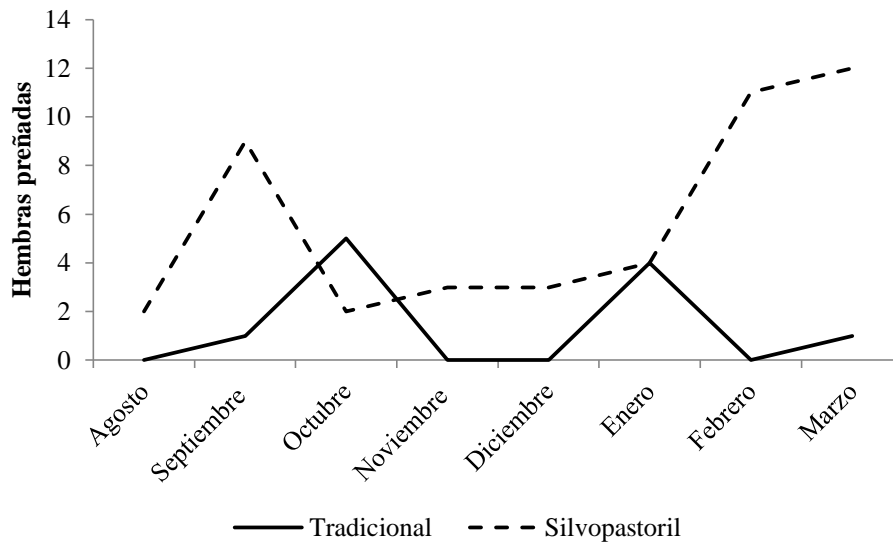
**Figura 6.** Estado reproductivo de las hembras registradas durante los meses de agosto de 2011 y abril de 2012 en los sistemas ganaderos (silvopastoril y tradicional) en el departamento de Córdoba-Colombia

En el sistema silvopastoril, en la Finca San Lorenzo, el ciclo estral que predominó para la totalidad de hembras fue el Proestro, mientras que para la finca Las Palmeras fue el Estro. La proporción de hembras en estado de Proestro fue significativamente diferente entre las dos fincas ( $Z = -0.40, p < 0.05$ ; Figura 6). Los datos permitieron la caracterización reproductiva de siete especies *A. lituratus*, *A. planirostris*, *C. perspicillata*, *C. castanea*, *P. discolor*, *D. phaeotis* y *G. soricina*.

### 6.2.1 *Artibeus lituratus*

En el sistema tradicional, *A. lituratus* mostró un leve incremento en el número de hembras embarazadas en el mes de enero, mientras que a lo largo del muestreo se encontró que las hembras se reprodujeron de manera constante, con al menos una hembra por mes embarazada (Figura 7). En cuanto al sistema

silvopastoril, se observó un patrón diferente. En la Finca las palmeras se observó un pico de embarazos en el mes de Septiembre y para resto del tiempo de muestreo, el número máximo de embarazos fue de dos hembras por mes. Por otro lado en la finca San Lorenzo se encontró un patrón invertido, donde el mayor número de hembras embarazadas registradas se presentó en los meses de febrero y marzo, coincidiendo con la época seca, tomando el segundo pico de abundancia de recursos en la zona (Figura 7). Los picos de embarazo no mostraron diferencias significativas ( $H= 5,29, p>0.05$ ).



**Figura 7. Picos de embarazo para las hembras de *A. lituratus* para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.**

La fase estral que predominó en las hembras fue el Proestro en los dos sistemas ganaderos. Para el sistema ganadero tradicional se encontró que los meses de Septiembre y Octubre fueron donde mayor cantidad de hembras activas reproductivamente se encontraron, el 70% de las hembras fueron registradas en estados de Estro y Metestro, lo que puede reflejar el aumento de embarazos durante el mes de enero, además de mostrar baja inactividad reproductiva durante todo el tiempo de muestreo (Figura 8a).

Al realizar la caracterización reproductiva externa, se encontró que el 58% de las hembras de esta especie se clasificaron como inactivas debido a que no se observaron pezones alopecicos, con leche, y tampoco se evidenció embarazo.

En el sistema silvopastoril en los meses de noviembre y diciembre se encontró que las hembras de *A. lituratus* se preparan para reproducirse con una alta proporción de hembras en Proestro, para finalmente evidenciar en el mes de enero hembras preñadas (Figura 8b). Por el contrario, en la finca San Lorenzo

se evidenció un comportamiento diferente a las demás fincas encontrándose hembras en Proestro y Estro durante todo el año, y presentando una época de embarazo más tardía que en el sistema tradicional.

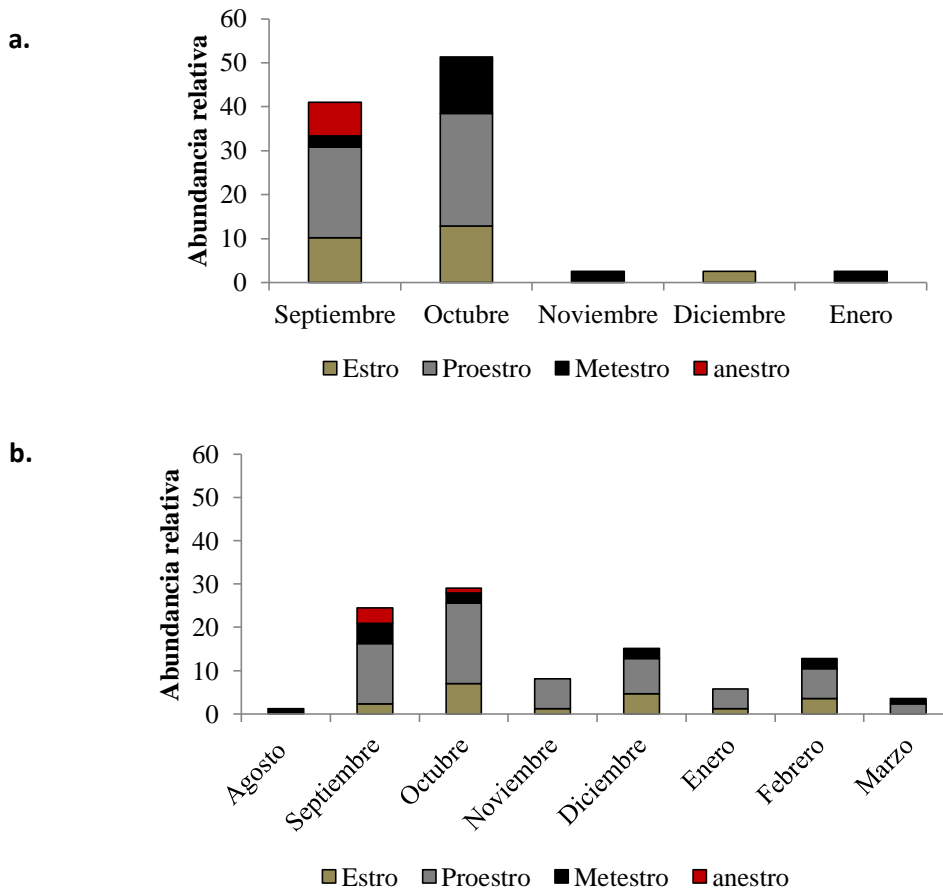
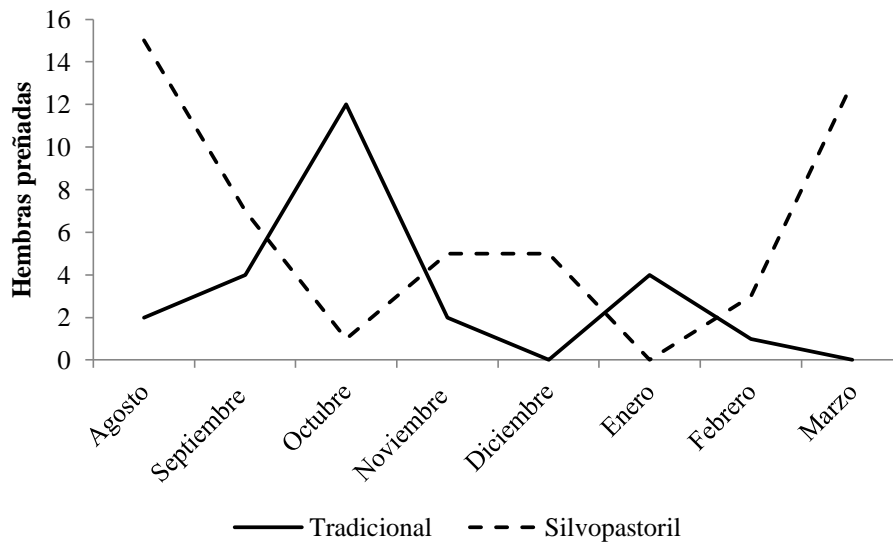


Figura 8. Ciclo estral registrado en las hembras de *A. lituratus* en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril.

### 6.2.2 *Artibeus planirostris*

Para la especie *A. planirostris* en el sistema tradicional más del 50% de las hembras se encontraron en estado de Proestro a lo largo del muestreo. En los meses de septiembre y octubre se registraron mayor proporción de hembras en este estado (50%), al igual que en estado de Estro, etapas que muestran reproducción activa de las hembras (Figura 10a). En el sistema tradicional *A. planirostris* no mostró un patrón definido de continuidad reproductiva. En el sistema ganadero tradicional a excepción de los meses de diciembre y marzo se registraron hembras embarazadas a lo largo del tiempo de muestreo (Figura 9).



**Figura 9. Picos de embarazo para las hembras de *A. planirostris* para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoral.**

En el sistema silvopastoral, la mayor proporción de hembras en estado de inactividad reproductiva (Metestro) se presentó entre los meses de agosto a octubre. En contraste en este mismo lapso de tiempo cerca de un 40% de las hembras también se encontraron en estados de actividad reproductiva (Figura 10b). Para el resto del tiempo los meses de noviembre y diciembre mostraron ser épocas de actividad reproductiva ya que todas las hembras caracterizadas se encontraron activas reproductivamente (Estro y Proestro) y en menor cantidad, también se registraron embarazos en estas épocas. Es importante resaltar que dentro del sistema silvopastoral se presentaron picos de embarazo diferentes pero no se encontraron diferencias significativas entre estos (Kruskall Wallis  $H=3.50$ ,  $p > 0.05$ ).

En el sistema ganadero silvopastoral se observaron picos de preñez en los meses de agosto y marzo. Las proporciones registradas de las fases estrales para *A. planirostris* en estos no mostraron diferencias significativas (Figura 10).

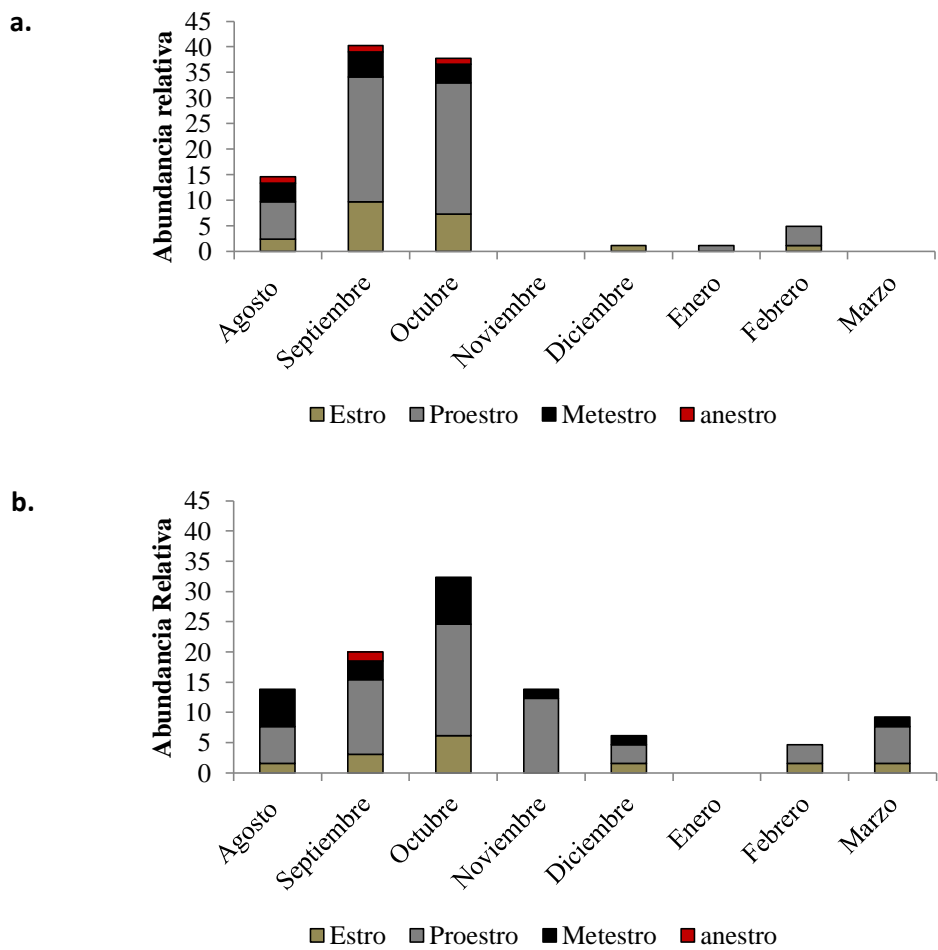
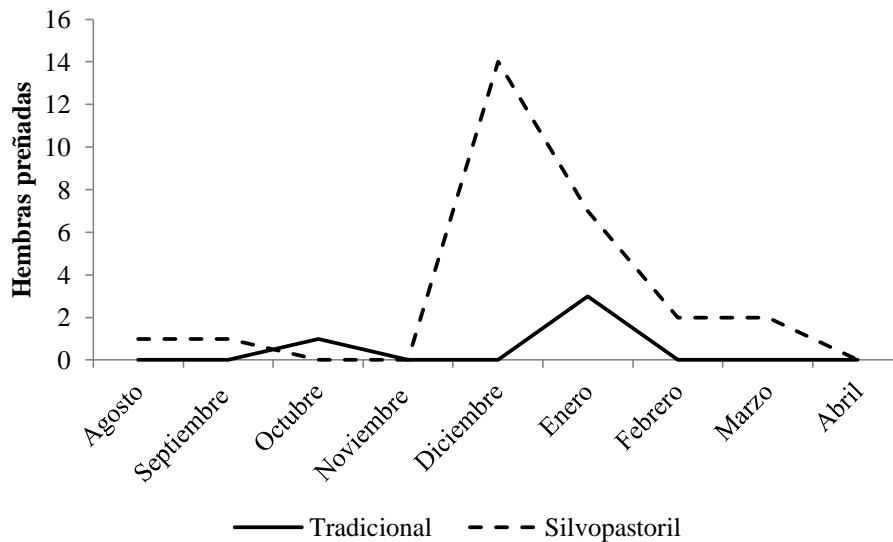


Figura 10. Ciclo estral registrado en las hembras de *A. planirostris* en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoral.

### 6.2.3 *Carollia perspicillata*

Esta especie presentó picos de embarazo entre los meses de diciembre y febrero tanto en las fincas de manejo tradicional como de manejo silvopastoral; Entre el 20% y el 30% de la proporción total de las hembras estuvieron embarazadas (Figura 11). Además de lo anterior, en estos meses se encontró en las citologías realizadas a las hembras, que estaban en fase del ciclo estral que evidenciaron actividad reproductiva (Estro y Proestro), información reproductiva que concuerda con los comportamientos de Estro pos parto en las hembras de esta especie; este fenómeno se registró en los dos sistemas (Figura 12).



**Figura 11. Picos de embarazo para las hembras de *C. perspicillata* para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.**

En el mes de septiembre en el sistema silvopastoril se registró una alta proporción de hembras en fase de Estro; durante este mismo mes en las fincas del sistema tradicional no se registraron valores altos de embarazos ni esperma en las citologías. A pesar que el muestreo fue continuo durante los 9 meses, esta especie presentó una baja tasa de captura en el sistema tradicional durante algunos meses y su frecuencia de ocurrencia no fue constante a lo largo del muestreo. Para el caso del sistema silvopastoril los picos de embarazo coincidieron con las altas proporciones de hembras en fases del ciclo estral que evidenciaron actividad reproductiva (Figura 12).

En cuanto a la evaluación reproductiva a partir de la caracterización externa, más del 50% de los individuos caracterizados en cada uno de los sistemas ganaderos fueron clasificados como inactivos, sin embargo, al usar la técnica de la citología vaginal se observó en el sistema tradicional gran porcentaje de hembras en estado de Proestro y Estro (69%), caracterizadas como inactivas por la ausencia de pezones y no palpación de embarazo.

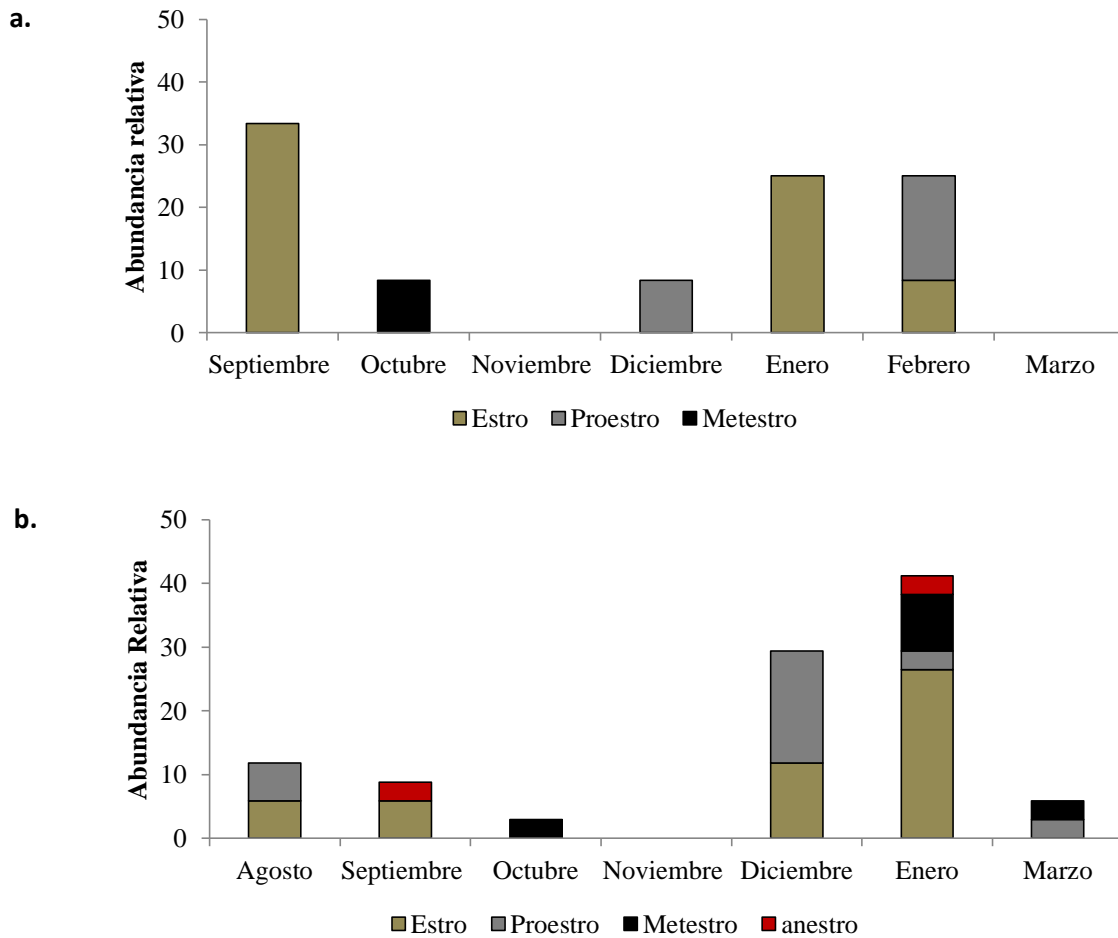
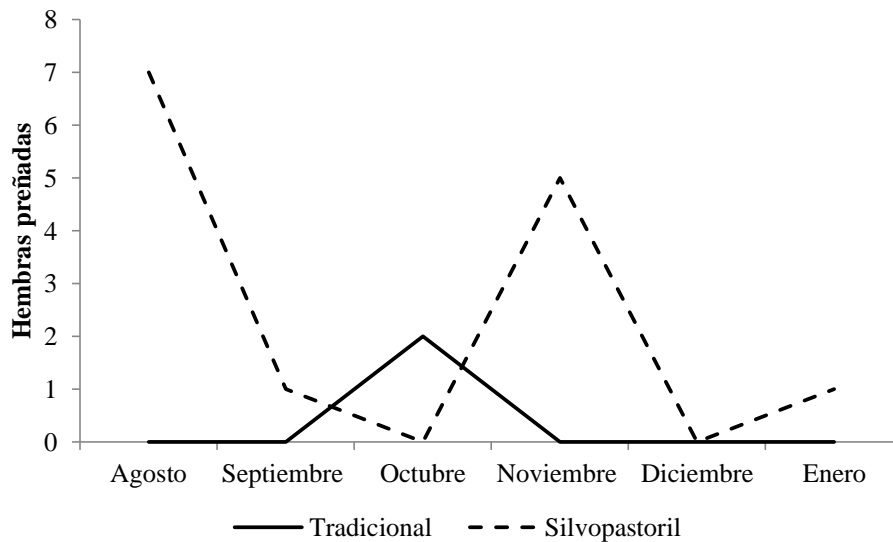


Figura 12. Ciclo estral registrado en las hembras de *C. perspicillata* en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril

#### 6.2.4 *Carollia castanea*

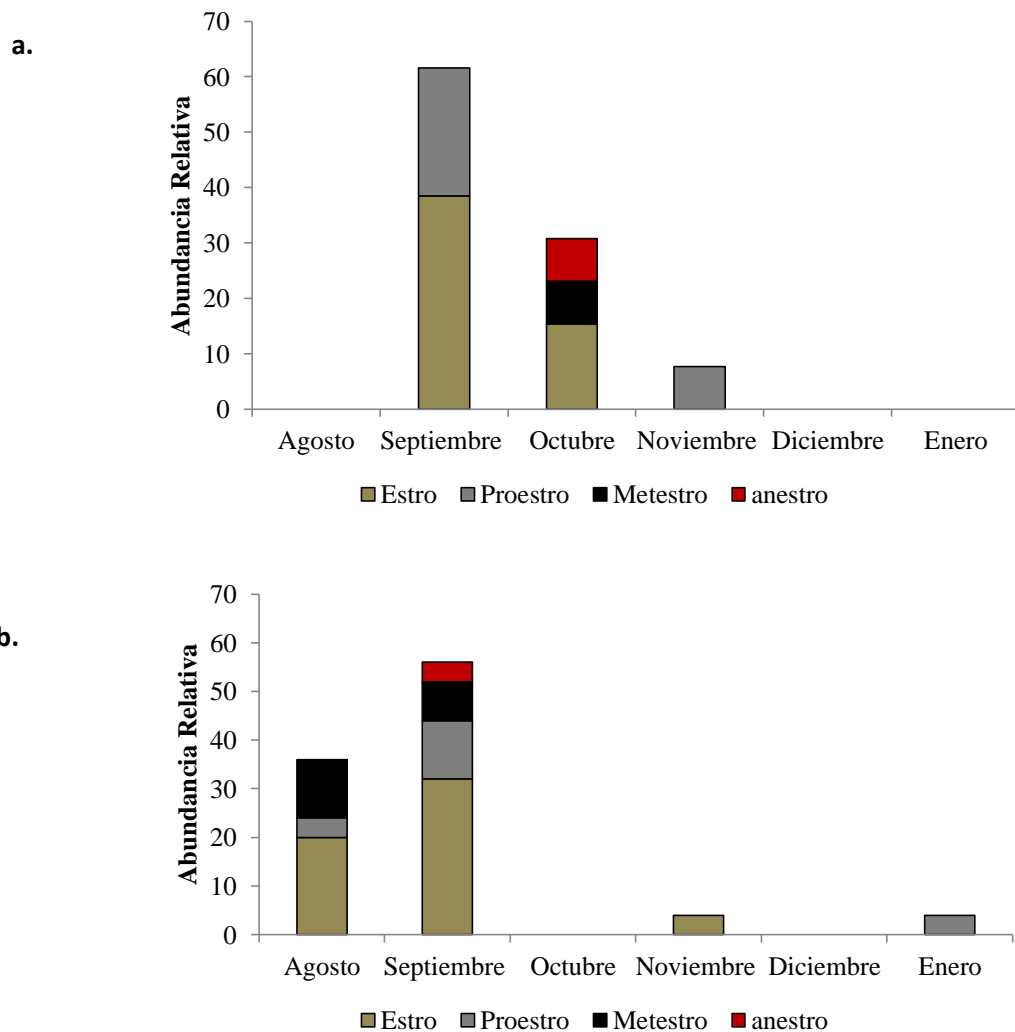
Para la especie *C. castanea* se observaron picos de embarazo diferentes en los sistemas ganaderos. Aunque el tamaño de muestra fue bajo, se observó un pico de embarazo en el mes de agosto y otro en noviembre en el sistema ganadero silvopastoril, mientras que en el sistema ganadero tradicional sólo se observó preñez en el mes de octubre (Figura 13).



**Figura 13. Picos de embarazo para las hembras de *C. castanea* para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.**

El Estro fue la fase predominante en los dos sistemas para esta especie. En el mes de septiembre las hembras presentaron la mayor actividad reproductiva. En el caso del sistema ganadero tradicional este evento pudo producir el pico de embarazo en el mes de octubre (Figura 14). De las hembras caracterizadas como preñadas para el mes de octubre se encontró que dos de estas hembras se encontraban en etapa de Metestro o inactivas reproductivamente y dos hembras se encontraban en proceso de lactancia, mientras que las demás hembras encontradas en esta fase estral fueron hembras adultas que se catalogaron como inactivas.

Para el sistema silvopastoril los individuos inactivos reproductivamente se registraron en agosto y septiembre durante el primer pico de embarazo caracterizado para el sistema. A diferencia del sistema ganadero tradicional, las hembras inactivas reproductivamente (Anestro y Metestro) no se encontraron en lactancia y embarazo; y eran en su mayoría subadultos y juveniles según la clasificación por osificación de las falanges. Adicionalmente, la mayor proporción de hembras en fase de Estro se presentaron en estos meses lo que puede reflejar el pico de preñez en el mes de octubre (Figura 13 y Figura 14)



**Figura 14. Ciclo estral registrado en las hembras de *C. castanea* en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril**

### 6.2.5 *Phyllostomus discolor*

En el sistema tradicional se registraron más hembras embarazadas en los meses de octubre a enero, mientras que para el sistema silvopastoril se evidenció que las hembras se reproducen en bajos números a lo largo del año (Figura 15). La proporción de embarazos no fue significativamente diferente entre el sistema silvopastoril y el sistema tradicional durante todo el muestreo. Aunque en los meses de octubre a enero se registraron mayor cantidad de hembras embarazadas en el sistema tradicional, esta no fue estadísticamente significativa entre los sistemas ganaderos ( $T=2.31$ ;  $p=0.054$ ).

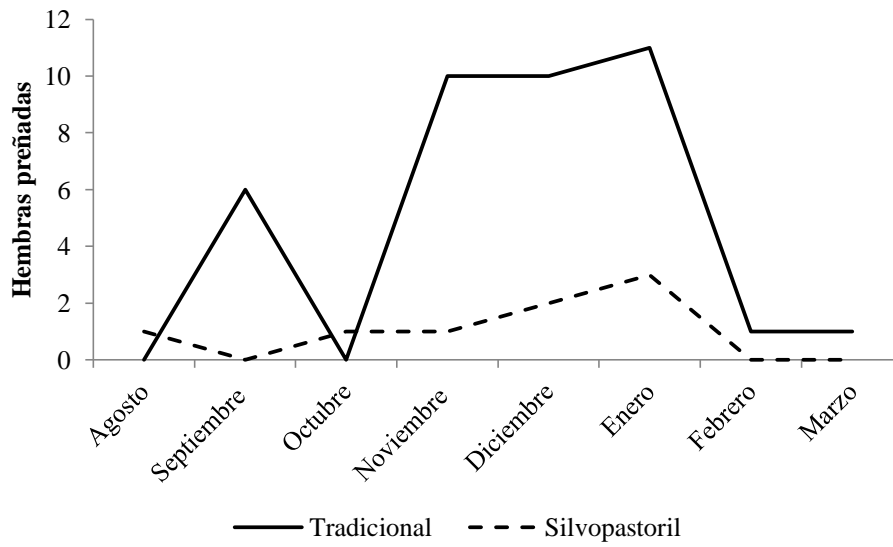
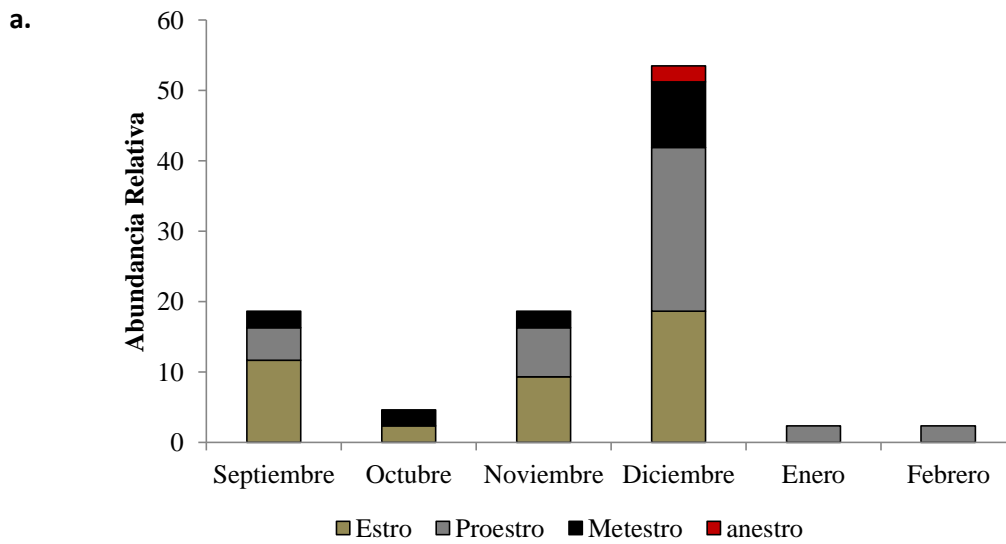
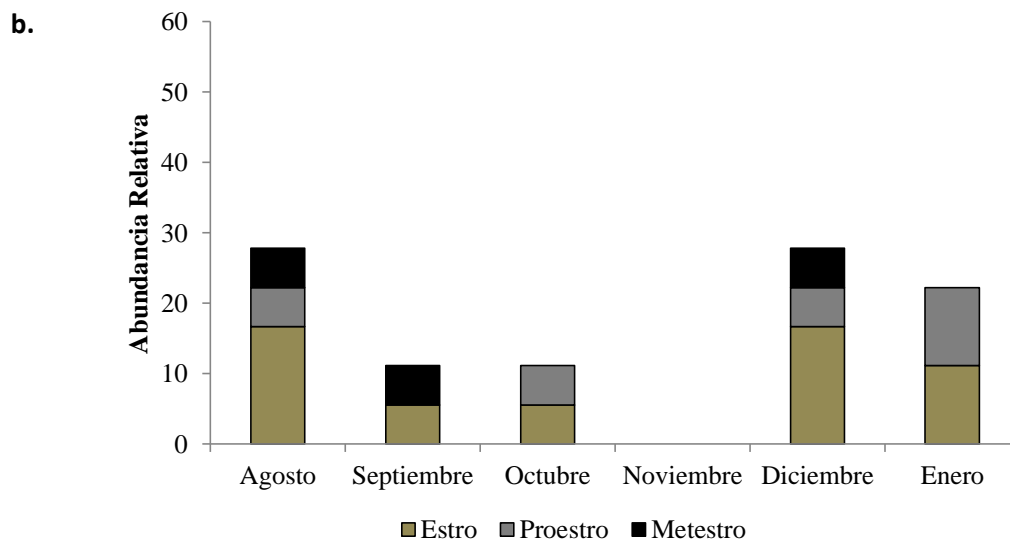


Figura 15. Picos de embarazo para las hembras de *P. discolor* para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.





**Figura 16. Ciclo estral registrado en las hembras de *P. discolor* en los sistemas ganaderos evaluados, a. Sistema Tradicional, b. Sistema Silvopastoril**

Para el sistema tradicional se registró un pequeño pico tanto de hembras en estado reproductivo activo (Estro) como de embarazos, pero el mayor número de hembras en Estro y Proestro se presentó en el mes de diciembre, así como la mayor proporción de hembras con comportamiento de Estro posparto, lo que puede indicar que durante este periodo de actividad reproductiva esta especie encuentra en el sistema silvopastoril características particulares para reproducción como la alta disponibilidad de recursos (Figura 16a), comportamiento que se confirma para esta especie en Colombia (Wilson 1979). En diciembre se encontró la mayor proporción de hembras en estados de inactividad reproductiva (Metestro y Anestro); de estas el 60% se encontraban embarazadas.

En el sistema silvopastoril en el mes de agosto y en los meses de diciembre y enero se encontró la mayor proporción de hembras en estado de Estro. Por otra parte la mayor cantidad de hembras embarazadas se observaron en los meses de diciembre y Enero (Figura 16).

### 6.2.6 *Glossophaga soricina*

Por limitaciones de muestreo no fue posible tener un alto número de citologías para esta especie. Sin embargo se puede evidenciar un comportamiento particular en las hembras embarazadas (Figura 17). Todas las hembras embarazadas a las que se les realizó citología vaginal se encontraron en Anestro sin importar el sistema donde se capturó el individuo. *G. soricina* es la primera especie que registra este comportamiento en este trabajo, mostrando mayor cantidad de hembras preñadas en los meses de noviembre y en marzo.

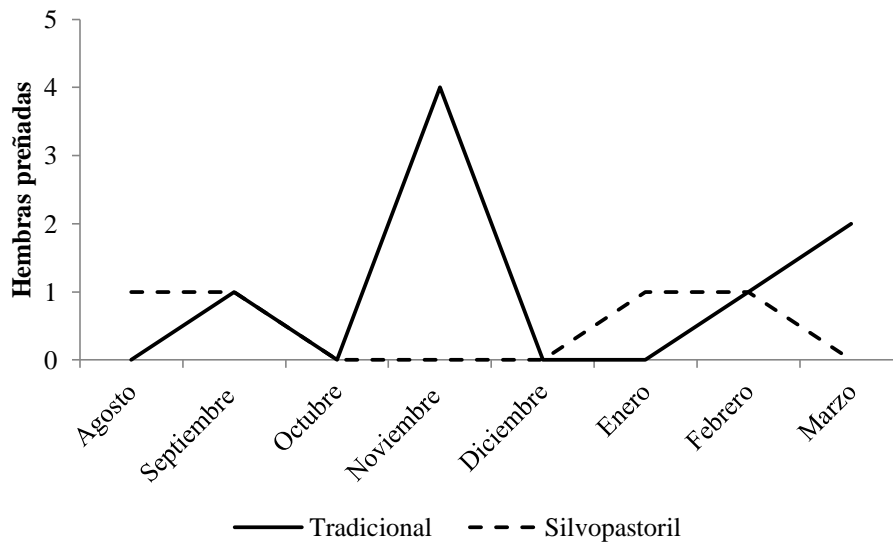


Figura 17. Picos de embarazo para las hembras de *G. soricina* para las zonas de ganadería tradicional y silvopastoril.

### 6.2.7 *Dermanura phaeotis*

Para la especie *D. phaeotis*, la mayor cantidad de registros fueron en el sistema Silvopastoril, la especie mostró un aumento en la cantidad de hembras preñadas en el mes de diciembre (Figura 18). Este comportamiento reproductivo podría sugerir que la especie *D. phaeotis* posee un comportamiento poliestríco asincrónico durante todo el año en el sistema silvopastoril.

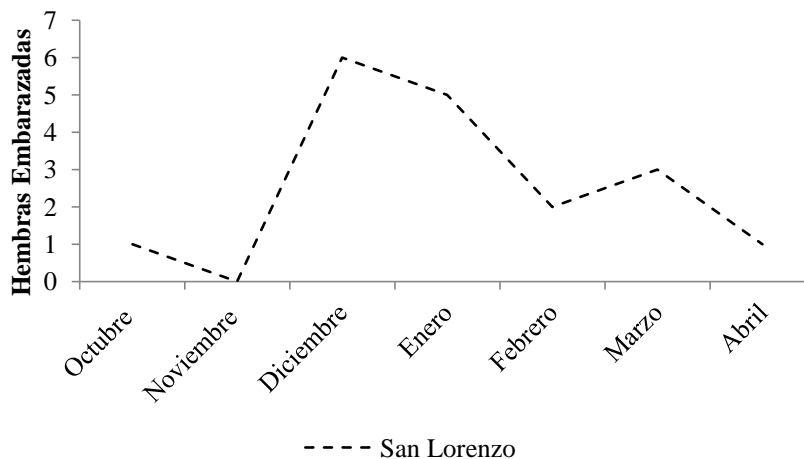


Figura 18. Picos de embarazo para las hembras de *D. phaeotis* para la zona de ganadería silvopastoril.

En el sistema silvopastoril las hembras de esta especie se encontraron en su mayoría en fase de Estro (69.25%) (Figura 19).

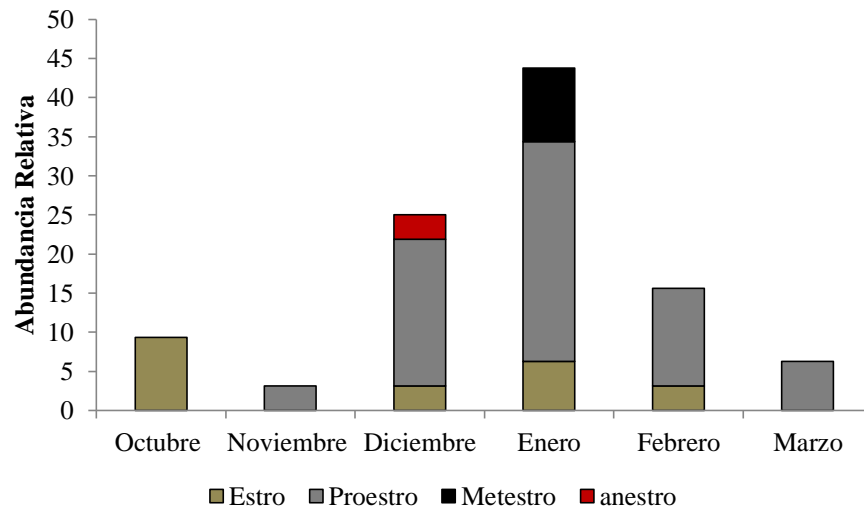
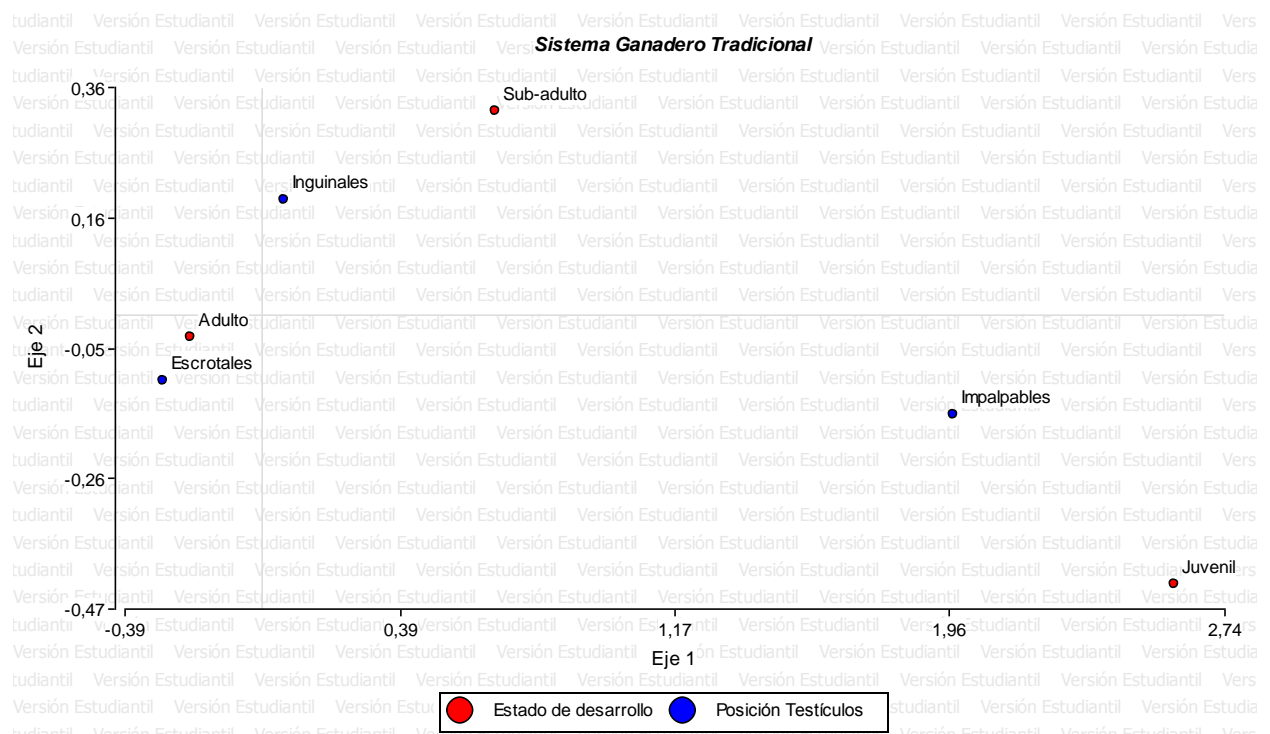


Figura 19. Ciclo estral registrado en las hembras de *D. phaeotis* en el sistema silvopastoril.

### 6.3 Caracterización reproductiva de los machos

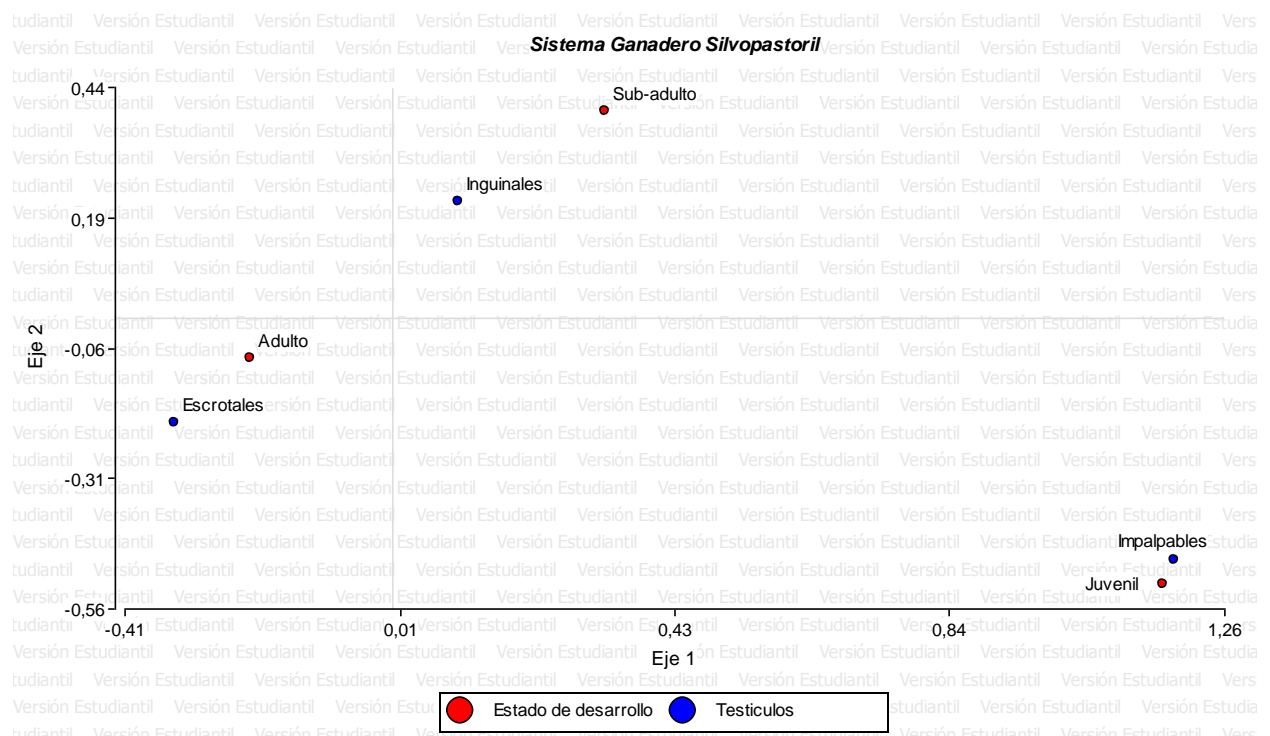
A lo largo del tiempo de muestreo se observó que gran proporción de machos de todas las especies se encontraron con testículos en diferente posición (impalpable, inguinal, escrotal), en los diferentes estados de desarrollo (juveniles, subadultos y adultos). Se encontraron problemas en cuanto a la discriminación de la posición escrotal y no se encontraron relaciones con respecto a los estados reproductivos de las hembras, por lo cual se decidió analizar primero la relación entre la posición testicular y el estado de desarrollo. Al realizar la tabla de contingencia, se encontró relación estadística entre estas variables ( $\chi^2$  gl= 8,  $p < 0.05$ )

Al realizar el análisis de correspondencias, en el caso del sistema tradicional el eje 1 contuvo el 70% de la variabilidad de las variables mientras el eje 2 aportó el 28%. Se observó que las variables con mayor relación fueron la caracterización de Adulto por medio de osificación y la posición testicular escrotal (Figura 20), mientras que las posiciones inguinales e impalpables no mostraron relación fuerte o dependiente con el estado de desarrollo del individuo. No fue posible identificar un patrón claro de diferenciación en la caracterización reproductiva de los machos, es muy probable que sea necesario establecer otros métodos y otras variables que reflejen de manera más precisa su comportamiento reproductivo. La posición testicular no muestra evidencia de ser un buen carácter de discriminación.



**Figura 20. Análisis de correspondencias entre el estado de desarrollo y la posición testicular de los machos en el sistema ganadero tradicional**

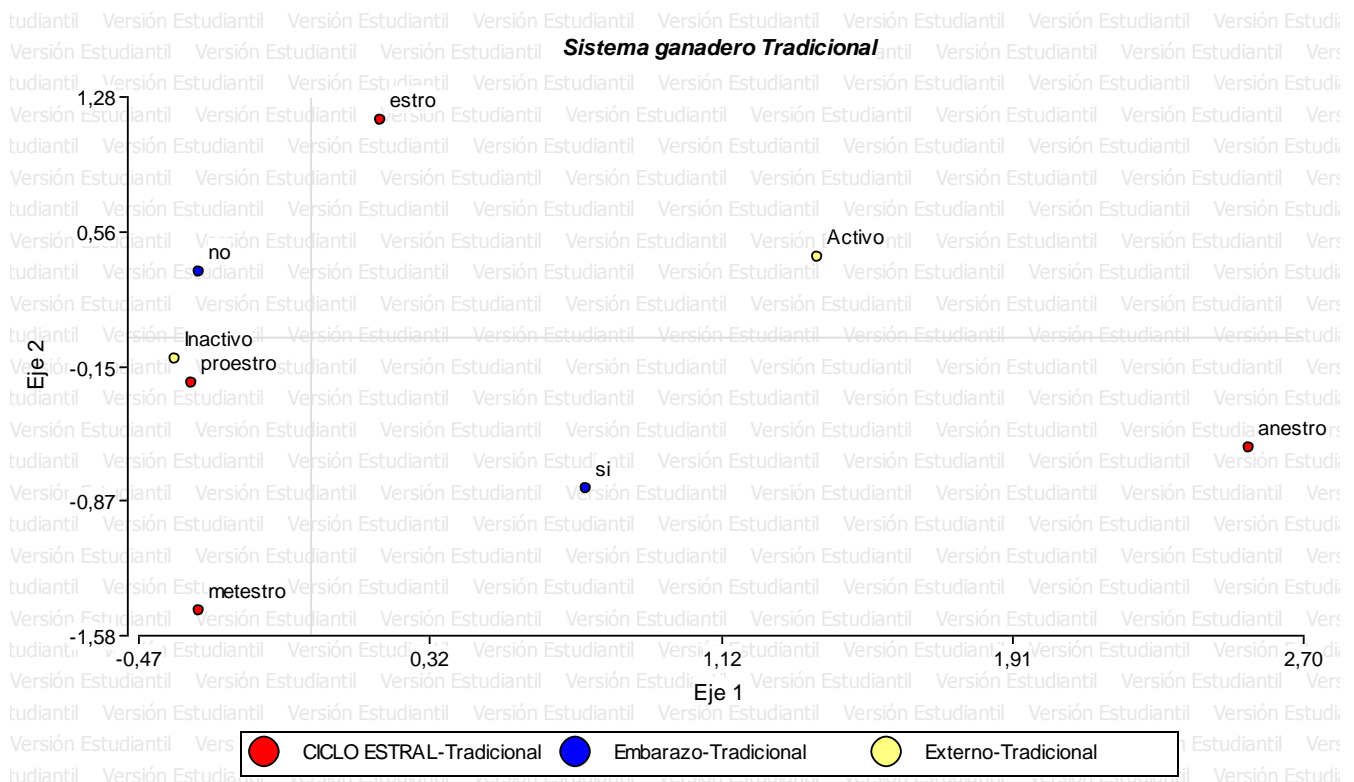
En el sistema silvopastoril se encontró una relación muy parecida entre las variables evaluadas en los machos. Se presentó alta relación entre las variables de testículos impalpables y el estado de desarrollo juvenil, mientras que las relaciones entre las demás posiciones testiculares y el estado de desarrollo no se presentaron relaciones altas (Figura 21).



**Figura 21. Análisis de correspondencias entre el estado de desarrollo y la posición testicular de los machos en el sistema ganadero tradicional**

## 6.4 Caracterización reproductiva: método tradicional vs citologías vaginales

La proporción de las hembras que por medio de la caracterización reproductiva externa se clasificaron como inactivas fue diferente a la proporción detectada mediante la técnica de la citología vaginal. En este trabajo se utilizó la técnica de citologías vaginales como método para la evaluación reproductiva de murciélagos por considerarse más confiable. Por medio de una tabla de contingencia se encontraron relaciones significativas entre las variables ciclo estral, embarazo, caracterización reproductiva y sistema ganadero ( $\chi^2$  gl= 35,  $p=0.0044$ ; Figura 22).

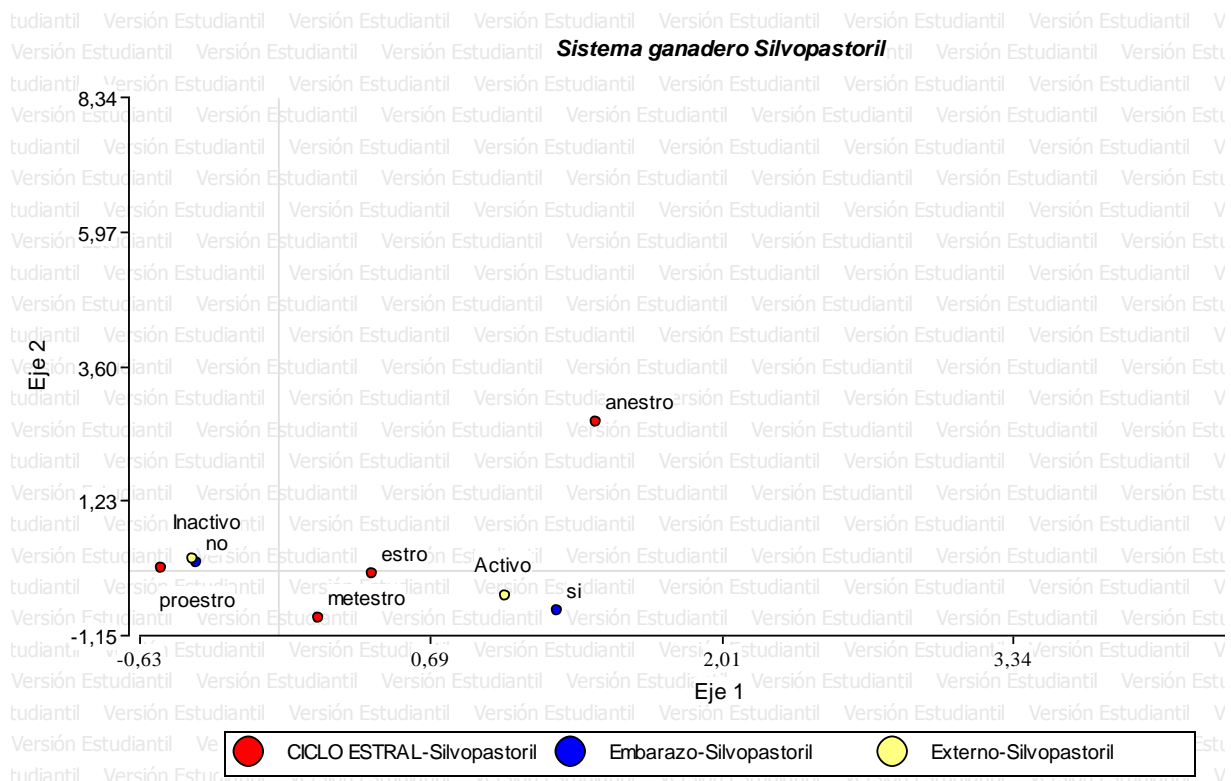


**Figura 22. Análisis de correspondencias Canónicas entre variables de reproducción externas y de caracterización por medio de citologías vaginales en el sistema ganadero tradicional.**

Para el sistema ganadero tradicional la fase de Proestro del ciclo estral se relacionó con la variable inactiva de la caracterización externa (Figura 22). Se destaca la diferencia entre la caracterización reproductiva externa y el uso de citologías. Mediante la primera se determinó una proporción importante de hembras inactivas. Por el contrario, mediante las citologías vaginales la proporción de hembras inactivas disminuyó de manera importante. En el caso del Anestro (inactividad reproductiva),

no se observó relación con la inactividad reproductiva caracterizada de manera externa. Los autovalores generados (ejes) en la gráfica explicaron el 44% de la inercia de las variables.

En el sistema silvopastoril se encontró la misma relación entre las variables Proestro (Figura 23), inactivo y se incluyó la variable “no embarazo”. Esto indica que al utilizar estas variables externas no se describe el real estado reproductivo del individuo; ya que estas variables presentan una estrecha relación con la fase de Proestro (que indica actividad reproductiva); en este caso, la variación explicada por los autovalores (ejes) generados fue del 40% de la inercia. Las variables Estro, Metestro, activo y embarazo presentaron alguna relación, pero no tan fuerte como la explicada anteriormente. Es de resaltar que el Anestro no presenta relación alguna con la variable de inactivo por medio de la caracterización externa reproductiva, lo que refuerza la idea de usar citologías vaginales para la caracterización reproductiva de las hembras de murciélagos.



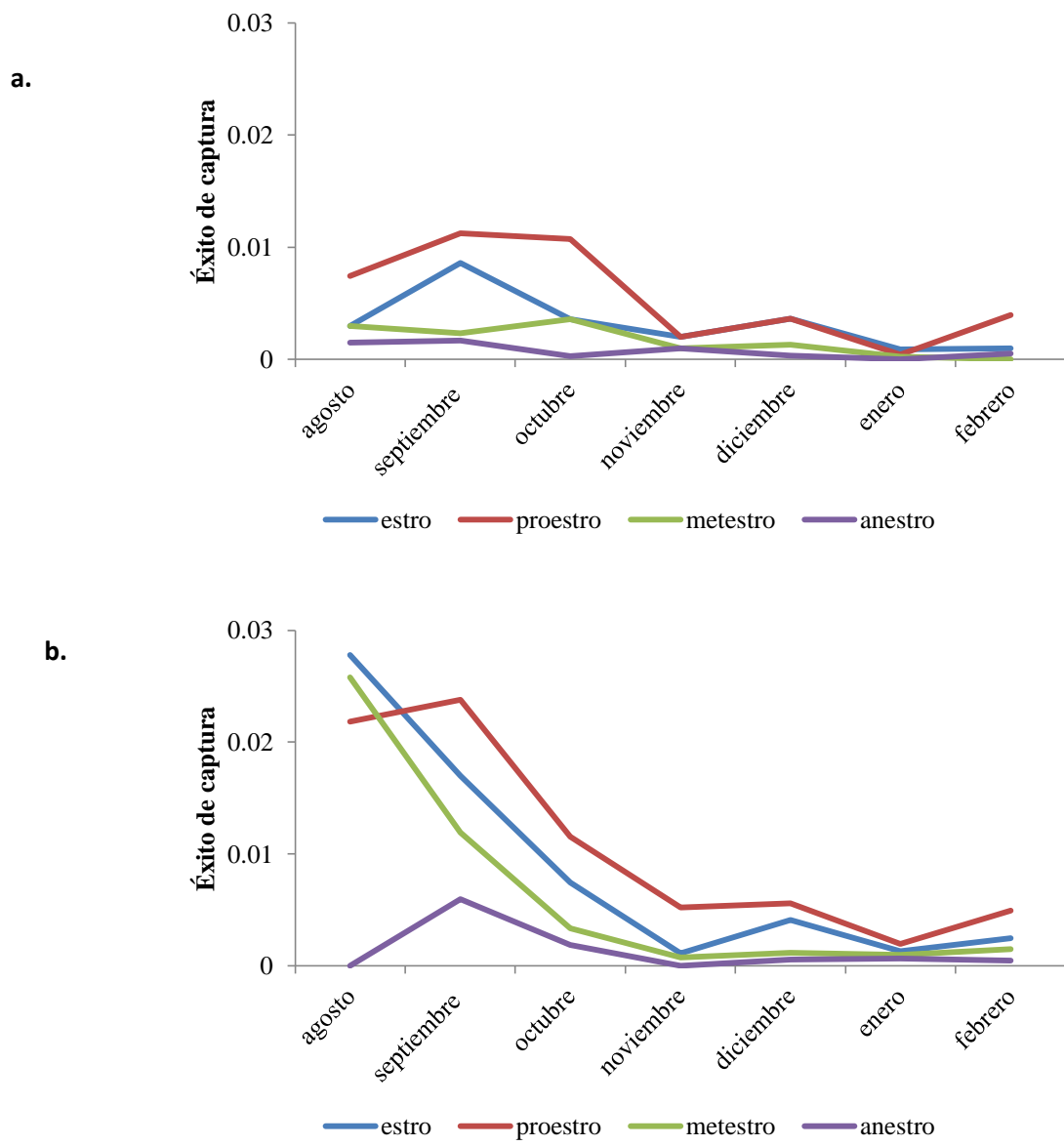
**Figura 23. Análisis de correspondencias Canónicas entre variables de reproducción externas y de caracterización por medio de citologías vaginales en el sistema ganadero silvopastoril.**

## 6.5 Efecto del sistema ganadero sobre los ciclos estrales de las especies de murciélagos

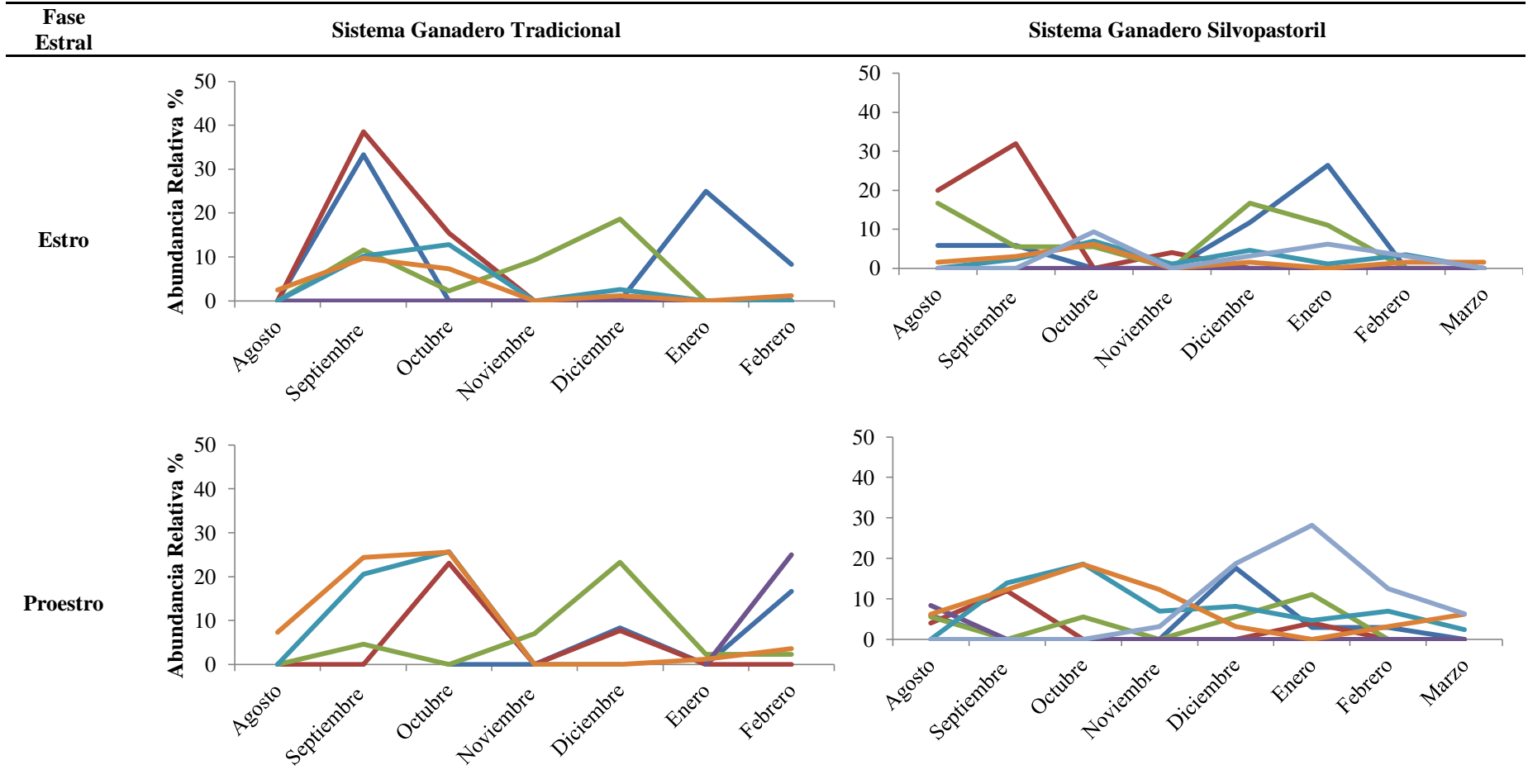
Se evaluó si la abundancia relativa de las hembras por especie en cada fase del ciclo estral a lo largo del muestreo era significativamente diferente entre los dos tipos de sistema. Para esto se realizaron análisis bifactoriales de Friedman. A pesar que gráficamente se observó que en algunas especies presentaban picos reproductivos en diferentes meses del año (Figura 25; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), no se registraron diferencias significativas entre el ciclo estral y el sistema ganadero entre los meses de agosto de 2011 y abril de 2012.

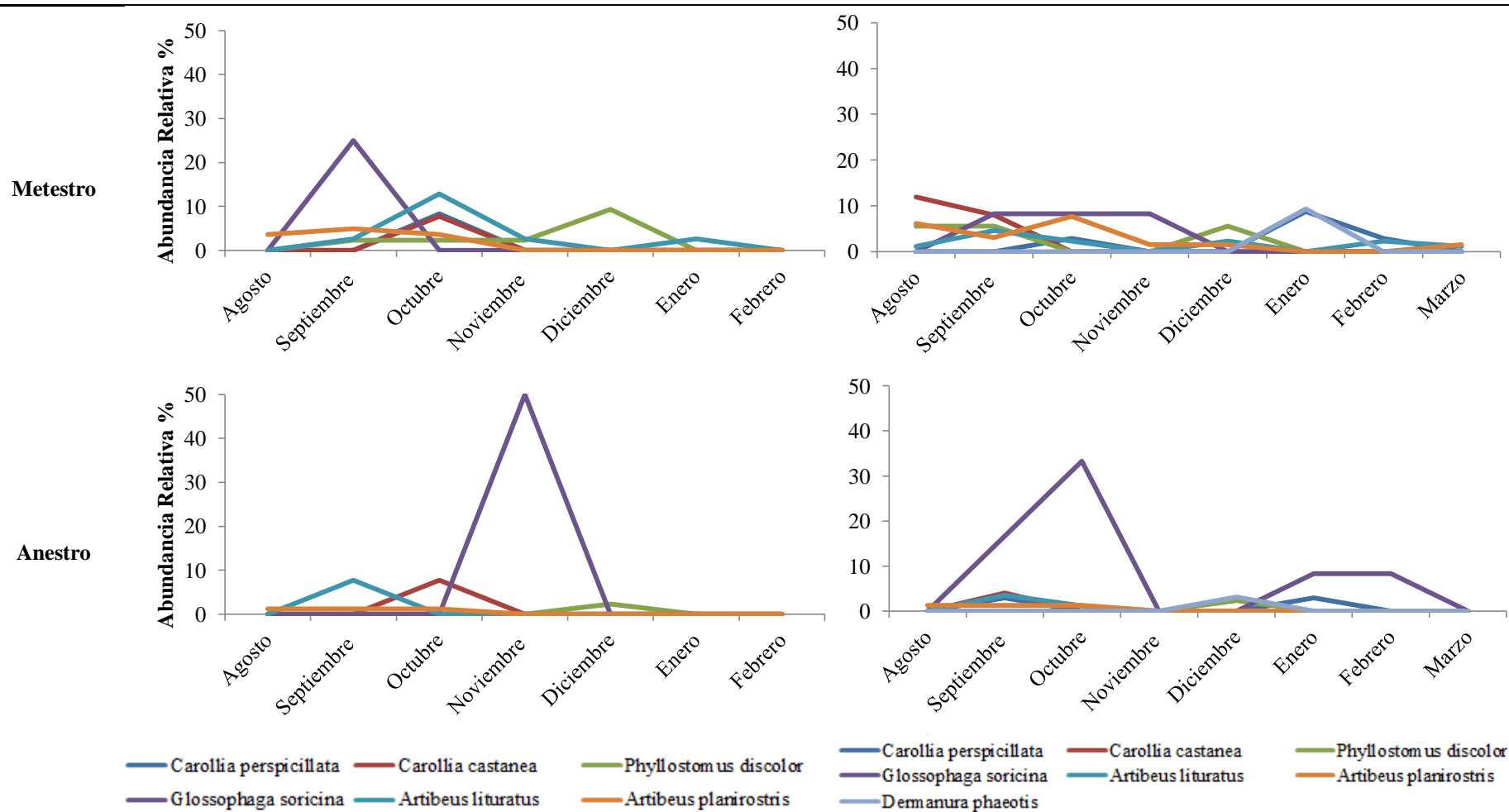
*Carollia castanea* fue la única especie que presentó diferencias significativas la cantidad de hembras en fase de Estro entre los sistemas ganaderos (Friedman  $p < 0.05$ ); la cantidad de individuos fue significativamente mayor en el sistema silvopastoril (LDS  $p < 0.05$ ). Las demás especies no presentaron diferencias en la cantidad de hembras por fase del ciclo estral entre los dos tipos de sistemas. Se observó que no hubo sincronización de las fases del ciclo estral entre las diferentes especies en el sistema tradicional y en el silvopastoril ( $\chi^2 = 16.2$ ,  $p < 0.05$  tradicional;  $\chi^2 = 17.9$ ,  $p < 0.05$  silvopastoril; Figura 25).

Las fases de estro y proestro fueron significativamente mayores en ambos sistemas ganaderos (Figura 24; sistema tradicional análisis bifactorial de Friedman  $\chi^2 = 16.243$ ,  $p < 0.001$ ; sistema silvopastoril análisis bifactorial de Friedman  $\chi^2 = 17.914$ ,  $p < 0.001$ ). En las fases Estro y Proestro en el sistema tradicional, los meses de agosto a octubre la mayoría de especies mostraron una alta proporción de hembras activas reproductivamente, a excepción de *P. discolor* que tuvo mayor proporción de hembras en la fase de Estro en el mes de diciembre. En el caso de las mismas fases del ciclo estral en el sistema silvopastoril sólo las especies del Género *Carollia* y la especie *P. discolor*, mostraron picos de actividad en algunos meses del año, mientras tanto las demás especies mantuvieron constante su actividad reproductiva durante todo el muestreo (Figura 25).



**Figura 24.** Fase estral por sistema ganadero de las especies caracterizadas por medio de la técnica de citologías vaginales. a. Sistema tradicional, b. Sistema Silvopastoril





**Figura 25.** Fase estral por sistema ganadero de las especies caracterizadas por medio de la técnica de citologías vaginales. a. Sistema tradicional, b. Sistema Silvopastoril

## 6.6 Disponibilidad de recursos en los sistemas silvopastoriles

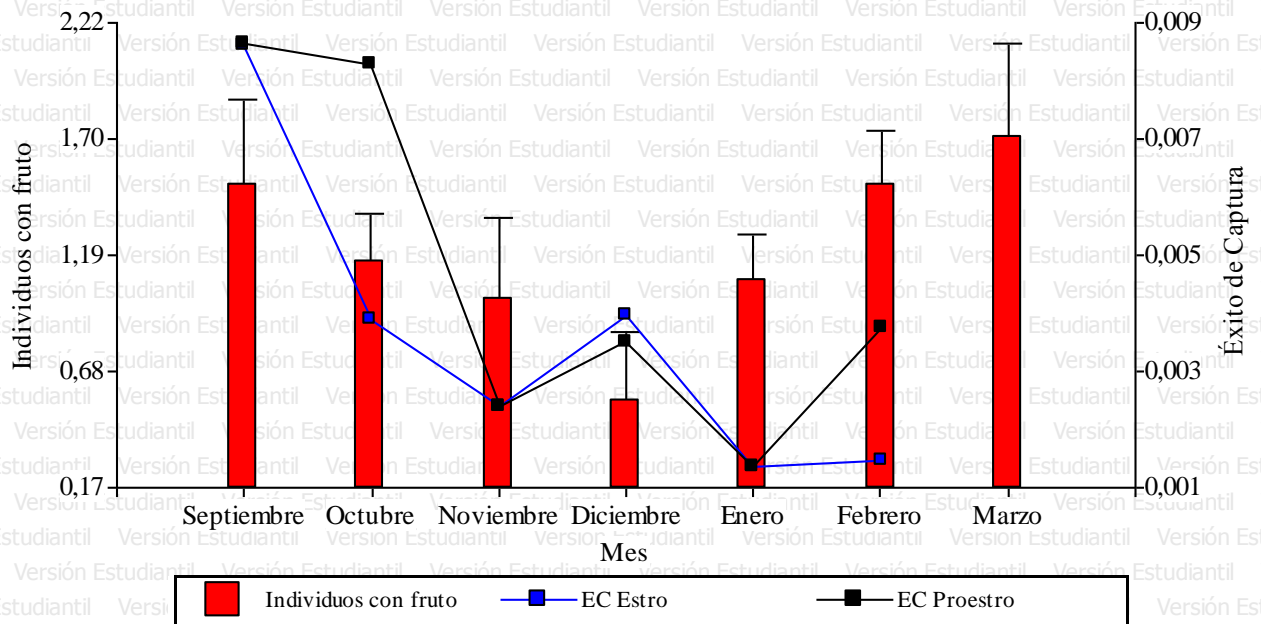
En cuanto a la caracterización botánica de los sistemas ganaderos se encontró que el sistema tradicional presentó un promedio en el DAP de 45.88 cm., una altura de copa de los individuos 5.11 m. y un diámetro mayor de copa de 5.34 m., siendo estos datos analizados sin discriminar el hábito y las especies de los individuos caracterizados. En el sistema silvopastoril el DAP tuvo un promedio de 40.27 cm., una altura de copa de 5.07 m. y un diámetro mayor de copa de 6.09 m.

De un total de 32 familias botánicas registradas durante los muestreos entre septiembre de 2011 y julio de 2012, 20 fueron registradas en el sistema de ganadería tradicional (62.5%) y 26 en el sistema ganadero silvopastoril (80.2%; Anexo 2). En el sistema ganadero tradicional las familias Rubiaceae (19%), Araceae (17%), Malvaceae (13%) y Capparaceae (10%) fueron las que presentaron mayor abundancia de frutos (Anexo 2), mientras que en el sistema ganadero silvopastoril las familias Apocynaceae (20%), Piperaceae (17%), Fabaceae (13%) y Malvaceae (9%) fueron las que mayor abundancia de frutos presentaron.

No se encontraron diferencias significativas entre los individuos con frutos a lo largo del tiempo de muestreo (prueba de Wilcoxon  $W= 12,172.50$ ,  $p=0.8351$ ).

A nivel general en número de individuos con frutos, fue constante a lo largo del tiempo en el sistema tradicional. En los meses de septiembre, febrero y marzo se encontró la mayor cantidad de individuos con frutos (Figura 26).

### Sistema Ganadero Tradicional



**Figura 26.** Plantas con fruto a nivel general en el sistema ganadero tradicional y éxito de captura de los murciélagos en las fases de actividad reproductiva. Las líneas representan el error estándar.

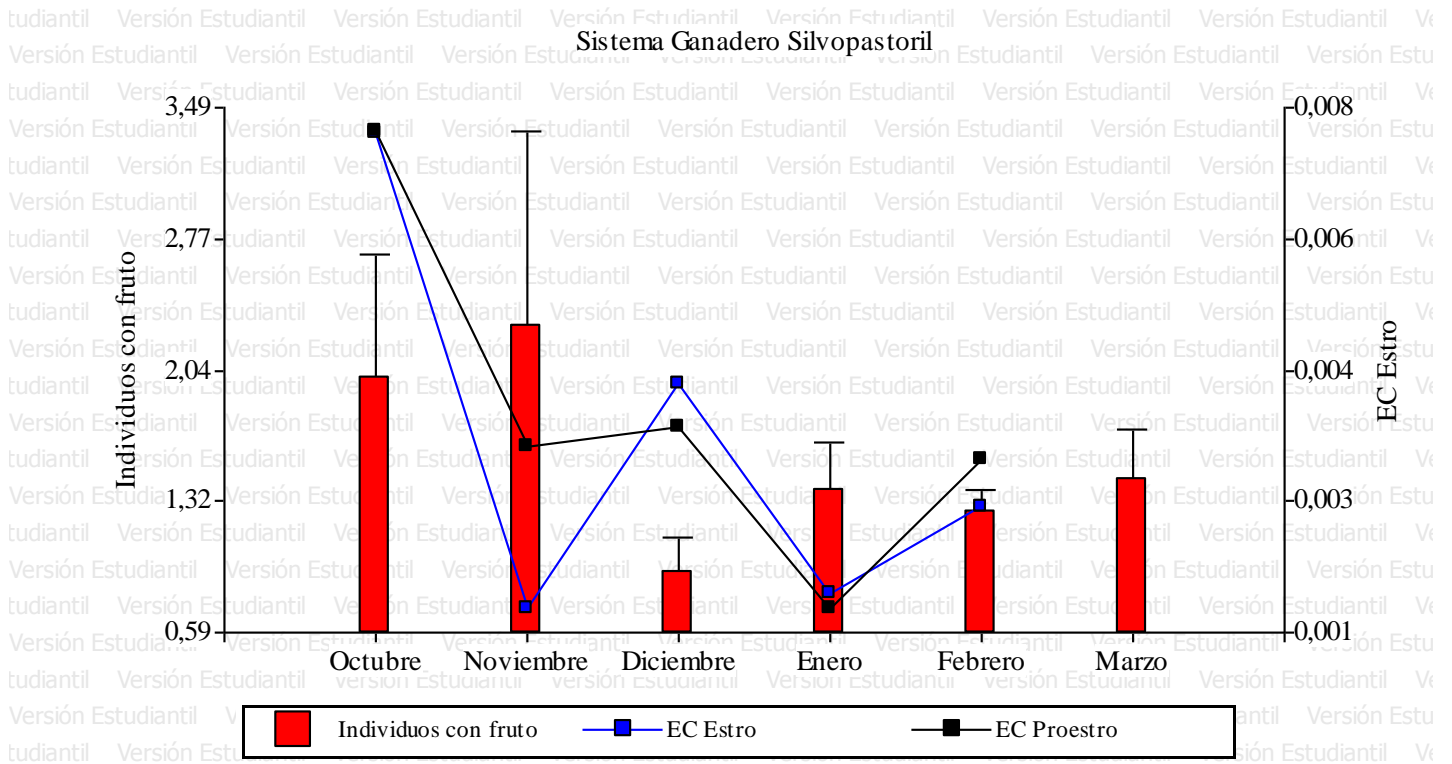
En los meses de septiembre y octubre en el sistema ganadero tradicional se encontró la mayor cantidad de hembras en fase de Estro y Proestro, que es el momento en que se encuentra también la mayor cantidad de individuos fructificando. En el caso de las especies *A. lituratus*, *A. planirostris*, *C. perspicillata* y *C. castanea*, este periodo de mayor abundancia de frutos coincidió con los picos de mayor gravidez en las hembras. En el sistema tradicional se registró un alto consumo de la especie *Spondias mombin* (Anacardiaceae) ya que se capturó un alto número de individuos con frutos de esta especie en la boca.

Al igual que *S. mombin*, el guayabo nocturno (*Calycophyllum candidissimum*; Rubiaceae), presentó un alto porcentaje de individuos fructificados (66%) en el sistema tradicional entre finales de octubre e inicios de noviembre. Esto coincidió con la época de mayor actividad reproductiva de las especies de murciélagos frugívoros caracterizados.

Entre los meses de enero a marzo todos los individuos de *Pseudobombax* spp. se encontraron con frutos y flores, esta especie de planta se registró en la dieta de las especies nectarívoras *G. soricina* y *P. discolor*, el número de hembras grávidas de estos murciélagos aumentó durante el momento de floración de *Pseudobombax*. Para el mes de noviembre, cuando se presentó el pico más alto de hembras

grávidas de *G. soricina* en el sistema ganadero tradicional (Figura 17), la especie *Cavanillesia platanifolia* (Malvaceae), fue la planta que mayor cantidad de flores registró, siendo esta registrada en la dieta de *G. soricina*.

Para el caso del sistema silvopastoril, aunque en los meses de octubre y noviembre se registró mayor cantidad individuos fructificados, este incremento no fue importante ya que en promedio se encontró un (1) individuo fructificado por mes independientemente de la familia botánica a la que pertenecía (Figura 27).



**Figura 27.** Plantas con fruto a nivel general en el sistema ganadero silvopastoril y éxito de captura de los murciélagos en las fases de actividad reproductiva. Las líneas representan el error estándar.

A partir del análisis de las muestras fecales se constató que las plantas consumidas por los murciélagos se encontraban principalmente en el sistema silvopastoril. El género *Piper* sp (Piperaceae), se registró abundantemente y fue exclusivo para este sistema. En el mes de noviembre se presentó la mayor cantidad de individuos fructificando.

En el caso de las hembras grávidas, el pico de mayor cantidad de las especies del género *Artibeus*, se presentó en el mes de febrero. En este mismo mes el 100% de individuos de *Piper emarginatum* se encontró fructificado y este fenómeno se presentó también el mes de Enero, coincidiendo con los

mayores registros de preñez para las especies del género *Artibeus* spp. En cuanto a la explicación del primer pico de gravidez de estas dos especies, no se obtuvieron datos de abundancia de frutos para los meses de agosto en el sistema silvopastoril debido a dificultades logísticas.

Las especies del género *Carollia* en el sistema silvopastoril presentaron un comportamiento similar al de las especies del género *Artibeus*. Ambas especies presentaron la mayor cantidad de hembras embarazadas en el mes de enero, coincidiendo con la fructificación de plantas como *Piper emarginatum*, *P. hispidum*, *Solanum* sp., *Pseudobombax* sp. Las especies con hábitos nectarívoros o polinívoros como *G. soricina* y *P. discolor*, presentaron similitud para el sistema ganadero silvopastoril, observándose para la especie *P. discolor*, un aumento en la cantidad de hembras grávidas en el mes de enero. Durante este mes, especies de arbustos como el papayote (*Cochlospermum vitifolium*; Bixaceae) y la papaya (*Carica papaya*; Caricaceae) presentaron el 100% de individuos con flores.

Al igual que con las especies frugívoras, las plantas permanecieron con disponibilidad de flores a lo largo del muestreo, lo que puede explicar en alguna forma la alta proporción de hembras en estados activos de reproducción (Estró y Proestro) a lo largo del tiempo de muestreo, siendo este el caso de la especie *P. discolor*.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Representatividad del Muestreo.

Se registraron un total de 36 especies de murciélagos pertenecientes a las familias Phyllostomidae, Noctilinidae, Vespertilionidae, Emballonuridae, Mormoopidae y Molossidae, la familia con mayor número de especies fue Phyllostomidae (n=27), se realizó la caracterización reproductiva de siete especies, debido a los datos disponibles por capturas y realización de citologías vaginales, sumado a la baja probabilidad de captura de murciélagos frugívoros que muestren evidencias de actividad reproductiva. La captura de murciélagos que además cumplan con los criterios de inclusión para análisis reproductivos como la preñez, evaluación de pezones o la lactancia es difícil de conseguir en condiciones de campo (León-Martínez 2004, Montiel *et al* 2011).

En el sistema ganadero tradicional la abundancia relativa de murciélagos fue menor que en los sistemas silvopastoriles, lo cual puede ser el resultado que en los sistemas silvopastoriles los murciélagos encuentran mayor cantidad de zonas de percha, refugio y alimento (Chara *et al.* 2011). Ya que las zonas de estudio presentaron una alta heterogeneidad espacial debido a los usos ganaderos, fue necesario un alto esfuerzo de muestreo con el fin de obtener toda la variabilidad dentro de los ensamblajes de murciélagos (Moreno & Halfpeter 2000). De acuerdo con las curvas de acumulación de especies, se puede asumir que los muestreos fueron representativos ya que superaron las 18 noches de muestreo por zona, debido a su heterogeneidad espacial además de incluir la variabilidad temporal. Este criterio se sigue con base en lo evaluado por Moreno & Halfpeter (2000) por lo que la muestra tomada es una representación real de la composición del ensamblaje de murciélagos para el tiempo en el que se realizó el estudio. Los máximos valores de abundancia relativa se presentaron entre los meses de agosto a diciembre, coincidiendo con la disminución de las lluvias y el comienzo de la época seca en el Departamento de Córdoba (Ballesteros *et al.* 2006).

En estudios enfocados a evaluar el cambio del uso del suelo en ensamblajes de murciélagos, se reporta que las especies de la Subfamilia Stenodermatinae, Carollinae y Glossophaginae son las más abundantes (Castro-Luna *et al.* 2007, Zortea & Alho 2008, Brobowski & Gribel 2010, Montiel *et al.* 2011 y Vela-Vargas & Pérez-Torres 2012). Por la alta abundancia de estas subfamilias de murciélagos, que estuvieran compartidas en ambos sistemas ganaderos para efectos estadísticos de comparación y su alta cantidad de muestras, se analizaron 513 citologías vaginales realizadas a las hembras de las

especies *A. planirostris*, *A. lituratus*, *P. discolor*, *C. perspicillata*, *C. castanea*, *D. phaeotis* y *G. soricina*. Adicionalmente se realizó la evaluación reproductiva externa de 951 hembras de las mismas especies.

## **7.2. Caracterización reproductiva de las especies de murciélagos**

La mayoría de estudios que evalúan caracteres reproductivos en las hembras sólo utilizan aquellas que se observan como reproductivamente activas por el método de palpación (p.ej. embarazo, lactancia; Wilson 1979, Dinerstein 1986, Duarte & Talamoni 2009). Además, en muchos estudios para observar el ciclo reproductivo completo sacrifican algunas hembras a lo largo del año (Tamsitt & Valdivieso 1965, Laska 1990). Lo anterior, además de no ser necesario, no precisamente resulta en una muestra representativa que refleje la verdadera condición de reproducción de la población en una temporada particular. Los resultados de este trabajo muestran que el uso de las citologías vaginales revelan que una hembra que se ha clasificado como inactiva por evaluación de las características externas, se puede encontrar en diferentes etapas de su ciclo estral. Esto fue descrito previamente por Larrain (2008) para la zona del norte del Valle del Cauca donde encontraron comportamientos de Estro posparto en las especies *A. jamaicensis* y *C. perspicillata* en esta zona del país además de caracterizar algunas de las especies que se describen en este trabajo. Se encontró que no siempre las hembras en estado de postlactancia deberían presentar patrones reproductivos parecidos a las hembras inactivas, ya que algunas especies de murciélagos presentan comportamiento de estro posparto (Tamsitt & Valdivieso 1965, Wilson 1979). Adicionalmente, la inactividad observada a través de la caracterización reproductiva tradicional, no demuestra inactividad reproductiva real, en este estudio se encontraron hembras en fases del ciclo estral que representan actividad reproductiva pero esta no es perceptible mediante la palpación u observación de pezones.

Las especies a lo largo del tiempo de muestreo se encontraron en diferentes etapas estrales, lo que indica actividad reproductiva permanente en los ensamblajes. La proporción de hembras que se registraron en etapas de inactividad (Metestro y Anestro) en el sistema ganadero tradicional fue baja (Figura 6). Aunque en el sistema ganadero silvopastoril no todas se reprodujeron, si se mantuvieron activas. Esto indica que no todas las hembras están contribuyendo al reclutamiento de individuos por nacimientos de cada una de las especies; sin embargo, por el hecho de estar activas si tienen la capacidad potencial de hacerlo. En este caso no se evidenció efecto del sistema ganadero sobre las tasas reproductivas de las hembras, hecho que contradice la hipótesis de investigación planteada en este

estudio. Este tipo de comportamiento en el que la mayor parte del año las hembras se encuentran reproductivamente activas, se han reportado en algunas especies neotropicales como *Platyrrhinus lineatus*, *A. lituratus* (Tamsitt & Valdivieso 1963, Costa *et al.* 2007, Duarte & Talamoni 2009). Es importante recalcar que el muestreo se realizó casi durante toda la temporada de lluvias y la transición a temporada seca, que es el momento donde en la región se presentan los picos de floración y fructificación (Graham 1987).

Para esta zona del país y bajo las condiciones ambientales y ecológicas que brindan los remanentes de BsT, en el departamento de Córdoba los meses de noviembre y diciembre las hembras se preparan para reproducirse, ya que la época de transición de lluvias a época seca implica un aumento en la disponibilidad de recursos (Duarte & Talamoni 2009, Frick *et al.* 2010). Lo anterior puede atribuirse a que en el mes de Enero los arbustos de los BsT presentan un pico de floración y fructificación por lo cual es la época más propicia para el desarrollo y cuidado de las crías (Flemming *et al.* 1988).

Aunque la abundancia de frutos en los dos sistemas ganaderos presentó una tendencia diferente, el número de individuos con flores y frutos disponibles no se registraron diferencias significativas. Para el sistema tradicional los meses de septiembre a noviembre fueron cuando se encontró la mayor cantidad tanto de hembras grávidas como de frutos disponibles. Se presentó una coincidencia entre las especies de los géneros *Artibeus* y *Carollia* con las épocas de mayor disponibilidad de recursos como está descrito en la literatura (Costa *et al.* 2007, Mello *et al.* 2009, Duarte & Talamoni 2009).

### **7.3 Caracterización reproductiva de los machos**

La caracterización reproductiva de los machos representa un reto para los investigadores (Racey 2009), ya que las categorías tradicionalmente usadas para su clasificación son aceptadas pero no siempre reflejan su verdadero comportamiento reproductivo. A pesar de que está descrito que la mayoría de especies son reproductivas temporalmente (Racey & Entwistle 2000), estas caracterizaciones no han sido completamente descritas. Debido a esto y a que la información recolectada en este estudio no permitió un análisis reproductivo de los machos de las especies de murciélagos analizadas, sólo se pudo evaluar en cierta medida si se presenta relación entre el desarrollo de los individuos y la posición testicular.

Para la evaluación por sistema ganadero se encontró relación entre la adultez con los testículos escrotales, la subadultez con los testículos inguinales y el estado juvenil con los testículos impalpables (Figura 20 y Figura 21). Aunque en algunos casos se observaron individuos juveniles con testículos escrotados al igual que individuos subadultos. Posiblemente los machos permanezcan activos reproductivamente todo el año como se registraron Duarte & Talamoni (2009), apoyando la idea propuesta por Tamssit y Valdivieso (1963), pero en el caso de este estudio no se realizaron cortes histológicos testiculares en los machos, por lo que se recomienda en próximas investigaciones que estos se realicen para evaluar la espermatogénesis. Otra opción que se recomienda para evaluar si brinda información reproductiva relevante es evaluar el tamaño de los testículos que en algunos casos puede presentar cambios intraespecíficos en los murciélagos y puede brindar mayor información reproductiva de estos. Es importante considerar el efecto que pueda crear la manipulación de los individuos en la posición testicular, por lo que puede interferir en los análisis reproductivos. Finalmente es un reto buscar información para caracterizar los machos de las especies de murciélagos, por lo que en el caso de este trabajo pueden considerarse como reproductores constantes a lo largo del año, siguiendo la propuesta realizada por Duarte & Talamoni (2009), hasta no encontrar una técnica que permita un mejor acercamiento a este tema.

## **7.4 Los sistemas ganaderos y la fenología reproductiva de los murciélagos**

### **7.4.1 Especies Frugívoras**

Para la especie del género *Artibeus* en el sistema tradicional el menor registro de hembras preñadas se presentó en los meses de la época de lluvias (agosto y septiembre), contrario a lo reportado por Duarte y Talamoni (2009) quienes encontraron comportamientos diferentes en bosques semidecíduos de los bosques atlánticos de Brasil, cuando las hembras de esta especie se reproducen al final de la temporada seca y dan a luz en la temporada de lluvias. En este estudio se encontró que en los sistemas ganaderos los picos de embarazos sucedieron en los meses de octubre y diciembre, que para esta zona del país es el inicio de la temporada seca. Esto brinda información primordial sobre la fenología reproductiva estas especies de murciélagos, ya que en los meses de lluvia se presenta una alta actividad reproductiva entendida como hembras en fases activas del ciclo estral, mientras que en los meses donde se da la transición de lluvia a seca (octubre-diciembre) se traduce en una alta cantidad de hembras preñadas.

En general la composición del ensamblaje de los murciélagos cambia en ambientes sujetos a procesos de pérdida o disminución de hábitat (Brobowiek & Gribel 2010). Sin embargo, los resultados de este trabajo muestran que la fenología reproductiva y el ciclo estral de las especies de *Artibeus* registradas no cambia en los sistemas ganaderos, lo que puede deberse a su alta plasticidad ecológica (Dinerstein 1986, Brobowiek & Gribel 2010). Las especies del género *Artibeus* son generalistas, y se ha reportado que son capaces de establecerse sin problema en ambientes intervenidos (Clarke *et al.* 2005). Esta capacidad de persistir en diferentes tipos de ambientes intervenidos, puede explicar porque no se presenten diferencias en sus condiciones reproductivas. Debido a su dieta frugívora estos murciélagos pueden contribuir de manera importante a la sucesión natural de los remanentes de BsT en el departamento de Córdoba. En estos bosques cerca del 40% de la dispersión de semillas se realiza por medio de la zoocoria (Quesada *et al.* 2009), estas especies de murciélagos al ser frugívoras pueden contribuir de manera importante a la regeneración de los remanentes de bosque, sin ver afectadas sus tasas reproductivas y poblacionales .

Las dos especies del género *Carollia* (*C. perspicillata* y *C. castanea*) presentaron diferentes comportamientos en su fenología reproductiva. *C. perspicillata* presentó un pico de embarazos y de actividad reproductiva entre los meses de diciembre y Febrero sin importar el sistema ganadero donde se encontró (Figura 11). Estos picos de embarazo coincidieron con uno de los picos registrados para la especie en el departamento del Meta (De Bonilla & Turriago 1988b). Aunque para esta especie está registrado el Estro posparto al observar hembras embarazadas y lactantes, en este estudio se observaron algunas hembras con este comportamiento se encontraban embarazadas y en estado de Estro. Estos comportamientos pueden presentarse por varios motivos, el primero se atribuye a la continua disponibilidad de alimento, principalmente de plantas del género *Piper*, lo que puede generar comportamientos tanto de Estro posparto como de preparación fisiológica de las hembras antes de parir las crías. Es por lo anterior, que se pueden reflejar las altas abundancias de estas especies durante el muestreo y las tasas continuas reproductivas, ya que las especies del género *Carollia* aumentan sus abundancias en zonas donde hay altas densidades de plantas pioneras (Clarke *et al.* 2005).

*Carollia castanea* presentó dos picos de embarazo, el primero en el mes de Agosto (temporada de lluvias) y el segundo en Noviembre (final de época de lluvias), y al igual que *C. perspicillata* no presentaron diferencias significativas entre los dos sistemas ganaderos. Se ha reportado que el periodo

de gestación de esta especie es de aproximadamente 105 días (Laska 1990), pero en este estudio los intervalos que se lograron registrar fueron entre 70-90 días.

El no encontrar diferencias entre los tipos de sistema ganadero evaluados en este estudio, nos brinda información importante sobre el nivel de plasticidad ecológica que poseen estas especies. Aunque falta recolectar más información, los sistemas ganaderos pueden estar creando condiciones particulares dentro de los remanentes de bosque (Complejidad estructural; Avila-Cadavilla *et al.* 2012), para que dentro de estos haya suficientes recursos (alimento, refugio) para el mantenimiento de procesos ecológicos dentro de los cuales las especies de murciélagos están envueltas (Clarke *et al.* 2005, Avila-Cadavilla *et al.* 2012), permitiendo que aunque hayan picos de preñez marcados, la actividad reproductiva sea continua durante todo el año y así asegurar el mantenimiento de las poblaciones de murciélagos.

Esta reportado que las especies del género *Carollia* necesitan tener bosques cerca de áreas bajo efecto de algún disturbio para mantener su fenología reproductiva continua (Brobowiek & Gribel 2010). Al igual que las especies del género *Artibeus* son mucho más tolerantes a procesos de disturbio por efecto de los sistemas ganaderos por lo que no se ven afectadas por su implementación.

En cuanto a *D. phaeotis*, la fenología reproductiva descrita en este trabajo para esta especie concuerda con lo descrito por León-Martínez (2004) para el Noroeste de la Península de Yucatán (México); con excepción del mes de noviembre que se registró una baja proporción de hembras reproductivamente activas. Esta especie se caracteriza por no presentar picos de embarazo notables en el año, sino que su reproducción es constante, clasificándose como una especie Poliestrica (Bimodal o asincrónica; Wilson 1979, León-Martínez 2004). En cuanto al ciclo estral se pudo constatar que entre los meses de Noviembre a Marzo la mayor proporción de hembras se encontró en Proestro lo que indica preparación para eventos reproductivos, siendo diciembre y enero los meses cuando se registraron la mayor cantidad de hembras preñadas. Debido a que no se encontraron más picos de embarazo en esta especie, no se pudo confirmar el comportamiento poliestrico a lo largo el ciclo reproductivo que ha sido descrito. Lo que sí se puede inferir es que el final de la temporada de lluvias para *D. phaeotis* puede influir en el aumento de la adecuación reproductiva para esta especie, debido al aumento de recursos alimentarios específicamente frutos en las zonas de muestreo.

Es importante resaltar que para el caso de las hembras la determinación de la edad por osificación de falanges (Brunet-Rossini & Wilkinson 2009) no reflejó el verdadero estado de desarrollo y de madurez sexual. Muchos individuos clasificados como subadultos mediante el criterio de osificación de falanges (Brunet-Rossini & Wilkinson 2009), mostraron actividad reproductiva encontrándose en estado de Estro y Proestro, que evidencia madures reproductiva. Por lo anterior, es necesario reevaluar estos criterios para la caracterización de adultos jóvenes y adultos viejos.

El éxito reproductivo los murciélagos depende de las condiciones ambientales que se presenten en los remanentes de bosque (Barclay 2004, Altrigham 2011). Aunque está registrado que se presentan cambios a nivel de ensamblaje debido a los cambios de hábitat (Clarke *et al.* 2005, Avila-Cadavilla *et al.* 2012), este estudio vislumbra los primeros pasos a seguir sobre la evaluación reproductiva de murciélagos y los efectos que los sistemas productivos pueden llegar a tener sobre ellos, y a pesar de no encontrar diferencias significativas entre sistemas ganaderos, presenta patrones particulares dentro de cada uno, por lo que se puede pensar que al incluir otras variables dentro de estos análisis como temperatura, complejidad estructural de los bosques, precipitación, etc., se podrá hallar las variables fundamentales que los murciélagos tienen en cuenta para reproducirse y mantener sus poblaciones.

A pesar de que los remanentes de Bosque Seco Tropical se encuentran en estados de conservación altos en comparación con la realidad del departamento de Córdoba; los remanentes de bosque evaluados ofrecen suficientes recursos para el mantenimiento de las especies de murciélagos frugívoros, lo cual puede en algún punto estar asegurando el mantenimiento de los roles ecológicos que estas poseen dentro de los ecosistemas (Avila-Cadavilla *et al.* 2012). Esto abre un interrogante importante de qué variables evaluar en el futuro para realizar un acercamiento a la ecología reproductiva de las especies de murciélagos, con el fin llegar a describir, entender y aplicar este conocimiento en planes de conservación y manejo de especies, y por supuesto la gestión ambiental del territorio.

#### **7.4.2 Especies Nectarívoras y Polinívoras**

Mena y Williams (2002) reportaron en Perú que *G. soricina* presenta un pico de nacimientos entre Enero y Abril. Para Colombia esta especie está clasificada como asincrónica con reproducción continua a lo largo del año (Tamsitt & Valdivieso 1964, Wilson 1979). En este trabajo se encontraron bajas tasas de embarazo a lo largo del tiempo de muestreo (Figura 17), siendo el mes de noviembre el que presento encontró la mayor cantidad de hembras preñadas. Aunque *G. soricina* está clasificada como especie

poliestrica y presenta comportamiento de Estro posparto por lo menos una vez al año (Wilson 1979, De Bonilla y Turriago 1988a, Mena & Williams 2002, Duarte & Talamoni 2009), en el presente estudio se observó que todas las hembras a las que se les realizó citología vaginal y estaban preñadas, se encontraban en etapa de Anestro, por lo cual no se pudo evidenciar Estro posparto para esta especie. Es posible que para este estudio sólo se haya registrado el segundo pico reproductivo del año como lo señalaron Sosa y Soriano (1996), donde el primer pico de actividad reproductiva se presenta al final de la época seca y antes de comenzar temporada de lluvias, que en este caso correspondería a los meses de mayo y junio. Se ha reportado que el segundo pico reproductivo se presenta justo al final de la época de lluvias (Sosa y Soriano 1996, Mena & Williams 2002), al igual que lo encontrado en este trabajo. Se presentó una coincidencia de preñez en el mes de noviembre para esta especie, correspondiendo al final de la época de lluvias cuando los recursos (flores y frutos) incrementan justo para la fase de lactancia. Al encontrar especies de plantas registradas dentro de la dieta de *G. soricina* con altas abundancias de flores en este mes como *Cavallinesia platanifolia* (Malvaceae; Flemming & Heithaus 1981), se fortalece esta hipótesis.

En los dos sistemas ganaderos se observaron diferentes plantas que pueden estar siendo consumidas por *G. soricina*. En el caso del sistema ganadero tradicional se registró una alta frecuencia de individuos con flor de plantas del género *Pseudobombax*. Esta especie está registrada dentro de la dieta de algunas especies de murciélagos nectarívoros en el neotrópico (Flemming & Heithaus 1981). La abundancia de flores de esta especie coincidió con los picos de gravidez de *G. soricina* para el sistema ganadero tradicional en el mes de noviembre, pero si se conoce que la dieta de murciélagos nectarívoros puede variar temporalmente (Sperr *et al.* 2011) y es probable que en esta época esta especie de murciélagos se esté alimentando de esta planta. Además de lo anterior, también es probable que *G. soricina* se esté alimentando también de flores de individuos de la familia Araceae que se ha reportado en la literatura que hace parte de su dieta (Sperr *et al.* 2011).

Para las especies del género *Phyllostomus* la literatura sobre su fenología reproductiva o caracterización reproductiva es variable. Para *P. discolor* la información disponible es escasa (Wilson 1979), pero para *P. hastatus* si existen estudios sobre su actividad reproductiva (Porter & Wilkinson 2001). En el sistema ganadero tradicional entre los meses de octubre a enero se registró la mayor proporción de hembras embarazadas, mientras que en el sistema ganadero silvopastoril esta especie se reprodujo en bajas proporciones a lo largo del tiempo de muestreo. Este hallazgo permite confirmar

que *P. discolor* sigue seguir un patrón reproductivo poliestrico, con actividad reproductiva posterior al parto, comportamiento reproductivo que había sido propuesto por Wilson (1979), pero no había sido registrado para Colombia debido a la falta de datos de la especie. Lo anterior no se hubiera podido evidenciar mediante la caracterización reproductiva externa. Por otra parte para *P. hastatus*, se ha descrito un patrón monoestrico estacional con tiempo de embarazo de hasta cinco a seis meses (Porter & Wilkinson 2001), pero para el caso de este estudio no fue posible monitorear a una hembra para evaluar la preñez. Estas variaciones en el patrón reproductivo del género *Phyllostomus* en diferentes puntos de su distribución geográfica, refleja una alta plasticidad ecológica, o adaptación geográfica de sus poblaciones. Como especie es posible que tenga la capacidad de ajustar su comportamiento reproductivo a las condiciones regionales, lo que le da una ventaja adaptativa para responder a procesos de transformación del hábitat, siendo el Caribe colombiano una de las zonas con mayor índice de transformación del paisaje, y mantener los procesos ecológicos a los que *P. discolor* está ligada.

Porter y Wilkinson (2001) registraron que el 98% de los nacimientos para *P. hastatus* se presentaron el mes de abril, siendo las variables ambientales las que más afectaron esta sincronía, para el caso de la especie *P. discolor* la mayor cantidad de hembras preñadas en el sistema silvopastoril fue el mes de enero mientras que en el sistema tradicional se presentó entre los meses de noviembre a enero. Aunque no se presentaron diferencias significativas en las hembras preñadas. Esto fortalece la descripción fenológica que se realiza de la especie *P. discolor* donde en los meses donde todavía se presentan altos índices de precipitación (septiembre y octubre) hay una alta proporción de hembras en estados reproductivos activos (estro y proestro) y traduciendo estas altas cantidades de hembras activas reproductivamente en hembras preñadas en la época de disminución de lluvias (noviembre-enero).

Diciembre fue también el mes donde mayor proporción de hembras se encontraron en etapas de inactividad reproductiva, particularmente en etapa de Metestro. El 60% de estas hembras se encontraban en embarazo, lo que da mayor peso a lo propuesto por Elizalde-Arellano y colaboradores (2008), muestran que cuando es registrado el estado de Metestro, se presenta el embarazo temprano, que por medios de técnicas tradicionales de palpación no es detectable. Por lo que el mes de diciembre puede presentar características particulares en las zonas (fructificación, temperatura, floración) para que haya un aumento en tanto en la actividad reproductiva particularmente potencializar la gravidez de las hembras, pero estas características aún no han sido estudiadas y son desconocidas (Porter & Wilkinson 2001).

La relación entre la cantidad de flores y el ciclo estral que presentó la especie *P. discolor* fue directa ya que la mayor cantidad de hembras grávidas se presentaron con la mayor abundancia de flores de especies como *Cochlospermum vitifolium* y *Carica papaya*. Para el caso de *C. vittifolium* Calonge (2009) encontró una alta cantidad de individuos de *P. discolor* alimentándose de flores de este arbusto en el departamento de Córdoba, y además registró nueve morfotipos de polen consumidos por *P. discolor*.

### **7.5. Las citologías Vaginales como herramienta para la caracterización reproductiva de los murciélagos**

Los resultados de esta investigación muestran que en muchos casos la determinación por evaluación de caracteres externos no brinda información exacta sobre el estado reproductivo. Es necesario replantear el uso de criterios externos para la caracterización reproductiva en los murciélagos. Para detectar embarazos incipientes se depende en gran medida de la experiencia del investigador. El uso de las citologías vaginales muestra el ciclo estral real de la hembra y permite una mejor caracterización de la misma, aunque el método es invasivo, es poco impactante y no se sacrifican individuos. Como ya se ha descrito anteriormente, al analizar las citologías de muchas hembras catalogadas como inactivas se encontró que estas no estaban presentaban algún tipo de actividad reproductiva.

Las diferencias que se encontraron en el porcentaje de estimación de inactividad reproductiva utilizando las dos técnicas (caracterización reproductiva externa y citologías vaginales), tienen varias implicaciones: primero, se puede estar subestimando la capacidad reproductiva de las especies consideradas sincrónicas con los picos de floración y fructificación de las especies de las que se alimentan. Ejemplo de lo anterior son las especies *G. soricina* y *P. discolor*, la primera está clasificada como una especie poliestrica (Altrigham 2011, Sperr *et al.* 2001), en este estudio se encontró que no presenta picos marcados de embarazo y tuvo una baja tasa reproductiva a lo largo del año. La implementación de la técnica de citología vaginal para determinar la etapa del ciclo reproductivo de las hembras, da una visión más exacta del comportamiento reproductivo de cada especie.

### **7.6 Implicaciones para la conservación**

Los sistemas silvopastoriles presentan mayor cobertura arbórea que significa una mayor complejidad estructural, que incrementa la probabilidad que los murciélagos encuentren más recursos disponibles

(refugio y alimento) (Vargas-Contreras *et al.* 2009), lo que favorece mayor actividad reproductiva. Sin embargo, los resultados de este trabajo muestran que el tipo de manejo de ganadería no significa un efecto sobre la fenología reproductiva como se planteó en la hipótesis inicial. Sin embargo, se constató que el sistema ganadero silvopastoril presenta continuidad estructural en la cobertura arbórea que les permite a los murciélagos reproducirse de manera estable a lo largo del tiempo. Por el contrario, el sistema ganadero tradicional ofrece recursos más espaciados en espacio y tiempo, y puede estar condicionando y provocando una sincronización de los eventos reproductivos de las diferentes especies de murciélagos.

La fenología reproductiva en las especies de murciélagos es afectada de manera directa por la abundancia y disponibilidad de frutos (Barclay *et al.* 2004, Sperr *et al.* 2011, Altrigham 2011, Porter & Wilkinson 2001), este trabajo no fue la excepción a esta norma. Se evidencia que además de las limitaciones de alimento, otras variables pueden estar afectando la fenología reproductivas de las especies de murciélagos. Aunque se encontraron relaciones entre la alta disponibilidad de recursos con los picos de embarazo, se encontró una baja proporción de hembras en fases reproductivas de inactividad, por lo que a pesar de no estar preñadas, pueden potencialmente estarlo en algún momento. Esta es una de las interrogantes que abre este trabajo, si la variable de abundancia de recursos alimentarios no es la más limitante para la fenología reproductiva de los murciélagos. Es por esto que es importante correlacionar datos de dietas de las especies con su fenología reproductiva, evaluación de estrés, peso, para evaluar las condiciones de los individuos, además de incluir variables ambientales para ver un cuadro mucho más completo.

Este trabajo ayuda a entender los procesos reproductivos de los murciélagos en Bosques Secos Tropicales y ofrece lineamientos de análisis futuros con el fin de mejorar la implementación de sistemas ganaderos que mantienen mayor área de cobertura. Es uno de los primeros acercamientos que se realizan, en condiciones naturales, de la ecología reproductiva de las especies de murciélagos y presenta información veraz que ayuda a complementar el conocimiento de la ecología de este gran grupo que es tan importante en los procesos ecológicos dentro de los bosques.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo con la hipótesis planteada el tipo de manejo ganadero no afecta la fenología reproductiva de las especies de murciélagos en los remanentes de BsT.
- Las especies de murciélagos en los sistemas ganaderos evaluados presentaron poliestría atemporal, por lo que los murciélagos no presentan una sincronía reproductiva marcada en este tipo de ecosistemas del Caribe colombiano.
- La abundancia de recursos alimentarios no explicó la fenología reproductiva de las especies de murciélagos, pero se presentaron coincidencias entre los picos de preñez y la abundancia de frutos.
- Debido a su alta plasticidad ecológica, las especies del género *Artibeus*, no registraron diferencias en la fenología reproductiva en los dos sistemas ganaderos evaluados, por lo que las características de los sistemas ganaderos no limitan de manera importante su fenología reproductiva.
- Para la especie *Carollia perspicillata*, los meses de septiembre, diciembre y enero fueron en donde se encontró mayor proporción de hembras en fases estrales que demostraron actividad reproductiva, coincidiendo con la mayor abundancia de plantas fructificadas del género *Piper*, lo que puede estar generando una sincronización de partos y comportamiento de Estro posparto en épocas de abundancia de recursos.
- La especie *P. discolor* presentó un pico de preñez entre los meses de octubre y enero, época con mayor cantidad de plantas fructificadas en el sistema ganadero tradicional, mientras que en el sistema silvopastoril se reprodujo en una baja proporción pero constante durante todo el tiempo de muestreo.
- Se confirma el comportamiento de poliestrónico para la especie *P. discolor* en Colombia con un pico de hembras en fase de Estro posparto en el mes de diciembre.
- Para la especie *D. phaeotis* el final de la temporada de lluvias permite el aumento de su actividad reproductiva, debido al aumento de recursos y que la mayor de hembras preñadas se registró durante esta época.
- La posición testicular en los machos no mostro información relevante sobre el estado reproductivo de los individuos, pero se encontró relación entre la posición testicular escrotal y el estado de desarrollo de adultez en los machos de todas las especies de murciélagos caracterizadas.

- La caracterización de desarrollo realizada por medio de la osificación no necesariamente refleja la madurez sexual de las hembras de murciélagos.
- El uso de citologías vaginales proporciona datos más exactos sobre la fase estral de los individuos que mediante la observación de caracteres externos.
- El éxito reproductivo de los murciélagos depende las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos que las áreas provean. En el sistema ganadero silvopastoril la oferta de flores y frutos no cambio de manera drástica durante todo el tiempo de muestreo, por lo que puede potencializar la continuidad reproductiva de las especies de murciélagos.
- La fenología reproductiva de las especies no presentó diferencias significativas con el tipo de sistema ganadero, pero se observó que el sistema ganadero silvopastoril ofreció mejores condiciones para mantener continuidad reproductiva de las especies de murciélagos.

## 8. RECOMENDACIONES

- Extender el tiempo de muestreo para tener más de un ciclo estral, para observar si los patrones descritos en este trabajo se mantienen a lo largo del tiempo.
- Debido a la dificultad y las condiciones de los machos, estos no presentaron información veraz para la caracterización reproductiva por lo que se sugiere en el caso de caracterizaciones reproductivas de murciélagos trabajar con hembras.
- Realizar estudios comparativos de las células de pared vaginal de los murciélagos con el fin de evaluar diferencias en el tipo de células por tamaño y forma, con el fin de diferenciar de mejor manera las células y homogenizar la técnica e implementarla para su uso en las caracterizaciones reproductivas en murciélagos.
- Evaluar variables ambientales y de complejidad estructural de los bosques y relacionarlas con la fenología reproductiva de las especies de murciélagos, para así delimitar las variables limitantes en la fenología reproductiva de las especies de murciélagos en bosques secos tropicales y otro tipo de ecosistemas.
- Realizar estudios de amplitud de dieta y relacionarla con la fenología reproductiva de las especies de murciélagos para así evaluar si hay cambio en las dietas de las especies de murciélagos tanto en etapas de actividad como preparación para cópula, preñez y lactancia como en etapas de inactividad reproductiva.
- Debido a la inexistencia de información, este tipo de trabajos se restringen de manera importante, por lo que es necesario amentar las caracterizaciones reproductivas de las especies de murciélagos en Colombia, para así poder evaluar los estados poblacionales de las especies como sus reales categorías de amenaza.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Altringham, J.D. 2011. *Bats From Evolution to Conservation*, Second edition. (Ed.) Oxford University Press. Oxford. London. 324 p.
- Alvear, M., M.M. León & E. Rossi. 2009. Propuesta metodológica para el estudio de la oferta de frutos en bosques fragmentados. En: Rodríguez, J.M., J.C. Camargo, J. Niño, A.M. Pineda, L.M. Arias, M.A. Echeverry & C.L. Miranda, (eds.). *Valoración de la Biodiversidad en la ecorregión del eje cafetero*. CIEBREG. Pereira, Colombia. 238 p
- Avila-Cabadilla, L. D., G. A. Sanchez-Azofeifa, K. E. Stoner, M. Y. Alvarez-Añorve, M. Quesada and C. A. Portillo-Quintero. 2012. Local and landscape factors determining occurrence of phyllostomid bats in tropical secondary forests. *PloS one* 7:e35228.
- Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). *Infostat. Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Ballesteros J, Fernández C, Dueñas R. 2006. *Introducción a la Diversidad Faunística del Departamento de Córdoba*. Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad de Córdoba, Montería-Colombia. Informe técnico.
- Barclay R.M.R., Ulmer J., MacKenzie C.J.A., Thompson M.S., Olson L., McCool J., Cropley E., Poll G. 2004. Variation in the reproductive rate of bats. *Canadian Journal of Zoology*. 82: 688-693.
- Barlow K. *Expedition field techniques BATS*. 1999. Royal Geographical Society. London. 68 pp.
- Brobowiek P.E.D., Gribel R. 2010. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal Conservation*. Vol 13: 204-216.
- Brunet-Rossinni, A.K. & Wilkinson, G.S. *Methods for age estimation and the study of senescence in bats*. En: Kunz T & Parsons S. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Second Edition. Johns Hopkins University Press.
- Calonge B. 2009. *Dieta y estructura trófica del ensamblaje de murciélagos en un sistema de ganadería extensiva en remanentes de bosque seco tropical en Córdoba (Colombia)*. Trabajo de grado. Pregrado en Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá. 101p.

- Calonge B., Vela-Vargas I.M., Pérez-Torres J. 2010. Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba-Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 15(1). 1938-1943.
- Castro-Luna A.A., Sosa V.J., Castillo-Campos G. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Animal Conservation* 10:219-228.
- Chará J. E. Murgueitio, A. Zuluaga & Giraldo C. 2011. *Ganadería Colombiana Sostenible*. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 158 p.
- Clarke, F. M. Rostant L. V. Racey P. 2005. Life after logging: post-logging recovery of a neotropical bat community. *Journal of Applied Ecology* 42:409–420.
- Colwell R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0.0. Persistet URL <[www.purl.oclc.org/estimates](http://www.purl.oclc.org/estimates)>.
- Cosson, J. F. Pons, J. M. Masson, D. 1999, Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*. Vol. 15 (4): 515-534.
- Costa L. M., Almeida J. C., Esbérard C.E.L. 2007. Dados de reprodução de *Platyrrhinus lineatus* em estudo de longo prazo no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Iheringia, Série Zoológica* 97(2): 152-156.
- De Bonilla H.O., Turriago G. 1988a. Presencia de Estro post-parto en el murciélago frugívoro *Carollia perspicillata*. *Acta Biológica Colombiana* Vol 1(4):63-74
- De Bonilla H.O., Turriago G. 1988b. Ciclo reproductivo del murciélago *Carollia perspicillata* en el campo. *Acta Biológica Colombiana* Vol 1(4): 49-61.
- Díaz J.M. 2006. Bosque Seco Tropical en Colombia En: Álvarez E, Aguirre L, Castro G & Gúzman J (eds). *Bosque Seco Tropical en Colombia*. Banco de Occidente. Bogotá. Colombia.
- Dinerstein E. 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica*. 18(4): 307-318.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

- Duarte A.P., Talamoni S.A. 2010. Reproduction of the large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Brazilian Atlantic forest area. *Mammalian Biology*. Vol 75: 320-325.
- Elizalde-Arellano C. López-Vidal J C. Uría-Galicia E. Motellano-Rosales H. Arroyo-Cabrales J. Medellín R. 2008. Citología Vaginal y ciclo estral de *Diphylla ecaudata* en: Lorenzo C, Espinoza E & Ortega J (Eds). Avance en el estudio de los mamíferos de México II. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México
- Escobar-Botero, S. Galeano-Múnera, A. Londoño-Restrepo, M. Villa-Giraldo, M. 2004. Atlas de citología cervicovaginal. (Ed.) Universidad de Antioquia. 119 p.
- Estrada A. & Coates-Estrada R. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 17: 627-646.
- Felipe A.E., Cabodevila J., Callejas S., 2001. Characterization of the Estrous cycle of the *Myocastor coypus* (Coypu) by means of exfoliative colpocitology. *Mastozoologia Neotropical*. Vol 8(2): 129-137.
- Flemming T.H., Hooper E.T. Wilson D.E. 1972. Three central American bat communities: Structure, Reproductive cycles and movement patterns. *Ecology*. 53(4): 556-569.
- Flemming TH., Heithaus ER. 1981. Bats, seeds shadows, and structure of tropical forest. *Biotropica* Vol 13: 45-53.
- Fleming, T.H. 1988. The short tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Frick W.F., Reynolds D.S., Kunz T.H. 2010. Influence of climate and reproductive timing on demography of little brown myotis *Myotis lucifugus*. *Journal of Animal Ecology*. Vol 79: 128-136.
- Graham G.L. 1987. Seasonality of reproduction in Peruvian bats. *Fieldiana: Zoology* 39: 173-186.
- Gillespie T. Grijalva A & Farris, C. 2000. Diversity, composition, and structure of Tropical Dry Forest in Central America. *Plant Ecology*. Vol.147 (1): 97-47.
- Gotelli N.J., & Colwell R.K. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad 1997-Colombia. Editado por María Elfi Chaves y Natalia Arango. Santafé de Bogotá; Instituto Humboldt, PNUMA. Ministerio del Medio Ambiente, 1998. 3 vol.

Ji Y., Tang B., Traub R. J. 2008. The visceromotor response to colorectal distention fluctuates with the Estrous cycle in rats. *Neuroscience*. Vol 154: 1562-1567.

Kowalski, K. Mamíferos: manual de teriología .1981. Blume ediciones. España. 532 pp.

Krutzsch P.H. 2000. Anatomy, Physiology and Cyclicity of the male reproductive tract. En: Crichton E & Krutzsch (eds). *Reproductive Biology of bats*. Academic Press. London.

Kunz T.H. Adams R.A. Hood W.R. 2009. Methods for assessing size at birth and postnatal growth and development in bats. En: Kunz T & Parsons S. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Second Edition. Johns Hopkins University Press.

Larraín-González P. 2008. Descripción del estado reproductivo de las especies de murciélagos presentes en dos fincas productivas en el norte del valle del cauca, Colombia. Trabajo de grado. Pregrado en Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá. 119p.

Laska M., 1990. Gestation period and between birth intervals in *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae: Chiroptera). *Journal of zoology London*. 222: 697-702.

León-Martínez PN. 2004. Estudio preliminar de los patrones reproductivos de *Dermanura phaeotis* y *Artibeus intermedius* (Chiroptera:Phyllostomidae) en petenes del noreste de la península de Yucatan, México. Tesis de pregrado en Biología. Universidad Autónoma de Yucatan. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida. 50p.

Linares O. 1998. Mamíferos de Venezuela. 1ed. Venezuela. Venezuela: Sociedad Conservacionista Audubon

Mello M.A.R., Kalko E.K.V., Silva W.R. 2009. Ambient temperature is more important than food availability in explaining reproductive timing of the bat *Sturnira lilium* (Mammalia: Chiroptera) in a montane atlantic forest. *Canadian Journal of Zoology* 87: 239-245.

Mena J.L. Williams M. 2002. Diversidad y patrones reproductivos de quirópteros en un área urbana de Lima, Perú. *Ecología Aplicada* 1:1-8.

- Montiel S., Estrada A., Leon P. 2011. Reproductive Seasonality of Fruit-Eating Bats in Northwestern Yucatan, Mexico. *Acta Chiropterologica* 13:139–145.
- Murphy, P. Lugo, A. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 17: 67-88.
- Nelson, R., 2000. An introduction to behavioral endocrinology. (Ed.) Sinauer Press. Baltimore and London. 287 p.
- Neuweiler G. 2000. *The Biology of Bats*. Oxford University Press. New York. 310 pp.
- Nowak, R.M. 1999. *Walker's Mammals of the World*. Volume 1, Sixth edition.(Ed.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 836 p.
- Pennington T., Prado D., Pendry C. 2000. Neotropical seasonally dry forest and quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27(2): 261-273.
- Pennington R.T., Lavin M., Oliveira-Filho A. 2009. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 40:437-457.
- Pérez-Pabon L. 2007. Aproximación al estado reproductivo de murciélagos en dos regiones del eje cafetero: utilización de citologías vaginales como indicador de la etapa estral. Trabajo de grado. Pregrado en Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá. 120p.
- Pérez-Torres J. 2004. Dinámica del ensamblaje de murciélagos en respuesta a la fragmentación en bosques nublados: un modelo de ecuaciones. *Disertación Doctoral*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Pinzón E. 1991. Historia de la ganadería en Colombia. *Suplemento Ganadero, Banco Ganadero*. Vol. 8(1): 222.
- Porter T.A., Wilkinson G.S. 2001. Birth synchrony in greater spear-nosed bats (*Phyllostomus hastatus*). *Journal of Zoology*. Vol: 253: 383-390.
- Promislow D.E.L., Harvey P.H. 1990. Living fast and dying young: A comparative analysis of life-history variation among mammals. *Journal of Zoology*. Vol 220: 417-437.
- Quesada M, Sanchez-Azofeifa A.G., Alvarez-Añorve M., Stoner, K.E., Avila-Cadabilla L., Calvo-Alvarado J., Castillo A., Espírito-Santo M.M., Fagundes M., Fernandes, G.W., Gamon J., Lopezaraisa-

- Mikel M., Lawrence D., Cerdeira Morellato L.P., Powers, J.S., Neves, F de S., Rosas-Guerrero V., Sayago R., Sánchez-Montoya G. 2009. Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management* 258: 1014-1024.
- Racey P. 1982. Ecology of Bat Reproduction; pp. 57-93 En: Kunz T (ed). *Ecology Of Bats*. Boston University. New York.
- Racey P. Entwistle AC. 2000. Life-history and reproductive strategies of bats. En: Crichton E & Krutzsch (eds). *Reproductive Biology of bats*. Academic Press. London.
- Racey P. 2009. Reproductive Assesment of Bats. En: Kunz T & Parsons S. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Second Edition. Johns Hopkins University Press.
- Ramírez L. 2006. El ciclo estral y menstrual. *Mundo Pecuario* 2(2):30-31.
- Rangel-Ch J., Arellano H. 2010. Clima. En: Rangel-Ch J (ed). *Colombia Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, Ecología y Manejo Ambiental*. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Rasweiler J.J., De Bonilla H., 1992. Menstruation in short.tailed fruit bats (*Carollia* spp.). *Journal of Reproduction and Fertility*. Vol: 95: 231-248.
- Santos-Moreno A., García-García J.L., Rodríguez-Alamilla A. 2010. Ecología y reproducción del murciélago *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*. 81: 847-852.
- Senior P., Butlin P.K., Altringham J.D. 2005. Sex and segregation in temperate bats. *Proceedings. Biological sciences*. 272:2467–2473.
- Soberon, J. & J. Lorente-Busquets. 1993. The use of species accumulation functions for prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- Sosa V. Soriano P. 1996. Resource availability, diet and reproduction in *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera) in an arid zone of Venezuelan Andes. *Journal of Tropical Ecology* 12:805-812.

- Sperr, E. B., Caballero-Martínez L.A., Medellín R., Tschapka M. 2011. Seasonal changes in species composition, resource use and reproductive patterns within a guild of nectar-feeding bats in a west Mexican dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 27:133–145.
- Stoner K.E., O.-Salazar K.A., R.-Fernández R.C., Quesada M., 2003. Population dynamics, reproduction, and diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in Jalisco, Mexico: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 12: 357-373.
- Tamssit J.R., Valdivieso D. 1963. Reproductive cycle of the big eating fruit bat *Artibeus lituratus* Olfers. *Nature*. Vol 198: 104.
- Tamssit J.R., Valdivieso D. 1964. Informations sur la reproduction des chiropteres phyllostomides de Colombie. *Mammalia* Vol 28(3): 397-402.
- Tamssit J.R., Valdivieso D. 1965. Reproduction of the female big fruit-eating bat, *Artibeus literatus palmarum* in Colombia. *Caribbean Journal of Science*. Vol 5(3-4): 157-166.
- Timm RM, LaVal RK. 1998. A field key to the bats of Costa Rica. *University of Kansas Center of Latin American Studies*. (22)1-30.
- Tschapka M. 2005. Reproduction of the bat *Glossophaga commissarisi* (Phyllostomidae: Glosophaginae) in the Costa Rican rain forest during frugivorous and nectarivorous periods. *Biotropica*. 37(3): 409-415.
- Touma C., Palme R., Sachser N. 2001. Different types of oEstrous cycle in two closely related South American rodents (*Cavia aperea* and *Galea musteloides*) with different social and mating systems. *Reproduction*. Vol 121: 791-801.
- Vargas-Contreras J.A. Medellín R.A. Escalona-Segura G. Interián-Sosa L. 2009. Vegetation complexity and bat-plant dispersal in Calakmul, Mexico. *Journal of Natural History* 43: 219-243.
- Vaughan T. Ryan J. Czaplewski N. 2000. *Mammalogy*. Fourth edition. Thompson Learning. United States of America. 565 pp.
- Vela-Vargas I. M., Pérez-Torres J. 2012. Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia) 18:1089–1100.

- Wang Z., Liang B., Racey P.A., Wang Y., Zhang S.Y. 2008. Sperm Storage, Delayed Ovulation, and Menstruation of the Female Rickett,s Big-Footed Bat (*Myotis ricketti*). Zoological Studies. Vol 47(2): 215-221.
- Wilson D. E. 1979. Reproductive Patterns. En: Baker, R. J., Jones, J. K., Jr., and Carter, D. C., Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae. Part III. Special Publications, The Museum, Texas Tech University, pp.317-378.
- Willig M.R. 1985 a. Ecology, Reproductive Biology, and Systematics of *Neoplatymops mattogrossensis* (Chiroptera: Molossidae). Journal of Mammalogy. Vol 66(4): 618-628.
- Willig M.R. 1985 b. Reproductive Patterns of Bats from Caatingas and Cerrado Biomes in Northeast Brazil. Journal of Mammalogy Vol 66 (4): 668-681.
- Wilson, D. Reeder, D. (Eds.). Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. USA: Johns Hopkins University Press. 2005
- Zhang X., Zhu C., Lin H., Yang Q., Ou Q., Li Y., Chen Z., Racey P., Zhang S., Wang H. 2007. Wild frugivorous fruit bats (*Rousettus leschenaultia*) exhibit human-like menstrual cycle. Biology of reproduction. 77: 358-364
- Zanon C. M. & dos Reis Z. 2007. Bats (Mammalia:Chiroptera) in the ponta Grossa region, Campos Gerais , Paraná , Brazil. Revista Brasileira da Zoologia. 24:327–332.
- Zortéa M., Alho C.J.R. 2008. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. Biodiversity and Conservation 17:791–805.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Formato de campo para la captura de murciélagos

**No. Campo:** \_\_\_\_\_

Día: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ No. Bolsa: \_\_\_\_\_

No. Red: \_\_\_\_\_ No. Bolsillo: \_\_\_\_\_ Hábitat: \_\_\_\_\_

Generalidades del sitio de colecta: \_\_\_\_\_

Ubicación red: \_\_\_\_\_

**Colecta:** Si  No  **Recaptura:** Si  No  Código Marcaje: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Vereda: \_\_\_\_\_ Finca: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ Latitud: \_\_\_\_\_

Temperatura: \_\_\_\_\_ Humedad relativa: \_\_\_\_\_

**Precipitación:** Lluvia  Granizo  Rocío  Niebla  Seco

**Fase lunar:** Llena  Menguante  Nueva  Creciente

Familia: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_ Especie: \_\_\_\_\_

Nombre común: \_\_\_\_\_

LT: \_\_\_\_\_ LC: \_\_\_\_\_ LPSu: \_\_\_\_\_ LPCu: \_\_\_\_\_ LA: \_\_\_\_\_ Calcáneo: \_\_\_\_\_

LO: \_\_\_\_\_ Env: \_\_\_\_\_ HN: \_\_\_\_\_ Trago: \_\_\_\_\_ Pólux: \_\_\_\_\_

**Peso:** Bolsa \_\_\_\_\_ Con bolsa \_\_\_\_\_ Neto \_\_\_\_\_

**Edad:** Infantil  Juvenil  Subadulto  Adulto  **Sexo:** Macho  Hembra

**Macho:** Testículos: Escrotales  Inguinales  Impalpables

**Hembra:** Preñez: No   Incipiente:  Avanzada

**Vagina:** Inactiva  Cornificada  Túgida

**Sínfisis púbica:** Cerrada  Abierta  Intermedia

No. Mamas: \_\_\_\_\_ Pezón evidente: Si  No  Alopecicos: Si  No

**Leche:** Si  No

**Colecciones especiales:** Heces  Polen  Ectoparásitos  Endoparásitos

Pelos  Contenido estomacal  Otros: \_\_\_\_\_

**Coloraciones especiales:** \_\_\_\_\_

**Verrugas en mentón:** Si  No  Forma: \_\_\_\_\_

**Anexo 2. Familias de plantas registradas en las cuatro áreas de muestreo. En el departamento de Córdoba. Septiembre de 2011 – Marzo de 2012. Los números indican el número de registros realizados de individuos con frutos.**

Familias	Sistema Tradicional		Sistema Silvopastoril	
	Guacamayas	Chimborazo	Las Palmeras	San Lorenzo
Acanthaceae			2	2
Anacardiaceae	1			3
Anonaceae		1		
Apocynaceae	4		21	17
Arecaceae	18	5	5	2
Bignoniaceae	1			5
Boraginaceae	3		3	
Burseraceae		9		
Cannabaceae	1			1
Capparaceae	12	2	1	1
Caricaceae		1	3	1
Cyclanthaceae				1
Dilleniaceae		1		
Euphorbiaceae			3	1
Fabaceae	5	3	15	10
Flacourtiaceae			1	
Heliconiaceae				1
Lecythidaceae				1
Loganiaceae			1	
Lythraceae		2		
Malvaceae	15	2	7	11
Meliaceae		3	4	2
Moraceae				2
Muntingiaceae				2
Myrtaceae	1	1	1	
Piperaceae			31	1
Rubiaceae	4	21	3	4
Sapindaceae	8		1	1
Solanaceae			9	2
Urticaceae				5
Verbenaceae		1		
Violaceae		3		
Total	73	55	111	76