



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD  
ECOLOGÍA**

**SUPLEMENTACIÓN DIETÉTICA DE MONOS ARAÑA (*Ateles  
geoffroyi*) EN PAISAJES FRAGMENTADOS**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**PRESENTA:**

**GLORIA KARINA PÉREZ ELISSETCHE**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:**

Dr. Víctor Arroyo Rodríguez  
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad,  
UNAM

**COMITÉ TUTOR**

Dr. Jesús Alejandro Estrada Medina  
Instituto de Biología, UNAM  
Dr. Gabriel Ramos Fernández  
CIIDIR unidad Oaxaca, IPN

**MÉXICO, D.F., agosto de 2015**





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD  
ECOLOGÍA**

**SUPLEMENTACIÓN DIETÉTICA DE MONOS ARAÑA (*Ateles  
geoffroyi*) EN PAISAJES FRAGMENTADOS**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**PRESENTA:**

**GLORIA KARINA PÉREZ ELISSETCHE**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:**

Dr. Víctor Arroyo Rodríguez  
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad,  
UNAM

**COMITÉ TUTOR**

Dr. Jesús Alejandro Estrada Medina  
Instituto de Biología, UNAM  
Dr. Gabriel Ramos Fernández  
CIIDIR unidad Oaxaca, IPN

**MÉXICO, D.F., agosto de 2015**



Dr. Isidro Ávila Martínez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente.-

Por medio de la presente, me permito informar a usted, que en reunión ordinaria del Subcomité por Campo de Conocimiento de (Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas) del Posgrado en Ciencias Biológicas, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de Maestra en Ciencias Biológicas de la alumna **Gloria Karina Pérez Elissetche** con número de cuenta **512027072** con la tesis titulada: **"Suplementación dietética de monos araña (*Ateles geoffroyi*) en paisajes fragmentados"** bajo la dirección del **Dr. Víctor Arroyo Rodríguez**.- Tutor principal:

Presidente:	Dr. Miguel Martínez Ramos
Vocal:	Dr. Jesús Alejandro Estrada Medina
Secretario:	Dra. Ellen Andresen
Suplente:	Dr. Héctor Takeshi Arita Watanabe
Suplente:	Dr. Arturo González Zamora

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 27 de julio de 2015

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga  
Coordinadora del Programa



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Posgrado en Ciencia Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), gracias por permitirme continuar con mi formación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado para mis estudios de maestría.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Programa (PAEP), UNAM, y a la American Society of Primatologists por el apoyo económico concedido para la realización de la presente tesis.

Al Dr. Víctor Arroyo, mi director de tesis, quién me aceptó como parte de su laboratorio Ecología de Paisajes Fragmentados para poder llevar a cabo este proyecto. Gracias por cada comentario, ayuda, impulso, paciencia, ejemplo que eres y tiempo dedicado para que pudiera concluir con este trabajo.

A mi comité tutorial, Dr. Jesús Alejandro Estrada Medina y Dr. Gabriel Ramos-Fernández por su apoyo y colaboración durante el proyecto. Cada revisión, punto de vista y sugerencia fueron fundamentales para mejorar la presente tesis. ¡Muchas gracias por todo!

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

A todos aquellos colaboradores que respondieron a mis correos para incluir información en esta tesis. Gracias por su apoyo y cooperación, esta tesis refleja que el trabajo conjunto puede ayudar a conocer más sobre las especies y ayudar a su conservación, además de ayudarme personalmente a terminar un trabajo más completo. Gracias por su tiempo, ayuda y paciencia!

Colaboradores:

**Colin Chapman, Óscar M. Chaves, Arturo González-Zamora, Karenina Morales-Hernández, Carlos Muench, Domingo Ordóñez Gómez, Miriam Pablo-Rodríguez, Gabriel Ramos-Fernández, Rafael A. Reyna Hurtado, Sonia Sánchez-López y Gilberto Silva-López.**

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Primero quiero dar gracias a Dios, por haberme dado mi familia, mi madre Gloria Elissetche, mi padre Salomón Pérez y mi hermano Josué, ustedes son mi más grande amor y siempre voy a querer ser un orgullo para ustedes, gracias por haberme apoyado toda mi vida, sin ustedes no podría lograr nada, y aunque estuve un poco lejos siempre estuvieron conmigo.

De nuevo a mi tutor y amigo Víctor Arroyo, porque todos los agradecimientos no serán suficientes para expresar todo lo que me ayudaste, y lo agradecida que estoy de que hayas aceptado ser mi tutor y hayas sido paciente conmigo para terminar esto, y su hermosa esposa Yashua Medina, ustedes siempre con su buena vibra, cariño, ánimos, paciencia y mucho conocimiento siempre estuvieron a mi lado para apoyarme y ayudarme, son mis tutores académico y espiritual, forman parte siempre especial en mi vida, muchas muchas gracias por todo!

Al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) antes Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM campus Morelia, gracias por ser mi casa de estudios y proporcionarme todas las herramientas para seguir con mi profesión, así como mi segundo hogar y muchos amigos. A los investigadores que tuve el honor de conocer y que fueron parte de todo este proceso, así como de ayudarme a mi preparación con sus cursos, y palabras inspiradoras para seguir adelante, serán siempre parte de mi familia. Gracias extras al Dr. Guillermo Ibarra por ayudarme con mi lista de plantas, para que todo en esta tesis con respecto a las plantitas saliera bien.

Gracias a mi jurado del examen, Miguel Martínez, Alejandro Estrada, Ellen Andressen, Héctor Arita y Arturo González, muchas gracias también por su aporte a esta tesis, por aceptar estar conmigo en el examen, y cada observación a la tesis que ayudó muchísimo para que quedara mejor, muchas gracias por todo!

A mis compañeros de laboratorio y del posgrado, ‘los fragmentados’, Miriam, Alejandro, Emilia, Giovanni, Omar, Arturo y Carmen, muchas gracias por tantos momentos, recuerdos y el apoyo de su parte, sus consejos, ánimos, ser parte de mi equipo, mi laboratorio, mi familia, compas de campo, las tardes de ping pong....estaré muy agradecida siempre por absolutamente todo, los quiero mucho!

Especialmente a mis amigos del posgrado, Aline, Pili, Adriana Lizzete, Dani, Dr. Arnulfo, Rafa‘el’, Pauloc, Sofi, John, Leonardo, Mariana, Ana Paola, Sergio Nicasio, Domingo, Eugenia, Leonel, Angy, Gaby, Oscar Salomán, Pachi, Isela y Moy, Robertoso, Romeo y Ale, Amandine, Lucy, Héctor, Angela, Susana, Wil, Dainiz, Gabriela, Esther, Rafa, Octavio, Manu y Manu....hicieron del posgrado un lugar feliz y con muchos recuerdos que

tendré para el resto de mis días, de corazón, gracias por los momentos y recuerdos felices, gracias por ser mi familia Moreliana, los quiero mucho!!!

Mis familiares que nunca me dejaron sola, a pesar de la distancia, mis abuelos Alicia y Juan, mis tíos José, Harim y familia, Martín y familia, Juany y familia, son un pilar muy importante en mi vida, y los Pérez-Guzmán y familias, 'la unión hace a los Pérez'! Gracias a todos por todo su apoyo para absolutamente todo en mi vida!

De la familia Jamangapé de Marqués de Comillas, Chiapas, Gilberto, Silvano, Audon, Martha, Lourdes, y sus familias, gracias por su apoyo en campo, mi estancia y trabajo no hubieran sido los mismos sin su gran apoyo, gracias por ofrecerme su casa y ayuda, estarán en mi corazón por siempre.

A todos mis amigos! Los que también me apoyaron en cada momento, estuvieron al pendiente y aunque estuve lejos nunca se separaron de mi y fueron mi escape de los estudios, Auro, Cinthya, Jime, Juanca, Brau, Dani, David roji, Flora, Julia, Óscar, David, Manuel, Tania, Estefanía y familia, ustedes siempre a la distancia y durante todo el proceso supieron animarme para que pudiera terminar, seguiremos celebrando juntos cada paso que demos en la vida, gracias por tantos años de amistad!!

Mis compañeros de casa Antonio e Iraís, mi casa fue un lugar muy importante, al cual quería llegar cada día, y sentirme en un ambiente relajado y ameno, con muy buena compañía, gracias por propiciarme ese ambiente!

Mis compañeras del grupo de meditación y crecimiento espiritual, nuevamente gracias Yash por llevar a cabo esta gran labor, tú nos uniste y nos has ayudado a superar cada prueba, gracias por ser mi guía espiritual, y por acercarme a las chicas, gracias chicas, porque este apoyo siempre fue muy importante, estarán en mi corazón por siempre, gracias por cada impulso a mejorar mi persona, las quiero mucho!!

Mis nuevos mejores amigos malucos brasileños!! Gracias por su apoyo Daiane, Fabíola, Tamires, Carlos, Rafa, obrigada!! Mis compañeros de curso amazónico, EFA 2013, asesores, coordinadores, obrigada por tudo!, muita saudade de vocês...ni la nacionalidad ni la distancia importan, de corazón estaré siempre con ustedes, algún día nos volveremos a encontrar...

Goooyyaaa!! Gracias a la UNAM por ser mi casa por estos años, y enseñarme que la vida está llena de personas y momentos especiales que se quedan por siempre!

Los amo a todos!!

## ÍNDICE

Resumen.....	i
Abstract.....	ii
1. Introducción.....	1
2. Objetivos y estructura general de la tesis.....	5
2. 1. Objetivo general	
2. 2. Objetivos particulares	
3. Antecedentes.....	6
3. 1. Suplementación dietética de primates en bosques Neotropicales fragmentados	
3. 2. Ecología y conservación del mono araña de manos negras ( <i>Ateles geoffroyi</i> )	
3. 3. Suplementación dietética de monos araña ( <i>A. geoffroyi</i> )	
4. Hipótesis y predicciones.....	11
5. Métodos.....	13
5. 1. Análisis cualitativo	
5. 2. Análisis cuantitativo	
6. Resultados.....	17
6. 1. Evidencias de suplementación dietética en la matriz	
6. 2. Especies de plantas y partes vegetales utilizadas por monos araña en la matriz	
6. 3. Coberturas y elementos del paisaje utilizados por los monos para moverse a través de la matriz	
6. 4. Eventos de suplementación dietética por monos araña en la Selva Lacandona	
7. Discusión.....	33
7. 1. Impacto de la composición del paisaje sobre las dinámicas de suplementación dietética	
7. 2. Importancia de la suplementación del paisaje para los primates	
7. 3. La suplementación dietética se relaciona con el tamaño y composición del subgrupo	
7. 4. Limitantes del estudio	
8. Implicaciones para la conservación.....	44
9. Literatura citada.....	45
10. Apéndices.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

**Tabla 1.** Evidencias (en filas) de suplementación dietética de monos araña en paisajes antropogénicos. Se indica el país, sitio de estudio, precipitación promedio, tipo de vegetación original, elementos de la matriz utilizados, tamaño del fragmento de residencia de los monos (TF), composición de la matriz que rodea a los fragmentos y la fuente de información (Ref.). **18**

**Tabla 2.** Especies de plantas y partes vegetales (PV) utilizadas por monos araña (*Ateles geoffroyi*) en distintos elementos de la matriz de vegetación en paisajes tropicales modificados por las actividades humanas. **22**

**Tabla 3.** Elementos de la matriz utilizados por los monos araña (*Ateles geoffroyi*) para moverse en paisajes antropogénicos. Se indica el país, sitio de estudio, precipitación promedio, tipo de vegetación original, elementos de la matriz utilizados, tamaño del fragmento de residencia de los monos (TF) y tipo de matriz que rodea a los fragmentos. Cada fila representa una evidencia proveniente de fuentes independientes (Ref.) **26**

**Tabla 4.** Relación entre el número de eventos de suplementación dietética (variable de respuesta) y el tamaño del subgrupo, número de machos y hembras adultos, número de hembras con cría y número de juveniles. **31**

**Figura 1.** Sitios en los que se han registrado eventos de suplementación dietética por monos araña en elementos de la matriz. Las referencias corresponden a las indicadas en la Tabla 1. **19**

**Figura 2.** Porcentaje y frecuencia (sobre las barras) de evidencias de movimiento de monos araña (*Ateles geoffroyi*) utilizando distintos elementos de la matriz de paisajes antropogénicos. Las frecuencias suman más de 20 ya que en algunas evidencias se observó a los monos utilizando más de un elemento de la matriz. Elementos: VS = vegetación secundaria, CC = campo de cultivo, CV= corredor de vegetación, AA = árbol aislado, CA = cerca de alambre, AR = arroyo y RI = río. **27**

**Figura 3.** Frecuencia de eventos de suplementación dietética por monos araña (*Ateles geoffroyi*) en diferentes elementos de la matriz en la Selva Lacandona, Chiapas, México. El número total de eventos fue 51. Elementos: AA = árbol aislado, CC = campo de cultivo, CV = corredor de vegetación y VS = vegetación secundaria. **28**

**Figura 4.** Partes vegetales utilizadas por monos araña (*Ateles geoffroyi*) durante eventos de suplementación dietética en diferentes elementos de la matriz en la Selva Lacandona, México. Elementos de la matriz: AA= árbol aislado, CC= campo de cultivo, CV= corredor de vegetación y VS= vegetación secundaria. Partes vegetales: MA= madera, HO= hoja, FR= fruto y BR= brote. **29**

**Figura 5.** Frecuencia de eventos de suplementación dietética de monos en los distintos tamaños de fragmentos. Elementos de la matriz: AA= árbol aislado, CC= campo de cultivo, CV= cerca viva, VS= vegetación secundaria. **30**

**Figura 6.** Frecuencia de eventos de suplementación dietética por diferente composición de subgrupos de monos araña (*Ateles geoffroyi*) en la selva Lacandona, México. MA = macho adulto; HA = hembra adulta; juv = juvenil; Hc = hembra con cría. **32**

## RESUMEN

La pérdida y fragmentación del hábitat resultan en poblaciones de animales aisladas en fragmentos de hábitat de diferente tamaño, donde la disponibilidad de alimento puede ser escasa. Se sabe que los animales pueden suplementar su dieta utilizando recursos presentes en la matriz que rodea a los fragmentos de residencia. Sin embargo, existe muy poca información sobre los elementos y los recursos que utilizan en la matriz, así como sobre el contexto en que ocurren estos eventos de suplementación dietética. Esta información es de crucial importancia para elaborar estrategias de conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados, y es particularmente escasa para los monos araña de manos negras (*Ateles geoffroyi*). Estos primates tienen una dieta principalmente compuesta por frutos, cuya disponibilidad puede ser escasa dentro de los fragmentos, particularmente en los más pequeños. Por tanto, los eventos de suplementación dietética en la matriz pueden tener un papel clave para la persistencia de estos animales en paisajes fragmentados. La presente tesis evalúa el proceso de suplementación dietética por monos araña en paisajes fragmentados a lo largo de su rango de distribución geográfica (desde México hasta Panamá). Para ello se realizó una revisión de literatura y entrevistas a expertos, y se realizó un análisis cualitativo, con el fin de: 1) comprobar si los monos suplementan su dieta con recursos presentes en la matriz; 2) identificar que elementos de la matriz utilizan (e.g., campos de cultivo, bosques secundarios, árboles aislados, etc.); 3) identificar las especies de plantas y partes vegetales que consumen; 4) conocer los elementos que utilizan para moverse en la matriz; y 5) evaluar el contexto espacial, temporal y social en el que ocurren los eventos de suplementación. Para cuantificar el impacto del contexto espacial, temporal y social sobre los eventos de suplementación se realizó además un análisis cuantitativo con datos obtenidos para la selva Lacandona a partir de dos tesis doctorales y un trabajo de campo corto (dos meses). A partir de 15 fuentes de información diferentes (9 encuestas, 3 tesis, 1 artículo, 1 capítulo de libro y una observación personal) procedentes de México, Costa Rica y El Salvador, se obtuvieron 18 evidencias independientes sobre el uso de recursos alimenticios en la matriz. En particular, en el análisis cualitativo se encontró que los monos araña suplementaron su dieta con recursos presentes en vegetación secundaria, árboles aislados, campos de cultivo, corredores de vegetación y fragmentos de bosque vecinos. La mayoría de las evidencias vinieron de bosques tropicales húmedos; en su mayoría de fragmentos de entre 10 y 100 ha rodeados por matrices compuestas por 3 o más tipos de coberturas. Los monos consumieron frutos de 57 especies de plantas pertenecientes a 21 familias. Para moverse en la matriz los monos utilizaron elementos como vegetación secundaria, campos de cultivo, corredores de vegetación, árboles aislados y cercas de alambre. También se ha observado que los primates cruzan cuerpos de agua. Para el análisis cuantitativo (selva Lacandona) se identificaron 51 eventos de suplementación dietética independientes en 3 fragmentos de bosque diferentes. La mayoría de estos eventos ocurrieron en árboles aislados (41% de eventos), seguido de campos de cultivo (33%) y corredores de vegetación (22%). En la mayoría de los eventos se alimentaron de frutos (72% de eventos), seguido de hojas (14%) y madera (14%). Estos eventos ocurrieron de manera similar en época de lluvias y en secas. La frecuencia de eventos no estuvo relacionada con el tamaño de los fragmentos, aunque estuvo negativamente relacionada con el tamaño de los subgrupos. De hecho, la mayoría de los subgrupos estuvieron conformados por uno (26%) o dos individuos (53%). En conjunto, estos hallazgos tienen implicaciones ecológicas importantes que pueden ser usadas para la planeación de estrategias de manejo y conservación para los monos araña en paisajes fragmentados.

## ABSTRACT

Habitat loss and fragmentation can result in animal populations isolated in habitat fragments of different size, within which food availability may be scarce. Animals can supplement their diet by using resources present in the matrix surrounding the home fragments. However, the available information on the landscape elements and resources used by animals in the matrix, and the spatial, temporal and social context in which these events of landscape supplementation occur is very limited. This information is crucial to design adequate conservation strategies in fragmented landscapes, but it is particularly scarce for black-handed spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). These primates have a diet composed mainly of fruits, and these resources can be scarce within the fragments, particularly in small fragments. This implies that landscape supplementation is particularly important to the persistence of these animals in forest fragments. This thesis evaluates the process of dietary supplementation by spider monkeys in fragmented landscapes throughout its geographic range (from Mexico to Panama). To do so, I made a literature review and interviews to experts, and made a qualitative analysis, with the objective of: 1) assessing whether monkeys supplement their diet with resources present in the matrix; 2) identifying the landscape elements in the matrix used by them (e.g., agricultural fields, secondary forests, isolated trees, etc.); 3) identifying the plant species and plant items consumed; 4) identifying the elements they use to move in the matrix; and 5) evaluating the spatial, temporal and social context, in which these events of supplementation occur. To quantify the impact of the spatial, temporal and social contexts on the events of supplementation I also made a quantitative analysis with data from the Lacandona rainforest obtained from two doctoral theses and personal observations (two months of field work). From 15 different information sources (9 interviews, 3 theses, 1 article, 1 book chapter and one personal observation) from Mexico, Costa Rica and El Salvador, I obtained 18 independent events on the use of food resources in the matrix. In particular, for the qualitative analysis I found that spider monkeys supplemented their diet with resources in secondary forests, isolated trees, agricultural fields, vegetation corridors and close small forest fragments. Most of the evidence of landscape supplementation came from studies in wet tropical forests, particularly from for primates inhabiting fragments between 10 and 100 ha surrounded by matrices composed of three or more land cover types. Monkeys consumed the fruits from 57 tree species belonging to 21 families. To move through the matrix, monkeys used secondary vegetation, agriculture fields, vegetation corridors, isolated trees and wired fences. Also, primates were observed crossing water bodies. For the quantitative analysis in the Lacandona rainforest, 51 independent events of landscape supplementation were identified for primates living in 3 different forest fragments. Most of these events occurred in isolated trees (41% of events), followed by agricultural fields (33%) and vegetation corridors (22%). In most of the events they fed on fruits (72%), followed by leaves (14%) and wood (14%). These events occurred equally in the rainy and dry seasons. Finally, the frequency of events was not related to the size of the fragments, although it decreased as the size of the subgroups increased. In fact, most of the subgroups were composed of one (26%) or two individuals (53%), although this varied greatly. Overall, these findings have important ecological implications that can be used for designing management strategies for the conservation of the spider monkey in fragmented landscapes.

## 1. INTRODUCCIÓN

La deforestación y fragmentación de los bosques se ha convertido en un problema ambiental global (FRAG 2010). La pérdida de cobertura forestal ha sido particularmente importante en los bosques tropicales (Aide et al. 2013; Hansen et al. 2013; Laurance et al. 2014). Como consecuencia, un número cada vez mayor de especies están siendo forzadas a habitar paisajes fragmentados (Gardner et al. 2009; DeClerck et al. 2010; Malhi et al. 2014), en los cuales hay pérdida y degradación del hábitat, incremento en aislamiento y creación de bordes; procesos que en conjunto amenazan el mantenimiento de las especies en estos paisajes (Ewers y Didham 2006; Chazdon et al. 2009; Gardner et al. 2009; Melo et al. 2013).

Dentro de los fragmentos de selva se producen cambios físicos, biológicos y ecológicos que pueden alterar la estructura y composición de la vegetación (Saunders et al. 1991; Laurance et al. 2000, 2006). Por ejemplo, en los fragmentos más pequeños, y particularmente cerca de los bordes de los fragmentos, se han reportado incrementos en la incidencia de luz, aumento de la temperatura y pérdida de humedad (revisado por Murcia 1995). Estas alteraciones abióticas pueden incrementar la mortalidad de árboles grandes (diámetro > 60 cm; Laurance et al. 2006). Como resultado, los fragmentos más pequeños tienden a presentar una menor densidad de árboles grandes y menor área basal arbórea (Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006a).

Estos cambios pueden reducir la disponibilidad de alimento para muchas especies de animales arbóreos que se alimentan de hojas y frutos, como son los primates (e.g., *Alouatta palliata*, Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006b, Dunn et al. 2012; *Colobus*

*angolensis palliatus*, Anderson et al. 2007; *Ateles hybridus*, Abondano y Link 2012; *Ateles geoffroyi*; González-Zamora y Mandujano 2003; Chaves et al. 2012; González-Zamora et al. 2014). Así, la persistencia de estos animales en fragmentos puede ser limitada si los fragmentos son muy pequeños y están aislados de otras fuentes de recursos alimenticios. De hecho, existen evidencias de que la desaparición de primates en paisajes altamente fragmentados puede ser debida a la pérdida de recursos alimenticios dentro de los fragmentos (Arroyo-Rodríguez et al. 2007; Arroyo-Rodríguez y Dias 2010).

El impacto que tiene la pérdida de recursos alimenticios sobre los primates será particularmente importante en paisajes donde los fragmentos estén rodeados por una matriz de vegetación que dificulte o impida el movimiento de los individuos, ya que esto limita el acceso a los recursos alimenticios. Este es el caso de muchos paisajes fragmentados donde la matriz suele estar compuesta por monocultivos de caña de azúcar, pastizales ganaderos o plantaciones de soya (Melo et al. 2013). Sin embargo, algunos paisajes fragmentados son más heterogéneos, lo que puede permitir que los primates arbóreos utilicen recursos fuera de los fragmentos de bosque maduro (e.g., *Ateles geoffroyi*, Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; *Alouatta pigra*, Pozo-Montuy et al. 2013). Por ejemplo, es común encontrar matrices antropogénicas compuestas por campos de cultivos anuales (e.g., frijol y maíz) y cultivos arbóreos (e.g., palma de aceite africana, pimienta, plátano, cacao, mango, hule y cítricos). También son comunes los pastizales ganaderos, dentro de los cuales pueden existir árboles aislados de especies nativas (e.g., especies del género *Ficus*, *Ceiba* y *Pouteria*) y exóticas (e.g., *Citrus* spp.), así como bosques secundarios derivados del abandono de tierras (Aide et al. 2013).

Muchos de estos tipos de matrices heterogéneas pueden ser utilizados por los animales para obtener recursos fuera del fragmento (Andrén 1994; Bowne y Bowers 2004; Estrada et al. 2006, 2012; Asensio et al. 2009; Chaves et al. 2012; Pozo-Montuy et al. 2013). Muchos animales también pueden hacer uso de corredores de vegetación (e.g., cercas vivas y corredores de vegetación ribereña) para moverse y alimentarse (Beier y Noss 1998; Lees y Peres 2008; Asensio et al. 2009). Estos elementos son particularmente comunes en Centroamérica, ya que aquí, a diferencia de Sudamérica donde son comunes los latifundios, las propiedades tienden a ser relativamente más pequeñas (< 100 ha) y estar delimitadas por cercas vivas. Los corredores de vegetación ribereña y las cercas vivas suelen estar compuestos por especies nativas de árboles (e.g., *Spondias mombin*, *Bursera simaruba*, *Ficus* sp.) que son comúnmente utilizadas por una gran diversidad de fauna para alimentarse y moverse a través del paisaje (Estrada y Coates-Estrada 2001; Harvey et al. 2004, 2005; Asensio et al. 2009; Pulido-Santacruz y Renjifo 2011).

El proceso de suplementación dietética fuera de los fragmentos de hábitat original se ha denominado “suplementación del paisaje” (sensu Dunning et al. 1992), y puede tener un papel crítico en el mantenimiento de los animales en paisajes altamente fragmentados, ya que permite el uso de los recursos presentes alrededor de los fragmentos, i.e., en la matriz. De hecho, en parte basada en esta idea, la hipótesis de la “seguridad del paisaje” (o “landscape-moderated insurance hypothesis”; sensu Tschardt et al. 2012), postula que los paisajes más heterogéneos pueden proveer mayor “seguridad” espacial y temporal a los ecosistemas, en términos de una mayor resiliencia y estabilidad en los procesos ecológicos. Esto se debe al hecho de que paisajes con una mayor cantidad de coberturas diferentes

pueden ofrecer mayor cantidad de recursos y mayor conectividad que los paisajes espacialmente simplificados (Tschardt et al. 2012).

A pesar de las evidencias descritas arriba, existe muy poca información acerca de la habilidad de los primates para moverse a través de la matriz y utilizar recursos de diferentes elementos del paisaje (pero ver Estrada y Coates-Estrada, 1996; Asensio et al. 2009; Estrada et al. 2012). Esta información es de gran valor para el diseño de estrategias de manejo y conservación en estos paisajes fragmentados. Esto es particularmente importante en especies de hábitos arbóreos y frugívoros como el mono araña (género *Ateles*), ya que son muy sensibles a los cambios en el paisaje (Michalski y Peres 2005). De hecho, se ha sugerido que si continúan las tendencias de cambio de uso de suelo en el Neotrópico, *Ateles geoffroyi* podría ser una de las primeras especies de primates en desaparecer (Garber et al. 2006).

Por esta razón, en esta tesis se evalúa el uso de matrices por monos araña (*Ateles geoffroyi*) en paisajes modificados por actividades humanas. Para ello, se utiliza información recabada en una revisión de 60 artículos científicos, 12 libros y 14 tesis. También se incluye información procedente de comunicaciones personales obtenidas a través de una encuesta realizada a 45 investigadores y estudiantes que han trabajado con esta especie. Aunado a esta información, se realizó un trabajo de campo corto (mayo-junio 2012) en la selva Lacandona, Chiapas, México, a partir del cual se obtuvieron nuevas evidencias de suplementación dietética en la matriz.

## 2. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS

### 2. 1. Objetivo general

Evaluar el uso del espacio y de los recursos alimenticios por monos araña (*Ateles geoffroyi*) en matrices antropogénicas de paisajes fragmentados.

### 2. 2. Objetivos particulares

- 1) Comprobar si los monos araña suplementan su dieta con elementos de la matriz.
- 2) Identificar qué elementos de la matriz (e.g., corredores de vegetación, árboles aislados, campos de cultivo, bosques secundarios) utilizan para alimentarse.
- 3) Identificar qué especies de plantas y partes vegetales utilizan como alimento en cada elemento de la matriz.
- 4) Conocer los elementos del paisaje que utilizan para moverse a través de la matriz.
- 5) Evaluar el contexto espacial (tipo de vegetación, tamaño de los fragmentos y características de la matriz), temporal (temporada de lluvias vs. temporada seca) y social (tamaño y composición de subgrupos) en el que ocurren estos eventos de suplementación dietética.

Para lograr el objetivo general de la tesis, así como los objetivos particulares 1 al 4, primero se analizó cualitativamente (i.e., con estadísticas descriptivas), la información general obtenida a través de la revisión bibliográfica, entrevistas y trabajo de campo, así como la información obtenida para la selva Lacandona. Después, haciendo uso exclusivamente de los datos para la selva Lacandona, se cuantificó el número de eventos independientes de suplementación dietética (*sensu* Asensio et al. 2009) y se asociaron con el contexto espacial, temporal y social en el que ocurrieron (objetivo particular 5).

### 3. ANTECEDENTES

#### 3. 1. Suplementación dietética de primates en bosques Neotropicales fragmentados

La pérdida y fragmentación del hábitat resultan en poblaciones de primates aisladas en fragmentos de hábitat de diferente tamaño (Estrada y Coates-Estrada 1996; Arroyo-Rodríguez y Dias 2010; Marsh et al. 2013). En estos fragmentos, el hacinamiento de individuos en un espacio reducido puede disminuir la disponibilidad de alimento e incrementar el estrés fisiológico y la incidencia de parásitos (Valero et al. 2006; Arroyo-Rodríguez y Dias 2010; Abondano y Link 2012). Aunque esta situación puede amenazar la supervivencia de muchas especies, en ocasiones los primates pueden salir del fragmento para suplementar su dieta utilizando recursos presentes en la matriz (e.g., en bosques secundarios, campos agrícolas, cercas vivas y árboles aislados; Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; Estrada et al. 2006, 2012; Asensio et al. 2009; Chaves et al. 2012; Pozo-Montuy et al. 2013). Este proceso de suplementación tiene implicaciones de conservación muy importantes para los primates, ya que les permite tener acceso a recursos que pueden estar ausentes (o ser poco abundantes) en sus principales áreas de actividad.

La suplementación dietética en la matriz es particularmente crítica en bosques Neotropicales, ya que excepto de los humanos, todas las especies de primates Americanos son arbóreos y la mayoría se alimenta de hojas, frutos, semillas y néctar de los árboles. La vegetación dentro de los fragmentos de selva puede estar muy alterada (e.g., Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006a; Laurance et al. 2000, 2006; Santos et al. 2008; Tabarelli et al. 2012) y es común que muchas de las especies de árboles que desaparecen en los fragmentos sean aquellas que son más importantes en la dieta de los primates (Arroyo-

Rodríguez y Mandujano 2006b; Chaves et al. 2012; González-Zamora et al. 2014). Por tanto, la persistencia de las poblaciones de primates dentro de los fragmentos puede ser limitada si no son capaces de suplementar su dieta con recursos presentes en la matriz. Desafortunadamente, se sabe que la habilidad de los primates y otros animales arbóreos para moverse a través de la matriz es limitada (Bowne y Bowers 2004), lo que puede explicar (al menos parcialmente) por qué los eventos de suplementación dietética en paisajes fragmentados han sido reportados en muy pocas especies de primates, como son *Alouatta palliata*, *Ateles geoffroyi* y *Alouatta pigra* (Estrada et al. 2006, 2012; Pozo-Montuy y Serio-Silva 2007; Asensio et al. 2009; Pozo-Montuy et. al 2013).

Existen otras especies de primates Neotropicales para las cuales se ha reportado el uso de agroecosistemas (Harvey et al. 2004; Estrada et al. 2012). Estos tipos de vegetación antropogénica son utilizados como residencia temporal, o como sitios de paso para alcanzar vegetación nativa. Muchas especies de primates Neotropicales (*Cebus capucinus*, *Saimirii oerstedii*, *Lagothrix lagothrica*, *Cebus albifrons*, *Alouatta seniculus*, *Saimiri sciureus macrodon*, *Saimiri boliviensis*, *Sapajus nigritus*, *Alouatta guariba clamitans*, *Alouatta caraya*, *Callicebus nigrifrons*, *Leontopithecus chrysomelas* y *Callithrix kuhlii*), así como especies de sureste de Asia y África subsahariana (incluyendo Madagascar), utilizan los agroecosistemas como fuentes de alimentación (Harvey et al. 2004; Estrada et al. 2012).

### **3. 2. Ecología y conservación del monos araña de manos negras (*Ateles geoffroyi*)**

*Ateles geoffroyi* se distribuye desde el Sureste de México, ocupando Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, hasta el noroeste de Colombia

(Di Fiore et al. 2011). Habita en selva alta (perennifolia y subperennifolia), selva mediana (subperennifolia, subcaducifolia y caducifolia), selva baja caducifolia, bosque mesófilo de montaña y manglar (Estrada y Coates-Estrada 1988; Ortiz-Martínez y Rico-Gray 2007; Oropeza-Hernández y Rendón-Hernández 2012). En México, esta especie habita desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm, aunque ocurre principalmente debajo de los 700 msnm, tanto en áreas de bosque continuo, como en paisajes fragmentados (Rylands et al. 2006; Oropeza-Hernández y Rendón-Hernández 2012).

Los monos araña pasan la mayor proporción de su tiempo de alimentación consumiendo frutos maduros (Di Fiore et al. 2008; González-Zamora et al. 2009), especialmente de especies de plantas que tienen una mayor densidad de individuos (Ramos-Fernández et al. 2004; González-Zamora et al. 2014). También pueden suplementar su dieta con una gran variedad de hojas, flores, ramas y madera podrida (González-Zamora et al. 2009; Chaves et al. 2011b, 2012), principalmente durante la época de escasez de frutos (temporada seca) y/o en sitios con poca disponibilidad de fruta (e.g., fragmentos de selva; González-Zamora et al. 2009; Chaves et al. 2012). Además, se ha reportado que esta especie puede también alimentarse de recursos localizados en el suelo (Campbell et al. 2005; Dew 2005; Reid 2009).

Dado su gran tamaño corporal (peso promedio en adultos de 5 a 9 kg; Di Fiore y Campbell 2007) y dieta (González-Zamora et al. 2009), esta especie ocupa grandes áreas de actividad (>100 ha; Di Fiore et al. 2011; Asensio et al. 2012a, b). Viven en grupos con una organización social compleja denominada de fisión-fusión, que le permite a la comunidad fisionarse en pequeños subgrupos para forrajear durante el día y fusionarse al finalizar la tarde para pernoctar (Symington 1990; Aureli y Schaffner 2010). En general, tiene

preferencia por parches de alimento más grandes y abundantes (*Ateles geoffroyi*; Asensio et al. 2012b; *A. chamek*; Wallace 2008b). Esto la convierte en una de las especies de primates Neotropicales más sensibles a la alteración del hábitat (Estrada y Coates-Estrada 1996; Gilbert 2003; Garber et al. 2006; Marsh et al. 2013). De hecho, la IUCN clasifica esta especie como críticamente amenazada (Cuarón et al. 2008) y el gobierno Mexicano como en Peligro de extinción (NOM-059-ECOL-2001), siendo la pérdida y fragmentación del hábitat (Garber et al. 2006), la cacería y el tráfico de animales (Duarte y Estrada 2003) algunas de las amenazas potenciales más importantes para su supervivencia. Dado que los monos araña son considerados dispersores de semillas efectivos de una gran cantidad de especies de árboles (Ramos-Fernández et al. 2004; Gutiérrez-Granados y Dirzo 2010; Arroyo-Rodríguez et al. 2011a; Chaves et al. 2011a; Stevenson 2011; González-Zamora et al. 2014), cualquier estrategia dirigida a la conservación de este primate ayudará también a mantener la integridad del ecosistema.

### **3. 3. Suplementación dietética de monos araña (*Ateles geoffroyi*)**

Los reportes sobre suplementación dietética en monos araña (*Ateles geoffroyi*) son muy escasos (pero ver Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; Estrada et al. 2006; Chaves et al. 2012). Esto puede ser debido al hecho de que esta especie ha sido menos estudiada que los monos aulladores (Garber et al. 2006), particularmente en paisajes fragmentados (Arroyo-Rodríguez et al. 2013). También hay que reconocer que este tipo de comportamiento puede representar una amenaza importante, ya que al desplazarse por la matriz están más expuestos a depredación o cacería (Campbell et al. 2005; Matsuda e Izawa

2008; Pozo-Montuy et al. 2013), lo que puede ayudar a explicar también la rareza de este tipo de reportes.

Sin embargo, a pesar de estas amenazas potenciales, algunas evidencias indican que la falta de agua y/o alimento puede motivar a los primates a bajar al suelo para obtener estos recursos (Izawa 1993; Dew 2005), o para desplazarse hacia otros fragmentos (Estrada y Coates-Estrada 1996). También se ha reportado que estos animales tienen la capacidad de ampliar su área de alimentación y forrajear en bosques secundarios cuando el bosque maduro no provee suficiente alimento (Ramos-Fernández et al. 2013). Aunque existen reportes de monos araña saliendo de sus fragmentos de residencia para alimentarse de elementos de la matriz (e.g., campos agrícolas: Estrada et al. 2006; Chaves et al. 2012; vegetación secundaria: Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003), en general se desconoce el contexto en el que estos eventos ocurren. Tampoco se conocen las especies de plantas y elementos del paisaje que los monos utilizan, o las rutas de movimiento que usan para suplementar su dieta. Esta información es crucial para evaluar el papel de conservación que tienen diferentes elementos del paisaje (e.g., cercas vivas, árboles aislados, corredores ribereños, campos agrícolas, vegetación secundaria) para estos primates. En particular, es importante conocer qué recursos pueden obtener de cada elemento del paisaje, así como la capacidad de los primates para moverse a través de cada uno de ellos (Estrada et al. 2012). Por tanto, conocer la importancia de estos elementos del paisaje para la sustentabilidad de las poblaciones de monos araña es fundamental para diseñar estrategias de manejo que promuevan la conservación de este primate en paisajes fragmentados.

#### 4. HIPÓTESIS Y PREDICCIONES

Los fragmentos de bosque tropical tienden a presentar una menor densidad de árboles grandes y menor área basal arbórea que áreas de bosque continuo. Este patrón puede ser particularmente evidente en especies de árboles importantes en la dieta de los monos araña. Por tanto, se espera que los monos araña en fragmentos utilicen recursos alimenticios localizados en la matriz para suplementar su dieta. Estos eventos de suplementación serán más frecuentes cuando la disponibilidad de alimento en sus fragmentos de residencia sea menor, y la matriz permita (por su estructura) el movimiento de los animales y contenga (por su composición) recursos alimenticios. En particular, se espera que:

- 1) Los eventos de suplementación serán más frecuentes en elementos de la matriz que tengan mayor cobertura forestal de especies nativas (e.g., vegetación secundaria > corredores de vegetación > cultivos arbolados > árboles aislados). Además, serán más frecuentes en sitios rodeados por una matriz más arbolada, con elevada conectividad (e.g., con presencia de corredores de vegetación, árboles aislados y/o cultivos arbolados). Esto porque permite el movimiento de los monos hacia estos recursos sin necesidad de que tengan que bajar al suelo.
- 2) En general, se espera que los monos se adentren en la matriz para alimentarse principalmente de frutos. Esto porque se sabe que estas partes vegetales constituyen la mayor parte de su alimentación (Di Fiore et al. 2008; González-Zamora et al. 2009).
- 3) Los eventos de suplementación dietética en la matriz serán más frecuentes en poblaciones de primates habitando fragmentos más pequeños, ya que se sabe que la

disponibilidad de alimento dentro de estos fragmentos es menor (e.g., Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006b).

- 4) Los eventos también serán más frecuentes en temporada de secas (e.g., con menor disponibilidad de frutos), particularmente en bosques estacionales.
- 5) En relación al tamaño de los subgrupos, se espera que la frecuencia de eventos de suplementación dietética disminuya conforme aumente el tamaño de los subgrupos (relación negativa), debido a que la disponibilidad de alimento en la matriz es menor que en fragmentos, y puede limitar su disponibilidad para subgrupos relativamente grandes.
- 6) Finalmente, respecto a la composición de subgrupos, se espera que la suplementación dietética sea más frecuente en machos adultos que en hembras adultas. Esto porque los subgrupos de machos viajan mayores distancias para defender su territorio, por lo que tienen un rango de acción mayor que el de las hembras y su área núcleo de actividad también es mayor que en hembras (Chapman 1990). Además, mientras patrullan los límites de su territorio, pueden utilizar los bordes de los fragmentos para forrajear (Fedigan y Baxter 1984; Izawa et al. 1979; Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; Wallace 2008a, b).

## 5. MÉTODOS

### 5. 1. Análisis cualitativo

Se realizó una búsqueda de literatura en las bases de datos de Google Scholar, SCOPUS y Web of Science, utilizando las palabras clave '*Ateles geoffroyi*', 'diet', y 'spider monkey'. También se buscó en bases de datos virtuales de tesis como "Prima-T Biblioteca Virtual de Tesis de Primates" del Instituto de Ecología A. C. y el "Catálogo TESIUNAM de la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM". Se obtuvieron un total de 60 artículos científicos, 12 libros y 14 tesis sobre dieta y comportamiento del mono araña, los cuales se fueron consultados para localizar evidencias de suplementación dietética. Además, esta revisión sirvió para identificar 46 investigadores y estudiantes de grado y posgrado que han trabajado con la especie (Apéndice 1), a los cuales se les realizó una encuesta personal para identificar evidencias de suplementación dietética que no hubiesen sido publicadas previamente (ver la encuesta en el Apéndice 2).

Debido a la gran variación en los métodos y esfuerzo de muestreo entre estudios, y al carácter mayormente anecdótico de las evidencias de suplementación dietética en la matriz, primero se realizó una evaluación cualitativa, tomando como evidencia independiente y como referencia a cada fuente de información, solamente considerando evidencias independientes si fueron en distintos fragmentos. Para esta evaluación se estimó el porcentaje de evidencias por sitio y país, elemento de la matriz utilizado, tipo de vegetación nativa, tamaño de fragmento y por el tipo de matriz dominante alrededor de los fragmentos de vegetación nativa. Además, a partir de esta información se obtuvo una lista de especies de plantas y partes vegetales utilizadas en cada elemento de la matriz, así como

información acerca del uso de los elementos por los monos araña para moverse a través de la matriz.

## **5. 2. Análisis cuantitativo**

Para cuantificar el impacto del contexto espacial, temporal y social sobre las evidencias de suplementación dietética de los monos araña se realizaron análisis cuantitativos con los datos obtenidos a partir de dos tesis doctorales (Chaves 2010; Ordóñez-Gómez et al. 2014) y un trabajo de campo corto (ver abajo) en la región de Marqués de Comillas, selva Lacandona, Chiapas, México. Los tres estudios registraron el comportamiento alimenticio de *A. geoffroyi*, pero utilizando un esfuerzo y método de muestreo ligeramente diferentes, así como distintos sitios de estudio. Chaves (2010) estudió seis comunidades de monos araña; tres ubicadas en fragmentos de diferente tamaño (14, 31 y 1125 ha) y tres en áreas dentro del bosque continuo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. El estudio fue llevado a cabo entre 2007 y 2008, con un esfuerzo total de muestreo de 1010 horas (ca. 160 horas por comunidad). El método de muestreo fue animal-focal de 5 minutos, desde las 07:00 a 17:30 horas (ver detalles en Chaves et al. 2011a, 2012). José D. Ordóñez-Gómez, sin embargo, estudió 5 comunidades en fragmentos de 28, 67, 141, 460 y 1125 ha, y una comunidad dentro del bosque continuo. Con excepción de la comunidad evaluada en el bosque continuo y la analizada en el fragmento más grande, las demás comunidades fueron diferentes a las estudiadas por Chaves (2010). Este estudio se realizó entre marzo y mayo del 2013, con un total de 407 horas de muestreo (entre 66 y 69 h de muestreo por comunidad), documentando la dieta entre las 07:00 y 15:30 horas utilizando el método animal-focal de 3 minutos (ver detalles en Ordóñez-Gómez et al. 2014).

Finalmente, entre mayo y junio del 2012 evalué la dieta de 3 comunidades de monos araña en tres de los fragmentos que había estudiado Ordóñez-Gómez et al. (2014): los fragmentos de 28, 141 y 1125 ha. Los grupos se siguieron de 07:00 a 16:00 horas, y el esfuerzo total de muestreo fue de 180 horas (60 h por comunidad). El registro de la dieta se hizo utilizando un muestreo animal-focal de 10 minutos (o hasta que los individuos quedaban fuera de observación).

En los tres estudios se registraron las ocasiones en las que los monos salían de los fragmentos para alimentarse o moverse en la matriz. Con base en Asensio et al. (2009), se consideró un evento de suplementación independiente a cada una de las observaciones de suplementación dietética llevada a cabo por individuos de subgrupos diferentes y/o por los mismos subgrupos en días distintos. En particular, para cada evento se identificó el elemento de la matriz utilizado, partes vegetales consumidas, la época del año (temporada de secas o de lluvias) en la cual se registró cada evento, el tamaño del fragmento en el que habita la comunidad y el tamaño y composición del subgrupo de monos involucrado en el evento. Después, considerando la frecuencia de eventos como variable de respuesta, se utilizaron pruebas de bondad de ajuste ( $\chi^2$ ) para probar si la frecuencia de eventos dentro de cada elemento de la matriz, por temporadas (secas/lluvias) y tamaños de fragmento difirió significativamente de lo esperado al azar. También se realizaron pruebas de independencia ( $\chi^2$ ) para probar si las partes vegetales utilizadas por monos fueron independientes del elemento de la matriz utilizado, y si el elemento utilizado fue independiente del tamaño del fragmento. En cuanto al contexto social, se realizaron modelos lineares generalizados para probar si el número de eventos de suplementación estuvo relacionado linealmente con el tamaño y composición del subgrupo. Para calcular los valores esperados en las pruebas de

bondad de ajuste, se consideró una distribución homogénea en todos los casos, excepto para el caso de la época del año y del tamaño del fragmento, en los cuales, la frecuencia esperada de eventos se estimó considerando el esfuerzo de muestreo (e.g., meses de estudio) por temporada y fragmento (e.g., horas de estudio).

## 6. RESULTADOS

### 6. 1. Evidencias de suplementación dietética en la matriz

En la revisión bibliográfica únicamente se encontraron 3 tesis, 1 artículo científico y 1 capítulo de libro con evidencias independientes (i.e., procedentes de diferentes estudios) sobre el uso de los recursos en la matriz (Tabla 1). De las 46 personas encuestadas, 9 personas brindaron información sobre suplementación dietética en la matriz (C.A. Chapman, O. M. Chaves, A. González-Zamora, K. Morales-Hernández, J.D. Ordóñez-Gómez, M. Pablo-Rodríguez, G. Ramos-Fernández, S. Sánchez-López y G. Silva-López, com. pers.). Por tanto, con esta información y el estudio corto realizado como parte de la presente tesis en la selva Lacandona, Chiapas, México, se encontraron 18 evidencias independientes sobre el uso de los recursos alimenticios en la matriz dentro de un total de 15 fuentes de información diferentes (9 encuestas, 3 tesis, 1 artículo, 1 capítulo de libro y una observación personal; Tabla 1).

Aunque se encontraron evidencias en 3 países (Costa Rica, El Salvador y México), la mayoría (15 de 18 evidencias, 83.3% del total) se han registrado en México, particularmente en los estados de Veracruz (Los Tuxtlas, n = 9 evidencias), Chiapas (selva Lacandona, n = 4) y Yucatán (Punta Laguna, n = 2), y solamente 2 evidencias en El Salvador (11.1%) y una en Costa Rica (5.5%, Tabla 1; Figura 1) En particular, se ha observado a los monos alimentarse de vegetación secundaria (n = 9 evidencias, 50%), árboles aislados (n = 6, 33.3%), campos de cultivo (arbóreos, n = 5, 27.8%), corredores de vegetación (i.e., cercas vivas o corredores riverseños; n = 5, 27.8%) y fragmentos vecinos (n = 1, 5.6%) (Tabla 1; apéndice 3).

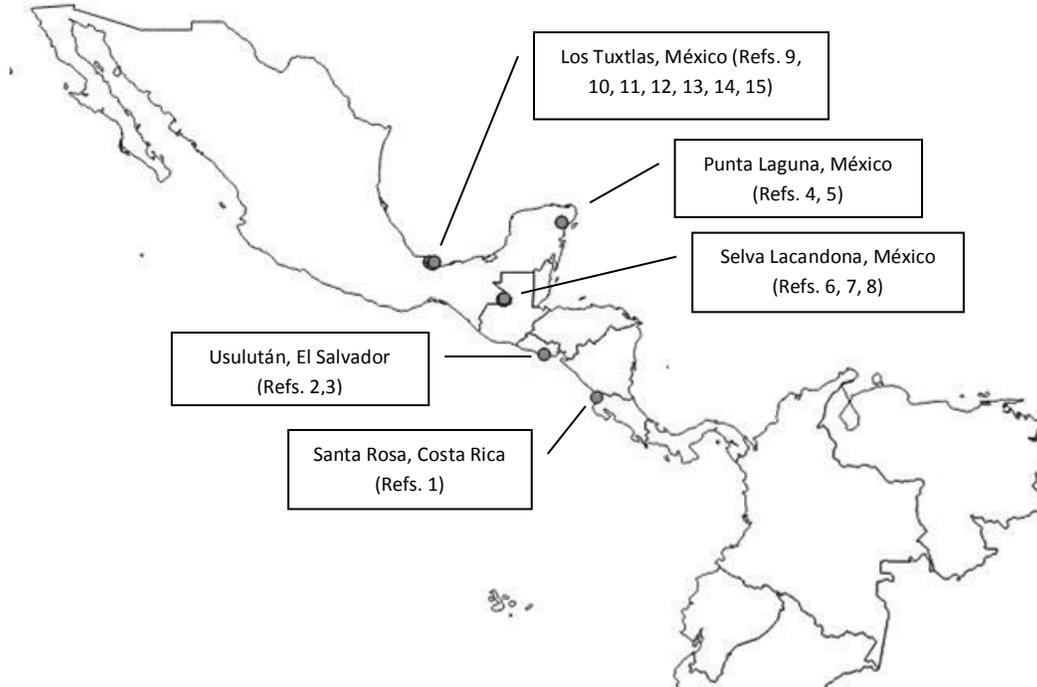
**Tabla 1.** Evidencias (en filas) de suplementación dietética de monos araña en paisajes antropogénicos. Se indica el país, sitio de estudio, precipitación promedio, tipo de vegetación original, elementos de la matriz utilizados, tamaño del fragmento de residencia de los monos (TF), composición de la matriz que rodea a los fragmentos y la fuente de información (Ref.).

País	Sitio	Prec. (mm)	Veg. <sup>a</sup>	Elementos <sup>b</sup>	TF (ha)	Matriz <sup>b</sup>	Ref. <sup>c</sup>
Costa Rica	Santa Rosa	1600	BTS	AA, VS	>1000	AA, PAS, VS	1
El Salvador	Usulután	ca. 1550	BTS	CC, CV	10-100	BM, CC, CV, VS	2
	Usulután	ca. 1550	BTS	VS	10-100	CC, CV, PAS, VS	3
México	Punta Laguna	1500	BTS	CC	>1000	CC, CV, JC, VS	4
	Punta Laguna	1500	BTS	VS	>1000	CC, CV, JC, VS	5
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, CC, CV, VS	10-100	AA, CC, CV, PAS, VS	6
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA	>1000	AA, CC, CV, PAS, VS	6
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, CV	10-100	AA, CA, CC, CV, PAS, VS	7
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, CC, CV	10-100	AA, CA, CC, CV, PAS, VS	8
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	FV, VS	<10	AA, PAS, VS	9
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	AA, VS	10-100	AA, PAS, VS	9
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	AA	10-100	AA, PAS, VS	10
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	10-100	CC, CV, VS	11
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CV	100-1000	CC, CV, PAS, VS	12
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CC	<10	CC, PAS, VS	13
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CC	10-100	CC, PAS, VS	13
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	<10	PAS, VS	14
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	10-100	PAS, VS	15

<sup>a</sup>Tipo de vegetación dominante de acuerdo a la clasificación de Gentry (1982): bosque tropical húmedo (BTH) y bosque tropical seco (BTS).

<sup>b</sup>Elementos utilizados durante los eventos de suplementación dietética y composición de la matriz que rodea los fragmentos de residencia: AA = árbol aislado; BM = bosque de manglar; CA = cercas de alambre; CC = campo de cultivo; CV = corredores de vegetación; FV = fragmento vecino; JC = jardines caseros; PAS = pastizal; VS = vegetación secundaria.

<sup>c</sup>Referencias: 1. C. A. Chapman (com. pers.); 2. K. Morales-Hernández (com. pers.); 3. Argueta y Rivera (2004); 4. M. Pablo-Rodríguez (com. pers.); 5. G. Ramos-Fernández (com. pers.); 6. O. M. Chaves (com. pers.); 7. J. D. Ordóñez-Gómez (com. pers.); 8. Observación personal; 9. A. González-Zamora (com. pers.); 10. S. Sánchez-López (com. pers.); 11. G. Silva-López (com. pers.); 12. Estrada et al. (2006); 13. Estrada y Coates-Estrada (1996); 14. García-Orduña (2002); 15. Jiménez-Huerta (1992).



**Figura 1.** Sitios en los que se han registrado eventos de suplementación dietética por monos araña en elementos de la matriz. Las referencias corresponden a las indicadas en la Tabla 1.

La mayoría de evidencias de suplementación obtenidas provinieron de bosques tropicales húmedos ( $n = 13$ , 72%) y sólo 5 (28%) de bosques tropicales secos. En ambos tipos de bosque se han observado a los monos alimentándose de árboles aislados, corredores de vegetación, campos de cultivo y vegetación secundaria (Tabla 1). En relación al tamaño de los fragmentos de residencia, la mayoría de las evidencias se han registrado en fragmentos de tamaño intermedio (10-100 ha), con 10 evidencias (55.6%), aunque también se han registrado evidencias de suplementación dietética en monos habitando fragmentos menores a 10 ha (3 evidencias, 16.7%), fragmentos de entre 100 y 1000 ha (1 evidencia, 5.6%) y fragmentos mayores a 1,000 ha (4 evidencias, 22.2%).

En relación a la matriz que rodea a los fragmentos de residencia, la mayoría de las evidencias de suplementación dietética fueron observadas en fragmentos rodeados por matrices compuestas por tres o más tipos de coberturas/elementos (16 evidencias, 89%; Tabla 1). Los tipos de cobertura/elementos más comunes en la matriz que rodea a los fragmentos fueron vegetación secundaria (18 evidencias, 100%), pastizales (14, 77.8%), campos de cultivo (12, 66.7%), corredores de vegetación (10, 55.6%) y árboles aislados (8, 44.4%) (Tabla 1). Considerando los casos en los que la matriz estuvo compuesta por uno o dos tipos de coberturas (n = 5, 24%), en todos los casos la matriz presentó bosques secundarios. De hecho, los casos en los que la matriz estuvo dominada por un sólo tipo de cobertura, esta fue vegetación secundaria (Tabla 1).

## **6. 2. Especies de plantas y partes vegetales utilizadas por monos araña en la matriz**

Considerando las 18 evidencias independientes sobre suplementación dietética en la matriz, se ha observado a los monos araña alimentándose de 56 especies de plantas pertenecientes a 21 familias (Tabla 2). Las especies reportadas más frecuentemente fueron *Spondias mombin*, *Mangifera indica*, *Theobroma cacao*, *Brosimum alicastrum*, *Ficus* sp. y *Cecropia obtusifolia*, con tres o más evidencias independientes cada una. Dos de estas especies (*M. indica* y *Coffea arabica*) consumidas por los monos araña son no nativas al Neotrópico (Tabla 2, marcadas con asterisco). De las 56 especies, 29 especies (52%) se encuentran en dos listados de dieta general del mono araña: a) una revisión de dieta para *A. geoffroyi* en todo Mesoamérica (González-Zamora et al. 2009), y b) un listado de especies consumidas por *A. geoffroyi* en la selva Lacandona, México (Chaves et al. 2012; Tabla 2). Las familias

más representativas fueron Moraceae (15 especies), Fabaceae (6 especies), Malvaceae (5 especies) y Anacardiaceae (5 especies).

Las partes vegetales que los monos usaron para su alimentación fueron principalmente los frutos, ya que 32 especies del total registrado (58%) fueron usadas como fuente de frutos (apéndice 3). Sin embargo, los monos también se alimentaron de hojas de 15 especies (27%), madera de 5 especies (9%), brotes de 4 especies (7%) y flores de 2 especies (54%). Aunque algunas especies (e.g., *M. indica*, *S. mombin*, *T. cacao* y *C. obtusifolia*) fueron usadas únicamente como fuente de frutos, o como fuente de hojas (e.g., *Spondias radlkoferi*, *Tapirira mexicana* e *Inga* sp.), otras especies sirvieron como fuente de varias partes vegetales (e.g., *B. simaruba*, *Enterolobium cyclocarpum*, *B. alicastrum*, *Ficus* sp.; Tabla 2).

**Tabla 2.** Especies de plantas y partes vegetales (PV) utilizadas por monos araña (*Ateles geoffroyi*) en distintos elementos de la matriz de vegetación en paisajes tropicales modificados por las actividades humanas.

Familia	Especie	PV <sup>a</sup>	Elemento <sup>b</sup>	Ref. <sup>c</sup>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Mangifera indica</i> L.*	FR	AA, CC, CV	2, 7, 8
	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	FR	VS	5
	<i>Spondias mombin</i> L. †‡	FR	VS	3, 5, 6, 14
	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm. †	HO	VS	9
	<i>Tapirira mexicana</i> Marchand ‡	HO	FV, VS	9
<b>Araceae</b>	<i>Rhodospatha</i> sp.	BR	CV	7
	<i>Philodendron tripartitum</i> (Jacq.) Schott	BR	AA	9
<b>Arecaceae</b>	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart. ‡	BR	AA	9
	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer ‡	FR	AA, CC	7, 8
	<i>Attalea cohune</i> Mart.	FR	CC	8
	<i>Sabal mexicana</i> Mart. †‡	FR	AA	6
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia dentata</i> Poir.	FR	CV	2
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera</i> sp.	-	AA, VS	1
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. ‡	FR, HO	VS	5, 9
<b>Chrysobalanaceae</b>	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch †‡	MA	AA	6
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros cuneata</i> Standl.	FR	VS	5
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Alchornea latifolia</i> Sw. ‡	FR	AA	10
	<i>Tetrorchidium rotundatum</i> Standl. ‡	FR	VS	14
<b>Fabaceae</b>	<i>Dussia mexicana</i> (Standl.) Harms ‡	FL	VS	9
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. ‡	FR, HO	VS	5
	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.		VS	3
	<i>Inga</i> sp. ‡		CV	7
	<i>Leucaena</i> sp.	HO	AA	7
	<i>Pithecellobium hymenaeifolium</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth. ‡	FR	AA, CC	8
	<i>Nectandra ambigens</i> (S.F. Blake) C.K. Allen ‡	FR	VS	14
<b>Malvaceae</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ‡	FR	VS	5
	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	HO	VS	9
	<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch.	FL	AA, VS	9
	<i>Robinsonella mirandae</i> Gómez Pompa	HO	AA	10
	<i>Theobroma cacao</i> L. †	FR	CC	6, 8, 13
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC. ‡	BR, FR	AA, VS	9, 10

<b>Meliaceae</b>	<i>Swietenia macrophylla</i> King	MA	CV	8
<b>Moraceae</b>	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.†	HO, FR	FV, VS	3, 9, 14
	<i>Brosimum</i> sp. ‡	HO	AA	6
	<i>Castilla elastica</i> Sessé‡		VS	3
	<i>Ficus americana</i> Aubl.	FR	AA, VS	10, 14
	<i>Ficus aurea</i> Nutt.†	HO, MA	AA, CC, VS	6, 7
	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	FR	VS	5
	<i>Ficus insipida</i> Willd.†	MA	AA	6
	<i>Ficus maxima</i> Mill.	HO	CV	7
	<i>Ficus crassinervia</i> Desf. ex Willd.	FR	VS	5
	<i>Ficus apollinaris</i> Dugand	FR	VS	9
	<i>Ficus</i> sp. ‡	HO, MA, FR	CC, FV, VS	6, 8, 9
	<i>Ficus yoponensis</i> Desv.	HO, FR	FV, VS	9
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.†	HO, FR	AA, CV	6
	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C. C. Berg‡	FR	VS	14
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia</i> sp. ‡	-	AA, VS	1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	FR	AA	7
<b>Rubiaceae</b>	<i>Coffea arabica</i> L.*	FR	CC	13
<b>Sapindaceae</b>	<i>Cupania glabra</i> Sw.‡	FR	CC	8
<b>Sapotaceae</b>	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen‡	FR	CC	4
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn‡	FR	CC, CV	8
<b>Smilacaceae</b>	<i>Smilax</i> sp.	HO	CC	8
<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia</i> sp. ‡	-	AA, VS	1
	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	FR	AA, VS	10, 11, 15
	<i>Cecropia peltata</i> L.		VS	3

<sup>a</sup>Partes vegetales: FR = fruto; HO = hoja; BR = brote; MA = madera, FL = flor (-) = desconocido.

<sup>b</sup>Elementos de la matriz: AA = árbol aislado; CC = campo de cultivo; CV = corredor de vegetación; FV = fragmento vecino; VS = vegetación secundaria.

<sup>c</sup>Referencias: 1. C. A. Chapman (com. pers.); 2. K. Morales-Hernández (com. pers.); 3. Argueta y Rivera (2004); 4. M. Pablo-Rodríguez (com. pers.); 5. G. Ramos-Fernández (com. pers.); 6. O. M. Chaves (com. pers.); 7. J. D. Ordóñez-Gómez (com. pers.); 8. Observación personal; 9. A. González-Zamora (com. pers.); 10. S. Sánchez-López (com. pers.); 11. G. Silva-López (com. pers.); 12. Estrada et al. (2006); 13. Estrada y Coates-Estrada (1996); 14. García-Orduña (2002); 15. Jiménez-Huerta (1992).

\*Especies no nativas al Neotrópico.

† Especies reportadas en la dieta de *Ateles geoffroyi* por Chaves et al. (2012).

‡ Especies reportadas en la dieta de *Ateles geoffroyi* por González-Zamora et al. (2009).

En relación a la ubicación de estas especies de plantas en la matriz, es interesante que algunas especies como *M. indica* y *Ficus aurea* fueron utilizadas en varios elementos de la matriz (e.g., campos de cultivo, árboles aislados, vegetación secundaria y corredores de vegetación), mientras que algunas especies fueron utilizadas en elementos particulares (Tabla 2). Por ejemplo, *S. mombin*, *S. radlkoferi*, *Diospyros cuneata* y *Dussia mexicana*, entre otras, fueron especies únicamente utilizadas en vegetación secundaria. *Philodendron tripartitum*, *Astrocaryum mexicanum* y *Sabal mexicana*, entre otras especies, fueron utilizadas sólo como árboles aislados. Finalmente, *B. simaruba*, *Rhodospatha* sp., y *S. macrophylla*, entre otras especies, sólo se utilizaron en corredores de vegetación. De hecho, con base en estas evidencias, la vegetación secundaria y los árboles aislados fueron los elementos en los que los monos se alimentaron de una mayor riqueza de especies de plantas, con 25 y 21 especies utilizadas por los monos araña en estos elementos, respectivamente.

### **6. 3. Coberturas y elementos del paisaje utilizados por los monos para moverse a través de la matriz**

A partir de las 15 fuentes de información descritas previamente sobre suplementación dietética en la matriz (1 artículo, 1 capítulo de libro, 3 tesis, 9 encuestas y una observación personal) se obtuvo también información sobre el uso del espacio por lo monos araña en la matriz. Además, una de las personas encuestadas (C. Muench com. pers.) y 1 artículo adicional (Chaves y Stoner 2010) reportaron datos sobre el movimiento de los monos araña en la matriz. Por tanto, se contó con un total de 17 fuentes de información (2 artículos, 1 capítulo de libro, 3 tesis, 10 encuestas y una observación personal) que aportaron 20

evidencias independientes sobre el uso del espacio por los monos araña en la matriz (Tabla 3).

A partir de estas evidencias, se encontró que los monos araña utilizaron 7 elementos diferentes para moverse en matrices antropogénicas. En varias evidencias se reporta a los monos usando más de un tipo de cobertura o elemento del paisaje (Tabla 3), por lo que a la hora de calcular los porcentajes, estos no suman 100%. En particular, se ha observado a los monos moviéndose a través de vegetación secundaria (n = 16 evidencias, 80%), campos de cultivo arbóreos (n = 7, 35%) y corredores de vegetación (n = 6, 30%). También se ha registrado a los monos utilizando árboles aislados (n = 4, 20%) y cercas de alambre (n = 2, 10%) para moverse a través de la matriz, lo que implica que los monos a menudo bajan y caminan por el suelo cuando usan árboles aislados, para llegar a otro fragmento u otros elementos. Incluso se han observado monos araña cruzando arroyos pequeños y cruzando un río de 100 m de ancho (el río Lacantún en Chiapas, México; Tabla 3; Figura 2).

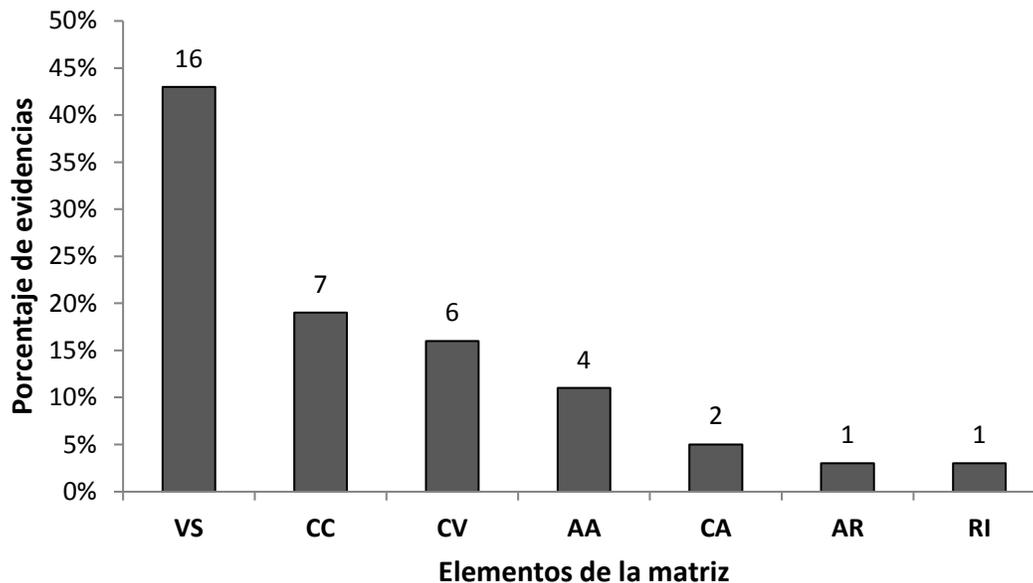
**Tabla 3.** Elementos de la matriz utilizados por los monos araña (*Ateles geoffroyi*) para moverse en paisajes antropogénicos. Se indica el país, sitio de estudio, precipitación promedio, tipo de vegetación original, elementos de la matriz utilizados, tamaño del fragmento de residencia de los monos (TF) y tipo de matriz que rodea a los fragmentos. Cada fila representa una evidencia proveniente de fuentes independientes (Ref.).

País	Sitio	Prec. (mm)	Veg. <sup>a</sup>	Elementos <sup>b</sup>	TF (ha)	Matriz <sup>b</sup>	Ref. <sup>c</sup>
Costa Rica	Santa Rosa	1600	BTS	VS	>1000	AA, PAS, VS	1
El Salvador	Usulután	ca. 1550	BTS	CC, CV, VS	10-100	BM, CC, CV, VS	2
	Usulután	ca. 1550	BTS	VS	10-100	CC, CV, PAS, VS	3
México	Punta Laguna	1500	BTS	CC, VS	>1000	CC, CV, JC, VS	4
	Punta Laguna	1500	BTS	VS	>1000	CC, CV, JC, VS	5
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, CC, CV, VS	10-100	AA, CC, CV, PAS, VS	6
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, VS	>1000	AA, CC, CV, PAS, VS	6
	Selva Lacandona	>2800	BTH	CA, CV, VS	10-100	AA, CA, CC, CV, PAS, VS	7
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, CA, CC, CV, VS	10-100	AA, CA, CC, CV, PAS, VS	8
	Selva Lacandona	>2800	BTH	AA, AR, VS	>1000	VS, PAS, CC, AA, AH	16
	Selva Lacandona	>2800	BTH	RIO	10-100	VS	17
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	<10	AA, PAS, VS	9
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	10-100	AA, PAS, VS	9
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	10-100	AA, PAS, VS	10
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CV, VS	10-100	CC, CV, VS	11
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CC, CV	100-1000	CC, CV, PAS	12
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CC	<10	CC, PAS, VS	13
	Los Tuxtlas	>4000	BTH	CC	10-100	CC, PAS, VS	13
Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	<10	PAS, VS	14	
Los Tuxtlas	>4000	BTH	VS	10-100	PAS, VS	15	

<sup>a</sup>Tipo de vegetación dominante de acuerdo a la clasificación de Gentry (1982): Bosque tropical húmedo (BTH) y Bosque tropical seco (BTS).

<sup>b</sup>Elementos utilizados durante los eventos de movimiento y matriz que rodea a los fragmentos de residencia: AA = árbol aislado; AH = Asentamiento humano; AR = Arroyo; BM = bosque de manglar; CA = cercas de alambre; CC = campo de cultivo; CV = corredores de vegetación; FV = fragmento vecino; JC = Jardines caseros; PAS = pastizal; VS = vegetación secundaria.

<sup>c</sup>Referencias: 1. C. A. Chapman (com. pers.); 2. K. Morales-Hernández (com. pers.); 3. Argueta y Rivera (2004); 4. M. Pablo-Rodríguez (com. pers.); 5. G. Ramos-Fernández (com. pers.); 6. O. M. Chaves (com. pers.); 7. J. D. Ordóñez-Gómez (com. pers.); 8. Observación personal; 9. A. González-Zamora (com. pers.); 10. S. Sánchez-López (com. pers.); 11. G. Silva-López (com. pers.); 12. Estrada et al. (2006); 13. Estrada y Coates-Estrada (1996); 14. García-Orduña (2002); 15. Jiménez-Huerta (1992); 16. C. Muench (com. pers.); 17. Chaves y Stoner (2010).

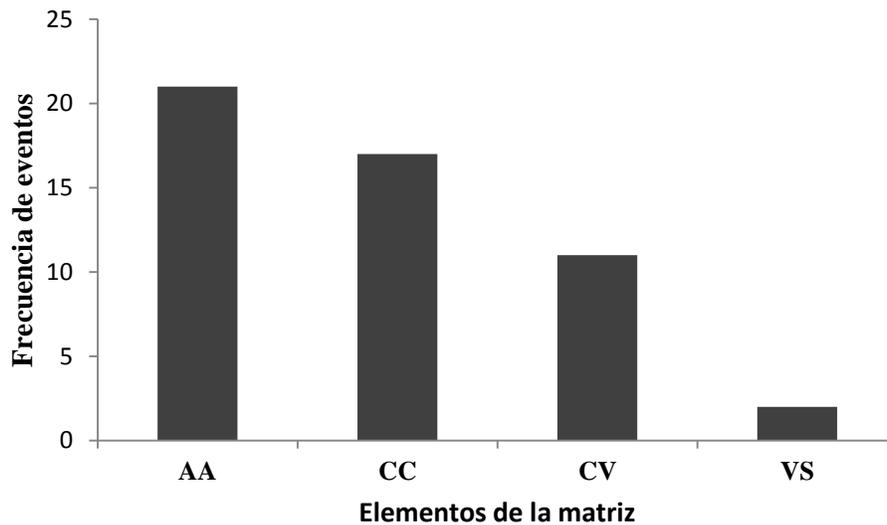


**Figura 2.** Porcentaje y frecuencia (sobre las barras) de evidencias de movimiento de monos araña (*Ateles geoffroyi*) utilizando distintos elementos de la matriz de paisajes antropogénicos. Las frecuencias suman más de 20 ya que en algunas evidencias se observó a los monos utilizando más de un elemento de la matriz. Elementos: VS = vegetación secundaria, CC = campo de cultivo, CV= corredor de vegetación, AA = árbol aislado, CA = cerca de alambre, AR = arroyo y RI = río.

#### 6. 4. Eventos de suplementación dietética por monos araña en la Selva Lacandona

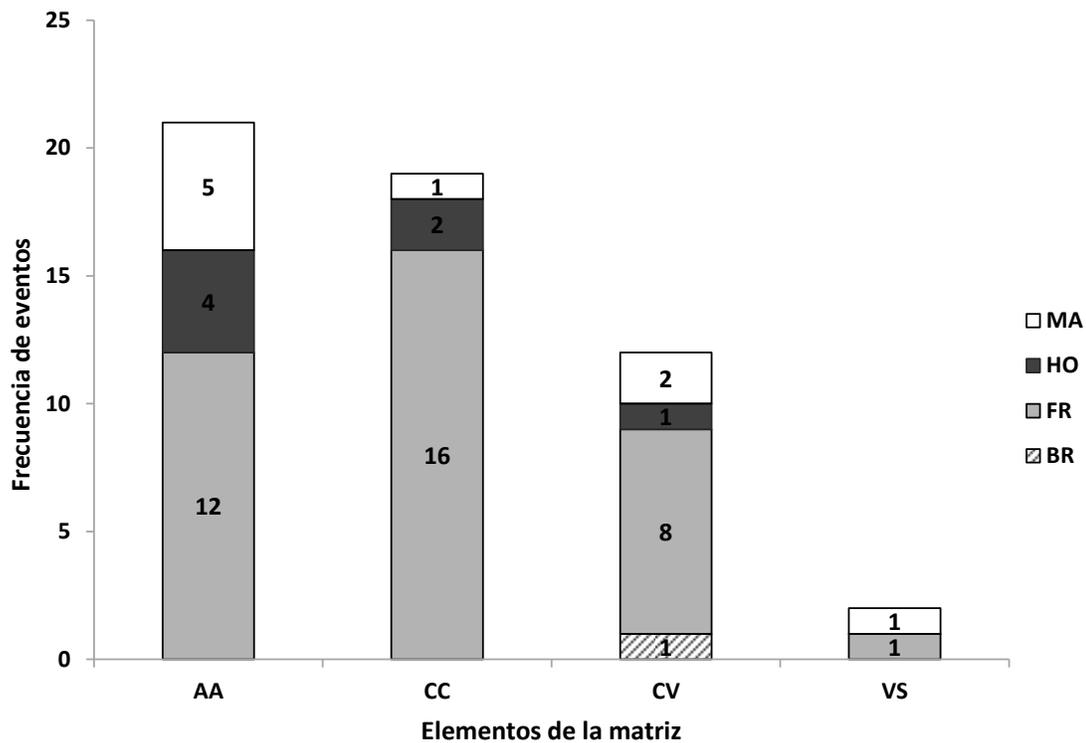
Considerando dos tesis doctorales y el presente estudio, se identificaron 51 eventos de suplementación dietética en comunidades de monos de la selva Lacandona, Chiapas: 17 eventos de comunidades que habitan en tres fragmentos evaluados por O. M. Chaves (14, 31 y 1125 ha), 15 eventos de una comunidad que habita en los fragmentos evaluados por J. D. Ordóñez-Gómez (i.e., en un fragmento de 28 ha) y 19 eventos adicionales identificados en el presente estudio en la comunidad del mismo fragmento estudiado por J. D. Ordóñez-Gómez. A pesar de que se estudió un mayor número de fragmentos, solo se obtuvieron datos para los fragmentos anteriormente mencionados, y no para todos los sitios. Estos

eventos corroboran que los monos araña suplementan su dieta con recursos obtenidos en la matriz. La frecuencia de eventos fue significativamente mayor en árboles aislados (n = 21; 41.2%), campos de cultivo (n = 17; 33.3%) y corredores de vegetación (n = 11; 21.6%), que en vegetación secundaria (n = 2; 3.9%) ( $\chi^2 = 22.6$ , g.l.= 3, P < 0.001; Figura 3; apéndice 3).



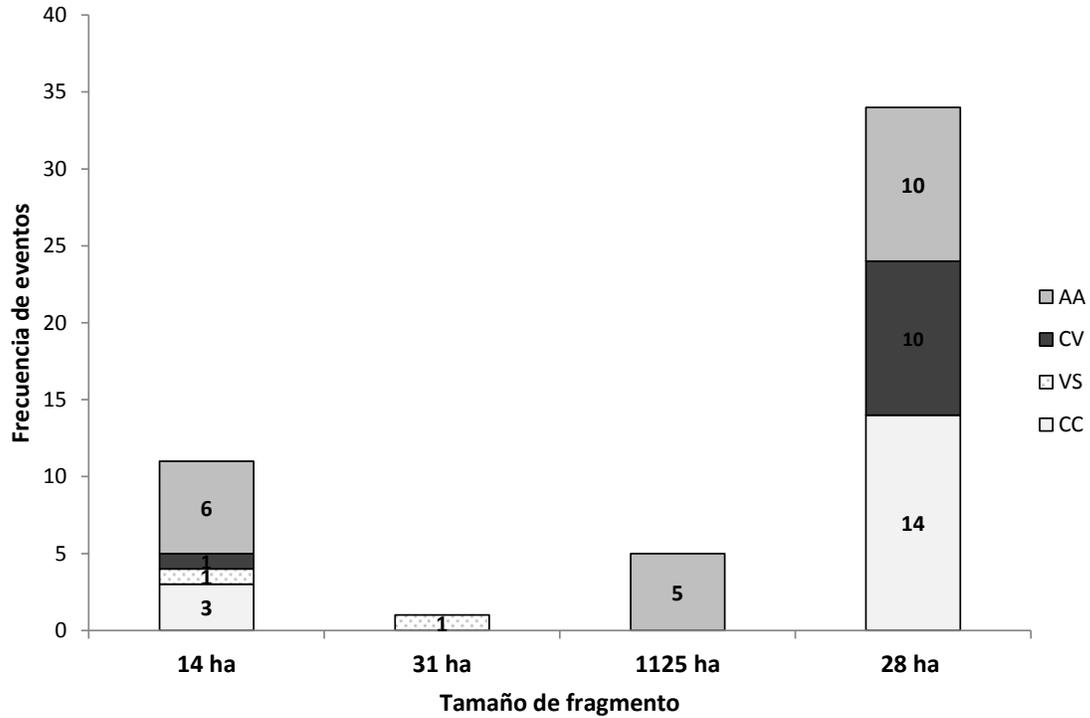
**Figura 3.** Frecuencia de eventos de suplementación dietética por monos araña (*Ateles geoffroyi*) en diferentes elementos de la matriz en la Selva Lacandona, Chiapas, México. El número total de eventos fue 51. Elementos: AA = árbol aislado, CC = campo de cultivo, CV = corredor de vegetación y VS = vegetación secundaria.

En relación a las partes vegetales utilizadas, los monos se alimentaron principalmente de frutos (n = 37 eventos, 72.5% del total de eventos), seguido de madera (n = 9 eventos, 18%), hojas (n = 7 eventos, 14%) y en una ocasión (2%) se observó a los monos alimentarse de brotes en la matriz. Este patrón fue evidente en todos los tipos de elementos de la matriz utilizados, aunque el consumo de frutos fue más frecuente en los campos de cultivo que en el resto de los elementos de la matriz ( $\chi^2 = 71.4$ , g.l. = 9, P < 0.01; Figura 4).



**Figura 4.** Partes vegetales utilizadas por monos araña (*Ateles geoffroyi*) durante eventos de suplementación dietética en diferentes elementos de la matriz en la Selva Lacandona, México. Elementos de la matriz: AA= árbol aislado, CC= campo de cultivo, CV= corredor de vegetación y VS= vegetación secundaria. Partes vegetales: MA= madera, HO= hoja, FR= fruto y BR= brote.

En relación al contexto temporal y espacial en que ocurrieron estos eventos de suplementación, nuestros resultados indican que la suplementación dietética ocurrió de manera similar en la temporada de lluvias (39 eventos; 76.5%) y en la seca (6 eventos, 23.5%), ya que con base en los meses de muestreo, se esperaba que el 70% de los eventos ocurriesen en lluvias y el 30% en secas ( $\chi^2 = 1.02$ , g.l. = 1,  $P = 0.31$ ). En cuanto al tamaño de fragmento no hubo relación entre el elemento de la matriz utilizado y el tamaño ( $\chi^2 = 0.53$ , g.l. = 3,  $P = 0.91$ ), lo cual probablemente no se deba al esfuerzo de muestreo, ya que los eventos fueron distintos, sin embargo el número de eventos de suplementación dietética fue mayor en fragmentos de 28 ha ( $\chi^2 = 58.29$ , g.l. = 3,  $P < 0.01$ ; Figura 5).



**Figura 5.** Frecuencia de eventos de suplementación dietética de monos en los distintos tamaños de fragmentos. Elementos de la matriz: AA= árbol aislado, CC= campo de cultivo, CV= cerca viva, VS= vegetación secundaria.

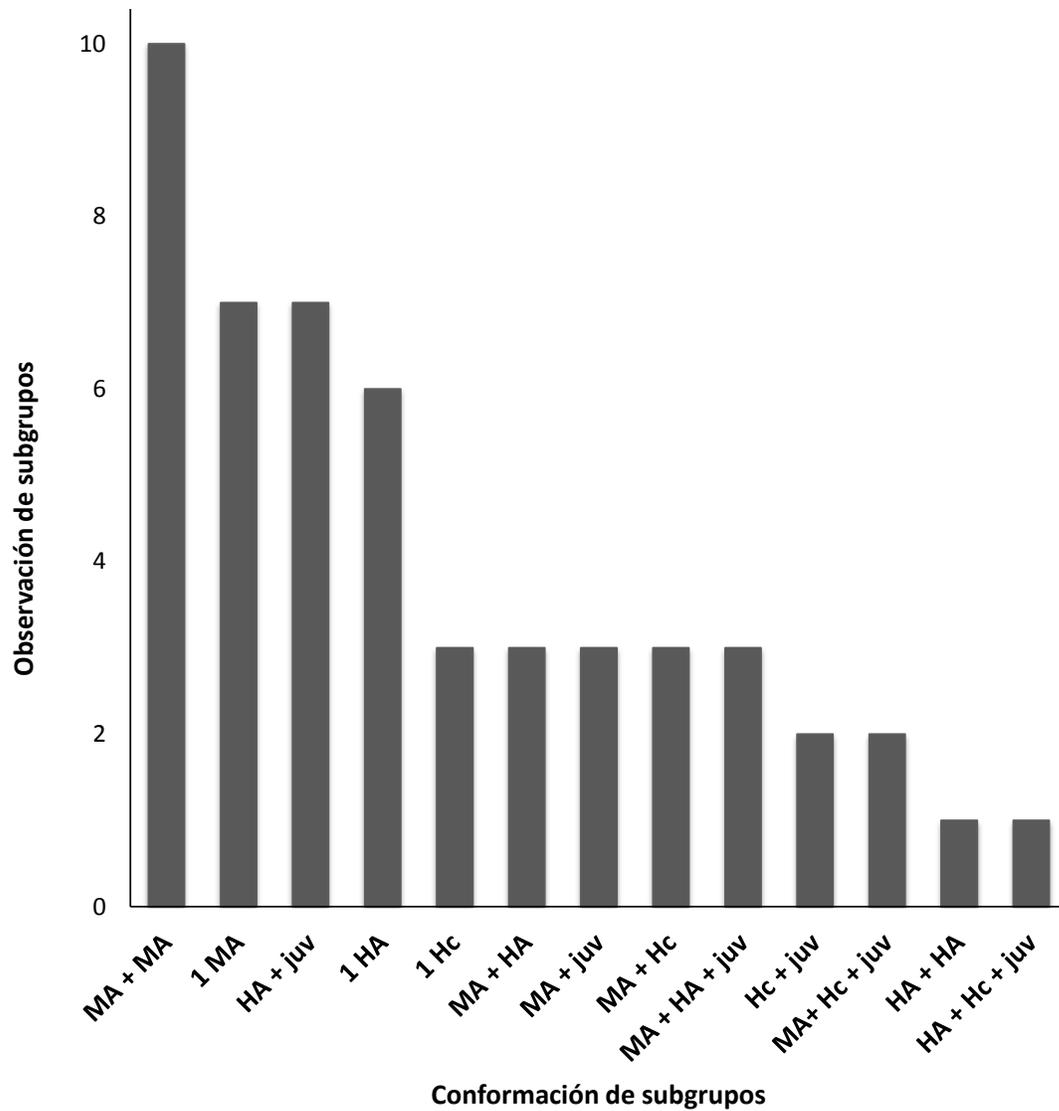
En relación al contexto social en que ocurrieron los eventos de suplementación dietética, la frecuencia de eventos disminuyó con el incremento en el tamaño de los subgrupos, así como con el número de machos y hembras adultas, número de hembras con cría y número de juveniles (Tabla 4). De hecho, la mayoría de los subgrupos fueron muy pequeños, con uno ( $n = 13$  eventos, 25.5%) o dos individuos ( $n = 27$ , 52.9%), aunque la composición de los subgrupos fue muy variable (Figura 6). Las parejas estuvieron mayormente compuestas por machos (grupos macho-macho;  $n = 10$  eventos, 19.6%), mientras que sólo en una ocasión se observó una pareja de hembras (Figura 6). Las parejas de una hembra y un juvenil también fueron relativamente frecuentes ( $n = 7$ , 13.7%). Aunque los tríos fueron raros, los más frecuentes fueron los conformados por un macho y

una hembra con infante, o los machos con una hembra y un juvenil (en ambos casos con 3 eventos cada uno) (Figura 6).

**Tabla 4.** Relación entre el número de eventos de suplementación dietética (variable de respuesta) y el tamaño del subgrupo, número de machos y hembras adultos, número de hembras con cría y número de juveniles.\*

Variables explicativas	Estimador	SE	$\chi^2$	P
Tamaño de subgrupo	-0.33	0.06	23.8	<0.0001
Número de machos	-0.42	0.09	21.4	<0.0001
Número de hembras	-0.75	0.08	73.5	<0.0001
Hembras con cría	-1.39	0.16	73.5	<0.0001
Juveniles	-0.98	0.11	76.5	<0.0001

\*Estos análisis se basaron en modelos lineares generalizados (ver Métodos). El estimador indica la dirección (+/-) de la asociación.



**Figura 6.** Frecuencia de eventos de suplementación dietética con diferente composición de subgrupos de monos araña (*Ateles geoffroyi*) en la selva Lacandona, México. MA = macho adulto; HA = hembra adulta; juv = juvenil; Hc = hembra con cría.

## 7. DISCUSIÓN

Este trabajo apoya la hipótesis que los monos araña de manos negras son capaces de suplementar su dieta con recursos alimenticios obtenidos fuera de los fragmentos de selva en los que habitan. En total, se encontraron 15 referencias con 18 evidencias independientes sobre el uso de los recursos alimenticios en la matriz, procedentes de estudios realizados en 3 países (Costa Rica, El Salvador y México). Sin embargo, la mayoría de estas evidencias proceden de estudios realizados en México, particularmente en los estados de Veracruz, Chiapas y Yucatán. Estos estudios indican que los monos araña son capaces de suplementar su dieta con recursos presentes en vegetación secundaria, árboles aislados, campos de cultivo y corredores de vegetación. Como se predijo, la mayoría de las evidencias de suplementación dietética fueron registradas en paisajes que incluyeron tres o más tipos de coberturas (árboles aislados, bosque maduro, pastizal, vegetación secundaria, campos de cultivo, cercas vivas). Los monos pudieron utilizar estos elementos y coberturas para moverse en la matriz de distintas maneras, inclusive bajando al suelo para alcanzar algunos elementos, y hasta se les ha visto cruzando ríos y arroyos.

Los monos salieron de los fragmentos de selva para alimentarse principalmente de frutos, aunque también se alimentaron de hojas, madera, flores y brotes. En total, consumieron 57 especies de plantas, pertenecientes a 21 familias. Las especies reportadas más frecuentemente fueron *Spondias mombin*, *Mangifera indica*, *Theobroma cacao*, *Brosimum alicastrum*, *Ficus* sp. y *Cecropia obtusifolia*, y las familias más representativas fueron Moraceae, Fabaceae, Malvaceae y Anacardiaceae. Solamente 2 de las 57 especies utilizadas (3.5%) no son nativas del Neotrópico, incluyendo la especie más frecuentemente reportada: el mango (*M. indica*).

Contrario a lo esperado, estos eventos de suplementación dietética fueron observados en la matriz que rodea a fragmentos de tamaño muy variable y fueron igualmente frecuentes en temporada de lluvias y de secas. Sin embargo, como se esperaba, estuvieron fuertemente influenciados por el tamaño y composición de los subgrupos, ya que la frecuencia de eventos se relacionó negativamente con el tamaño de los subgrupos, y la mayoría de los eventos ocurrieron en subgrupos formados por machos, aunque hubo eventos tanto en machos como en hembras, y en subgrupos con distinta composición.

### **7. 1. Impacto de la composición del paisaje sobre las dinámicas de suplementación dietética**

La suplementación del paisaje (sensu Dunning et al. 1992) es un proceso ecológico a escala de paisaje mediante el cual las poblaciones de animales pueden persistir en fragmentos de hábitat relativamente pequeños (i.e., en relación a su área de actividad), o con recursos relativamente limitados (e.g., que han sufrido tala selectiva), cuando estos hábitats modificados están embebidos en un paisaje que contiene recursos suplementarios. Estos recursos pueden estar presentes en fragmentos del mismo hábitat, o en fragmentos de otros tipos de cobertura, suficientemente próximos al fragmento de residencia para que dichas poblaciones puedan acceder a ellos (Dunning et al. 1992). Este proceso es análogo al proceso de suplementación de recursos a escalas locales propuesto por Tilman (1982). La presente tesis apoya la idea de que este proceso ecológico podría estar contribuyendo a la persistencia de monos araña en paisajes fragmentados, ya que 13 de 18 evidencias independientes de suplementación dietética (72%) ocurrieron en grupos de monos que

habitan fragmentos de selva menores a 100 ha. Tomando en cuenta que el área de actividad promedio de monos araña en bosques continuos es mayor a 100 ha (Di Fiore et al. 2011; Asensio et al. 2012a,b) y que la disponibilidad de alimento para las poblaciones de este primate es limitada en fragmentos menores a este tamaño (Chaves et al. 2012; González-Zamora et al. 2014), no es de extrañar que los monos araña probablemente estén aumentando tanto su área de actividad en el paisaje y la obtención de recursos cada vez que salen a la matriz en busca de alimentos necesarios para su dieta. De la misma forma, se ha visto que monos aulladores como *Alouatta pigra* pasan una gran cantidad de tiempo fuera del fragmento, particularmente cuando residen en fragmentos de tamaño pequeño (Pozo-Montuy et al. 2013). En Sulawesi, Indonesia, *Macaca tonkeana* también se ha observado haciendo uso de áreas agroforestales de cacao y café para alimentarse de *Carica papaya* (Riley 2007), así como chimpancés (*Pan troglodytes*) que también se alimentan de cultivos como alimentos de reserva durante la temporada de baja fructificación (McLennan 2013).

Otro hallazgo interesante fue que los eventos de suplementación dietética no se restringieran a fragmentos relativamente pequeños o a la temporada de secas, como se predijo inicialmente. Esta predicción se basó en el hecho de que la disponibilidad de alimento puede ser mayor en fragmentos de mayor tamaño, particularmente en la temporada de lluvias (Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006b; González-Zamora et al. 2011). Así, se esperaba que los animales no salieran de los fragmentos de residencia bajo estas condiciones para evitar posibles amenazas asociadas a los movimientos de suplementación dietética en el paisaje. El hecho de que los monos araña pueden bajar al suelo (Campbell et al. 2005) y cruzar arroyos y ríos (Chaves y Stoner 2010) para moverse

en paisajes fragmentados puede exponerlos a numerosas amenazas (e.g. cacería, depredación) (Campbell et al. 2005; Matsuda e Izawa 2008; Pozo-Montuy et al. 2013).

Esta falta de restricción estacional y espacial en los eventos de suplementación puede estar relacionada al hecho de que los eventos ocurrieron en paisajes con matrices arboladas y relativamente heterogéneas. En todos los casos los paisajes presentaron vegetación secundaria en la matriz, así como otros tipos de coberturas arbóreas, como corredores de vegetación, árboles aislados y campos de cultivo arbóreos. Así, la presencia de cobertura vegetal en la matriz puede servir de refugio y facilitar el movimiento de estos primates arbóreos, disminuyendo potencialmente estas amenazas en la matriz (Estrada et al. 2012; Pozo-Montuy et al. 2013). Dado que esta explicación está basada en un tamaño de muestra muy pequeño, debe ser tomada con cautela. Sin embargo, si logra corroborarse en estudios futuros, apoyaría la hipótesis de la “seguridad del paisaje” propuesta por Tschardt et al. (2012), que sugiere que paisajes heterogéneos proveen “seguridad” espacial y temporal a los procesos ecológicos. En particular, los paisajes compuestos por diferentes tipos de coberturas ofrecen una mayor diversidad de recursos, así como una mayor conectividad, que paisajes con matrices homogéneas, lo que puede permitir a los monos moverse y alimentarse de diferentes elementos de la matriz. Obviamente, esto sólo es cierto si hablamos de coberturas vegetales que contengan, por su composición, recursos alimenticios para los primates, como vegetación secundaria y cultivos bajo la sombra de especies nativas, entre otros (Perfecto y Vandermeer 2010). De manera similar, se sabe que otras especies de primates, como *Alouatta pigra* o *Colobus angolensis palliatus*, pueden

suplementar su dieta en áreas de cobertura vegetal en la matriz que sea similar a aquella de la vegetación nativa en el fragmento (Anderson et al. 2007; Pozo-Montuy et al. 2011).

El uso de recursos en la matriz no sólo depende de la estructura de cada uno de los elementos utilizados (e.g. vegetación secundaria, árboles aislados, campos de cultivo y corredores de vegetación), sino también de la disponibilidad de alimento dentro de cada elemento (Asensio et al. 2009; Estrada y Coates-Estrada 2001; Harvey et al. 2004, 2005; Pulido-Santacruz y Renjifo 2011; Estrada et al. 2012; Pozo-Montuy et al. 2013). Aunque no se logró obtener información sobre la composición vegetal de los elementos de la matriz que utilizaron los monos, es evidente que presentaron una gran variedad de recursos, pues en ellos consumieron un total de 56 especies de árboles. Cabe destacar que se alimentaron en mayor frecuencia de árboles de géneros nativos como *Spondias*, *Brosimum*, *Ficus* y *Cecropia*; todos ellos reportados como recursos muy importantes en la dieta de estos primates (González-Zamora et al. 2009; Chaves et al. 2012). Además, la presente tesis encontró que los monos araña también utilizan especies exóticas que son cultivadas en la matriz, como mango (*Mangifera indica*) y café (*Coffea arabica*). Se sabe que otras especies de primates como *Alouatta caraya*, *Colobus angolensis palliatus* y *Pan troglodytes* pueden suplementar su dieta con especies exóticas cuando hay período de escasez de frutos de las especies nativas (Bicca-Marques y Calegaro-Marques 1994; Anderson et al. 2007; Hockings et al. 2012).

## 7. 2. Importancia de la suplementación del paisaje para los primates

El proceso de suplementación dietética en la matriz no solo le permite a los primates aumentar su área de actividad y disponer de plantas presentes en la matriz. Este proceso puede además contribuir a conformar los requerimientos nutricionales de su dieta ya que les permite disponer de una mayor cantidad de frutos (Di Fiore et al. 2008; Asensio et al. 2009; González-Zamora et al. 2009; Chaves et al. 2011b, 2012). Desafortunadamente, la abundancia de los frutos es infinitamente menor que la de las hojas en paisajes fragmentados, ya que suele estar espacial y temporalmente disperso (Wallace 2008b; Chaves et al. 2011a). Aunque los hallazgos de este trabajo sugieren que los eventos de suplementación permiten a estos monos ingerir una gran cantidad de frutos, se deben realizar más estudios para demostrar si la calidad nutricional de los monos mejora al consumir estos recursos en la matriz.

Se sabe que los monos araña pueden diversificar su dieta en fragmentos, donde su alimento principal es reducido. Por ejemplo, pueden incrementar el consumo de hojas maduras e inmaduras y aumentar el tiempo de alimentación en otras formas de vida, como hemiepipítas y palmas (González-Zamora et al. 2009; Chaves et al 2012; Schaffner et al. 2012; González-Zamora et al. 2014). Sin embargo, el cambio hacia una dieta altamente folívora puede tener consecuencias negativas en la condición corporal de los monos, como pérdida de peso y dermatitis (i.e., *Ateles chamek*, Wallace 2005). Además, es importante considerar que su sistema digestivo no es apto para una dieta compuesta principalmente de hojas (Milton 1981). Si bien la suplementación dietética podría no ser suficiente para satisfacer las necesidades metabólicas de los monos que salen a la matriz, podría estar evitando que los monos araña, ante situaciones de escasez de alimento, tengan que

alimentarse en su mayoría de hojas, y puedan encontrar eventualmente su alimento principal, los frutos.

Para obtener un balance nutricional adecuado, los primates no sólo deben consumir ciertas partes vegetales, como son los frutos, sino también deben incluir en su dieta una gran diversidad de especies (Chaves et al. 2012). De hecho, la diversificación dietética se ha propuesto como un mecanismo necesario para lograr un balance nutricional y evitar la acumulación de ciertos compuestos secundarios presentes en las plantas, y que pueden ser nocivos para la salud (Milton 1981; Felton et al. 2009; Chaves et al. 2012). En este sentido, los fragmentos de bosque no sólo tienden a presentar árboles de menor tamaño, sino también una menor diversidad de especies vegetales, en comparación al bosque continuo (e.g., Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006a; Laurance et al. 2006; Santos et al. 2008; Tabarelli et al. 2012). Bajo este contexto, los eventos de suplementación dietética en la matriz podrían estar contribuyendo a mantener la diversidad de especies en la dieta. Sin embargo, se requieren estudios adicionales para probar esta hipótesis con precisión, ya que en este estudio no se tuvo información de las especies que estaban consumiendo al interior de los fragmentos de residencia. Así, no se pudo probar si los eventos de suplementación contribuyeron a aumentar la diversidad de su dieta o ayudaron al aporte nutricional de su dieta.

### **7. 3. La suplementación dietética se relaciona con el tamaño y composición del subgrupo**

La disponibilidad de alimento es un factor limitante para la sobrevivencia de los animales. El modelo de restricción ecológica (Wrangham et al. 1993; Chapman, 1990, Chapman et al. 1995; Arroyo-Rodríguez et al. 2011b) propone que en animales el tamaño de grupo de animales puede estar determinado por la disponibilidad de recursos en el hábitat. En particular, grupos de mayor tamaño consumen más rápido los recursos presentes en un parche de alimentación, lo cual les obliga a moverse de forma más frecuente entre parches de alimentación, visitan más parches y forrajean en áreas de mayor tamaño; factores que en conjunto incrementan el esfuerzo de forrajeo. En este sentido, como se señaló arriba, la disponibilidad de alimento es limitada en paisajes fragmentados (Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006; Chapman et al. 2006) particularmente en la matriz (Perfecto y Vandermeer 2010; Estrada et al. 2012), por lo que se espera que este factor, además de la tendencia de los monos a fisionarse en subgrupos para forrajear, limite el tamaño de los subgrupos de monos araña que visitan la matriz. Los resultados de la presente tesis apoyan esta idea, ya que los eventos de suplementación dietética en la matriz fueron más frecuentemente protagonizados por subgrupos de menor tamaño. En particular, 53% de los eventos estuvieron formados por grupos de 2 individuos y 25% por un solo individuo. Aún falta saber si hay relación entre la densidad monos que habitan cada fragmento y la presión de que entre más pequeño sea el fragmento y mayor el subgrupo, haya más probabilidad de que tengan que salir del fragmento para suplementar su dieta. Sin embargo, dado que no se cuenta con datos sobre la densidad de los monos en cada fragmento, es importante hacer más estudios para probar esta idea.

Aunque los subgrupos fueron muy pequeños, su composición fue variable. Los subgrupos de monos araña pueden ser mixtos (machos y hembras) o estar compuestos de un solo sexo (machos o hembras) (Aureli y Schaffner 2010). Sin embargo, las asociaciones macho-macho son más frecuentes que las asociaciones macho-hembra (Fedigan y Baxter 1984; Ramos Fernández et al. 2003). En este caso, se encontró que los subgrupos estuvieron más frecuentemente conformados por machos solitarios o parejas de machos, lo que puede deberse a que entre los machos existe un mayor número de interacciones sociales positivas (Fedigan y Baxter 1984; Symington 1990).

La mayor frecuencia de machos en los eventos de suplementación puede estar también relacionada con el hecho de que los machos ocupan mayores áreas de actividad que las hembras (i. e. machos 81.4 ha contra 54.9 ha en hembras, Chapman 1990; Di Fiore y Campbell 2007; Ramos-Fernández et al. 2013), aunque los machos en esta especie sean filopátricos. Este hecho puede ser resultado de que los machos patrullan frecuentemente los límites de su territorio (Wallace 2005) y a que los machos pasan más tiempo moviéndose que las hembras (Chapman 1990). Sin embargo, aunque hubo una mayor frecuencia de eventos registrada para machos, hubo eventos de suplementación para subgrupos conformados por hembras, juveniles, y distintas combinaciones de estos. Indistintamente de la composición de los subgrupos, en términos de conservación, el hecho de salir del fragmento a suplementar su dieta, significa un riesgo potencial para todos los individuos ya que pueden ser cazados por humanos, o depredados por sus perros (Campbell et al. 2005; Matsuda e Izawa 2008; Pozo-Montuy et al. 2013).

#### **7. 4. Limitantes del estudio**

Para realizar este estudio se obtuvieron datos a partir de diversas investigaciones que han trabajado con la especie. Sin embargo, la información sobre este tema es escasa y colectada de manera *ad libitum*, es decir, no fue obtenida a partir de estudios diseñados de manera *ad hoc* para responder las preguntas de este estudio. Esta limitación puede llevar a importantes sesgos. Por ejemplo, la mayoría de las evidencias provinieron de México, principalmente de paisajes con matrices muy heterogéneas, y de monos araña habitando fragmentos relativamente grandes. Así, no se pudo cuantificar con precisión si los eventos de suplementación varían entre países, entre paisajes con diferente composición o entre fragmentos de diferente tamaño.

Además, no se logró obtener información sobre la composición vegetal de los elementos de la matriz que utilizaron los monos. Solamente se obtuvieron los tipos de cobertura alrededor, por lo que es necesario considerar la composición de la vegetación en cada elemento para evaluar el impacto que este factor puede tener en las dinámicas de suplementación. Sin embargo, a pesar de tener los tipos de cobertura también hizo falta conocer la disponibilidad de cada elemento alrededor del fragmento, con el fin de comprobar si la suplementación depende de esta disponibilidad de elementos, por lo que podría ser una hipótesis para otro trabajo. De igual manera, hubo falta de datos más específicos sobre la cantidad de monos que habitan en cada fragmento, por lo que no se pudieron realizar análisis más a fondo de si la densidad de monos, tanto dentro del fragmento como en la matriz, es también un factor para que los monos salgan del fragmento, lo cual podría ser una hipótesis a tomar en cuenta para estudios futuros. En cuanto al movimiento de los monos, una sugerencia para estudios a futuro sería registrar

toda actividad que los monos realicen al salir del fragmento, si es que salen a la matriz solamente a alimentarse y regresar a su fragmento, o que salgan para ir a otro lugar y paren a comer. Estos datos proporcionarían mayor información acerca de cómo sobreviven los monos en fragmentos. También es fundamental conocer con precisión el impacto que tienen estos eventos de suplementación sobre la calidad de la dieta y la nutrición de los monos araña. Para evaluar este aspecto se requieren análisis nutricionales de las fuentes de alimento que obtienen dentro y fuera de los fragmentos de residencia. Por todo lo anterior, el presente estudio representa un análisis mayormente cualitativo, por lo que se necesitan más estudios para cuantificar los patrones observados.

## 8. IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Este estudio sugiere que los monos araña son capaces de suplementar su dieta y utilizar recursos localizados en la matriz que rodea a sus fragmentos de residencia. Sin embargo, para permitir que los monos utilicen estos recursos se necesita:

- Incrementar el uso de cercas vivas, en lugar de cercas de alambre, para delimitar los terrenos, ya que ayudan en la conectividad entre fragmentos de selva, y sirven de alimento a los monos. Estos elementos arbolados pueden ofrecer refugio para los primates, lo que puede reducir el impacto de amenazas potenciales como son la cacería y la depredación en la matriz.
- La matriz que rodea a los fragmentos de bosque juega un papel importante para la supervivencia de monos en paisajes tropicales fragmentados, por lo que es importante mantener una matriz heterogénea alrededor del fragmento. En particular, es crítico dejar árboles aislados, corredores de vegetación, diferentes tipos de cultivos arbolados y bosques secundarios, ya que todos estos elementos pueden contener recursos alimenticios potenciales para los monos araña, y pueden facilitar su movimiento entre fragmentos en paisajes fragmentados.
- Proteger todos los remanentes de bosque, desde los más pequeños, ya que albergan importante biodiversidad, incrementan la conectividad del paisaje y pueden contener recursos suplementarios para los primates (Hernández-Ruedas et al. 2014).

## 9. LITERATURA CITADA

- Abondano, L. A. y A. Link. (2012). The social behavior of brown spider monkeys (*Ateles hybridus*) in a fragmented forest in Colombia. *International Journal of Primatology* 33, 769-783.
- Aide, T. M., Clark, H. R., Grau, D., López-Carr, M. A., Levy, D., Redo, M., Bonilla-Moheno, G., Riner, M. J., Andrade-Núñez, M. J. y M. Muñiz. (2013). Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010). *Biotropica* 45, 262-271.
- Anderson, J., Rowcliffe, J. M. y G. Cowlshaw. (2007). Does the matrix matter? A forest primate in a complex agricultural landscape. *Biological Conservation* 135, 212-222.
- Andrén, H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71, 355-366.
- Argueta, R. N. A. y H. G. M. Rivera. (2004). Uso de hábitats del mono araña (*Ateles geoffroyi*) en el área natural protegida Normandía, Usulután, El Salvador. Tesis obtener el grado académico de Licenciada en Biología. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
- Arroyo-Rodríguez, V. y S. Mandujano. (2006a). The importance of tropical rain forest fragments to the conservation of plant species diversity in Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15, 4159-4179.
- Arroyo-Rodríguez, V. y S. Mandujano. (2006b). Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology* 27, 1079-1096.
- Arroyo-Rodríguez, V., Mandujano, S., Benítez-Malvido, J. y C. Cuende-Fanton. (2007). The influence of large tree density on howler monkey (*Alouatta palliata mexicana*) presence in very small rain forest fragments. *Biotropica* 39, 760-766.
- Arroyo-Rodríguez, V. y P. A. Dias. (2010). Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: A review. *American Journal of Primatology* 72, 1-16.
- Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, O. M., Guzmán-Romero, B., Ávila, E. F. y K. Stoner. (2011a). Dispersión de semillas por monos araña y su implicación para la regeneración de las selvas mexicanas fragmentadas. En P. A. Dias y R. A. Canales (eds). La Conservación de los primates en México, pp. 125-145. Colección "La Ciencia en Veracruz" Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, Xalapa, Ver.
- Arroyo-Rodríguez, V., Días, P. A. D. y J. Cristóbal-Azkárate. (2011b). Group size and foraging effort in mantled howlers at Los Tutlas, Mexico: a preliminary test of the ecological constraints model. En: Gama-Campillo, L., Pozo-Montuy, G., Contreras-Sánchez, W. M. y S. L. Arriaga Weiss (eds). Perspectivas en Primatología Mexicana, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa. Pp. 103-116.
- Arroyo-Rodríguez, V., Cuesta-del Moral, E., Mandujano, S., Chapman, C.A., Reyna-Hurtado, R. y L. Fahrig. (2013). Assessing habitat fragmentation effects for primates: the importance of evaluating questions at the correct scale. En: Marsh. L.K. y C. A. Chapman (eds). Primates in Fragments: Complexity and Resilience pp. 503-523. Springer, New York.

- Asensio, N., Arroyo-Rodríguez, V., Dunn, J. C. y J. Cristóbal-Azkarate. (2009). Conservation value of landscape supplementation for howler monkeys living in forest patches. *Biotropica* 41, 768-773.
- Asensio, N., Schaffner, C. M. y F. Aureli. (2012a). Variability in core areas of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in a tropical dry forest in Costa Rica. *Primates* 53, 147-156.
- Asensio, N., Lusseau, D., Schaffner, C. M. y F. Aureli. (2012b). Spider monkeys use high-quality core areas in a tropical dry forest. *Journal of Zoology* 287, 250-258.
- Aureli, F. y C. Schaffner. (2010). Spider monkeys. *Current Biology* 20, 624-626.
- Beier, P. y R. F. Noss. (1998). Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12, 1241-1252.
- Bicca-Marques, J. C. y C. Calegario-Marques. (1994). Exotic plant species can serve as staple food sources for wild howler populations. *Folia Primatologica* 63, 209-211.
- Bowne, D. R. y A. Bowers. (2004). Interpatch movements in spatially structured populations: A literature review. *Landscape Ecology* 19, 1- 20.
- Campbell, C., Aureli, F., Chapman, C. A., Ramos-Fernández, G., Matthews, K., Russo, S. E., Suarez, S. y L. Vick. (2005). Terrestrial behavior of *Ateles spp.* *International Journal of Primatology* 26, 1039-1051.
- Chapman, C. A. (1990). Association patterns of spider monkeys: the influence of ecology and sex on social organization. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26, 409-414.
- Chapman, C. A., Wrangham, R. W. y L. J. Chapman. (1995). Ecological constraints on group size: an analysis of spider monkey and chimpanzee subgroups. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36, 59-70.
- Chaves, O. M. y K. E. Stoner. (2010). River crossings by *Ateles geoffroyi* and *Alouatta pigra* in southern Mexico: A preliminary report. *Revista Chilena de Historia Natural* 83, 435-442.
- Chaves, O. M. (2010). Dispersión de semillas por el mono araña (*Ateles geoffroyi*) en fragmentos y en áreas de un bosque continuo de la selva Lacandona: Implicaciones para la conservación. Tesis para obtener el grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Posgrado en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chaves, O. M., Stoner, K.E., Arroyo-Rodríguez, V. y A. Estrada. (2011a). Effectiveness of spider monkeys (*Ateles geoffroyi vellerosus*) as seed dispersers in continuous and fragmented rainforests in Southern Mexico. *International Journal of Primatology* 32, 177-192.
- Chaves, O. M., Stoner, K. E., Ángeles-Campos, S. y V. Arroyo-Rodríguez. (2011b). Wood consumption by Geoffroyi's Spider Monkeys and its role in mineral supplementation. *PLoS ONE* 6, e25070.
- Chaves, O. M., Stoner, K. E. y V. Arroyo-Rodríguez. (2012). Differences in diet between spider monkey groups living in forest fragments and continuous forest in Lacandona, Mexico. *Biotropica* 44, 105-113.

- Chazdon, R. L., Peres, C. A., Dent, D., Sheil, D., Lugo, A. E., Lamb, D., Stork, N. E. y S. E. Miller. (2009). The potential for species conservation in tropical secondary forest. *Conservation Biology* 23, 1406-1417.
- Cuarón, A. D., Morales, A., Shedden, A., Rodríguez-Luna, E. y P. C. De Grammont. (2008). *Ateles geoffroyi* (Geoffroy's Spider Monkey). En IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1.
- DeClerck, F. A. J., Chazdon, R., Holl, K. D., Milder, J. C., Finegan, B., Martínez-Salinas, A., Imbach, P., Canet, L. y Z. Ramos. (2010). Biodiversity conservation in human-modified landscapes of Mesoamerica: past, present and future. *Biological Conservation* 143, 2301-2313.
- Dew, J. L. (2005). Foraging, food choice, and food processing by sympatric ripe-fruit specialists: *Lagothrix lagotricha poeppigii* and *Ateles belzebuth belzebuth*. *International Journal of Primatology* 26, 1107-1135.
- Di Fiore, A. y C. J. Campbell. (2007). The Atelines. Variation in Ecology, Behavior, and Social Organization. En: Campbell, C. J., Fuentes, A., MacKinnon, K. C., Panger, M. y S. K. Beader. (eds). *Primates in Perspective*. Pp. 155-185. New York: Oxford University Press.
- Di Fiore, A., Link, A. y J. L. Dew. (2008). Diets of wild spider monkeys. En: Campbell, C. J. (ed). *Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus Ateles*. Pp. 81-137. Cambridge: Cambridge University Press.
- Di Fiore, A., Link, A. y C. J. Campbell. (2011). The Atelines. Behavioral and socioecological diversity in a new world radiation. En: Campbell, C. J., Fuentes, A., MacKinnon, K. C., Bearder, S. y R. Stumpf. (eds). *Primates in Perspective 2a ed.* P. p. 155-188. Oxford University Press, New York.
- Duarte, A. y A. Estrada. (2003). Primates as pets in Mexico City: an assessment of species involved, source of origin and general aspects of treatment. *American Journal of Primatology* 61, 53-60.
- Dunn, J. C., Asensio, N., Arroyo-Rodríguez, V., Schitzer, S. y J. Cristóbal-Azkarate. (2012). The ranging costs of a fallback food: Liana consumption supplements diet but increases foraging effort in Howler Monkeys. *Biotropica* 44, 705-714.
- Dunning, J. B., Danielson, B. J. y R. Pulliam. (1992). Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65, 169-175.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. (1988). Tropical rain forest conversion and perspectives in the conservation of wild primates (*Alouatta* and *Ateles*) in Mexico. *American Journal of Primatology* 14, 315-327.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. (1996). Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas. *International Journal of Primatology* 5, 759-783.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. (2001). Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, México. *Ecography* 24, 94-102.
- Estrada, A., Saenz, J., Harvey, C., Naranjo, E., Muñoz, D. y M. Rosales-Meda. (2006). Primates in agroecosystems: some agricultural practices in Mesoamerican landscapes. En: Estrada, A., Garber P. A., Pavelka M. S. M. y M. Luecke. (eds). *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behaviour and conservation* pp. 437-470. New York: Springer.

- Estrada, A., Raboy, B. E. y L. C. Oliveira. (2012). Agroecosystems and primate conservation in the tropics: A review. *American Journal of Primatology* 74, 696-711.
- Ewers, R. M. y R. K. Didham. (2006). Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews* 81, 117-142.
- Fedigan, L. M. y M. J. Baxter. (1984). Sex differences and social organization in free-ranging spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Primates* 25, 279-294.
- Felton, A. M., Felton, A., Wood, J. T., Foley, W. J., Raubenheimer, D., Wallis, I. R. y D. B. Lindenmayer. (2009). Nutritional ecology of *Ateles chamek* in lowland Bolivia: How macronutrient balancing influences food choices. *International Journal of Primatology* 30, 675-696.
- FRAG. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales. Departamento Forestal Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Garber, P. A., Estrada, A. y M. S. M. Pavelka. (2006). New perspective in the study of Mesoamerican Primates: concluding comments and conservation priorities. En: Estrada, A., Garber P. A., Pavelka M. S. M. y M. Luecke. (eds). *New perspective in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behaviour and conservation* pp. 489-511. New York: Springer.
- García-Orduña, F. (2002). Comparación de las estrategias de forrajeo de *Ateles geoffroyi vellerosus* y *Alouatta palliata mexicana* en un fragmento de selva de la Sierra de Santa Marta, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Gardner, T. A., Barlow, J., Chazdon R., Ewers R. M., Harvey C. A., Peres C. A. y N. S. Sodhi. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters* 12, 561-582.
- Gilbert, K. A. (2003). Primates and fragmentation of Amazon forest. En: L. K. Marsh y C. A. Chapman (eds). *Primates in Fragments: Ecology and Conservation* pp.145-157. Springer, New York.
- González-Zamora, A. y S. Mandujano. (2003). Uso de fragmentos por *Ateles geoffroyi* en el sureste de México. *Neotropical Primates* 11, 172-175.
- González-Zamora, A., Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, O. M., Sánchez-López, S., Stoner, K. E. y P. Riba-Hernández. (2009). Diet of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Mesoamerica: Current knowledge and future directions. *American Journal of Primatology* 71, 8-20.
- González-Zamora, A., Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, O. M., Sánchez-López, S., Aureli, F. y K. E. Stoner. (2011). Influence of climatic variables, forest type and condition on activity budget of Geoffroyi's spider monkeys throughout Mesoamerica. *American Journal of Primatology* 73, 1189-1198.
- González-Zamora, A., Arroyo-Rodríguez, V., Escobar, F., Riös, M., Oyama, K., Ibarra-Manríquez, G., Stoner, K. E. y C. A. Chapman. (2014). Contagious deposition of seeds in spider monkeys' sleeping trees limits effective seed dispersal in fragmented landscapes. *PLoS ONE* 9, e89346.
- Gutiérrez-Granados, G. y R. Dirzo. (2010). Indirect effects of timber extraction on plant recruitment and diversity via reductions in abundance of frugivorous spider monkeys. *Journal of Tropical Ecology* 26, 45-52.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O.

- y J. R. G. Townshend. (2013). High resolution global maps of 21<sup>st</sup>- Century forest cover change. *Science* 342, 850-853.
- Harvey, C. A., Tucker, N. I. J. y A. Estrada. (2004). Live fences, isolated trees, and windbreaks: Tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. En: Schroth, G., da Fonseca, G. A. B., Harvey, C. A., Gascon, C., Vasconcelos, H. L. y A. M. N. Izac (eds). *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. pp. 261-289. Island Press. Washington, DC.
- Harvey, C. A., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Saenz, J., Sánchez, C., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Perez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I. y F. L. Sinclair. (2005). Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 11, 200-230.
- Hernández-Ruedas, M. A., Arroyo-Rodríguez, V., Meave, J. A., Martínez-Ramos, M., Ibarra-Manríquez, G., Martínez, E., Jamangapé, G., Melo, F. P. L. y B. A. Santos. (2014). Conserving tropical tree diversity and forest structure: the value of small rainforest patches in moderately-managed landscapes. *PLoS ONE* 9, 1-10.
- Hockings, K. J., Anderson, J. R. y T. Matsuzawa. (2012). Socioecological adaptations by chimpanzees, *Pan troglodytes verus*, inhabiting an anthropogenically impacted habitat. *Animal Behavior* 83, 801-813.
- Izawa, K., Kimura, K. y A. Samper-Nieto. (1979). Grouping of the wild spider monkeys. *Primates* 20, 503-512.
- Izawa, K. (1993). Soil-eating by *Alouatta* and *Ateles*. *International Journal of Primatology* 14, 229-242.
- Jiménez-Huerta, J. (1992). Distribución y abundancia del recurso alimenticio en un fragmento de selva alta perennifolia y su uso por *Ateles* y *Alouatta* en el ejido Magallanes (municipio de Sotepan, Veracruz). Tesis para optar por el título de Licenciado en Biología. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.
- Laurance, W. F., Delamonica, S. G., Laurance, S. G., Vasconcelos, H. L. y T. E. Lovejoy. (2000). Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404, 836.
- Laurance, W.F., Nascimento, H. E. M., Laurance, S. G., Andrade, A., Ribeiro, J. E. L. S. y J. P. Giraldo. (2006). Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 103, 19010-19014.
- Laurance, W. F., Sayer, J. y D. G. Cassman. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology and Evolution* 29, 107-116.
- Lees, A. y C. A. Peres. (2008). Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conservation Biology* 22, 439-449.
- Malhi, Y., Gardner, T. A., Goldsmith, G. R., Silman, M. R. y P. Zelazowski. (2014). Tropical forests in the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources* 39, 125-159.
- Marsh, L. K., Chapman, C. A., Arroyo-Rodríguez, V., Cobden, A. K., Dunn, J. C., Gabriel, D., Ghai, R., Nijman, V., Reyna-Hurtado, R., Serio-Silva, J. C. y M. D. Wasserman. (2013). Primates in fragments 10 years later: once and future goals. En: Marsh, L.K. y C. A. Chapman (eds). *Primates in Fragments: Complexity and Resilience* pp. 503-523. Springer, New York.

- Matsuda, I. y K. Izawa. (2008). Predation of wild spider monkeys at La Macarena, Colombia. *Primates* 49, 65-68.
- McLennan, M. R. (2013). Diet and feeding ecology of chimpanzees (*Pan troglodytes*) in Bulindi, Uganda: foraging strategies at the forest-farm interace. *International Journal of Primatology* 34(3), 585-614.
- Melo, F. L., Arroyo- Rodríguez, V., Fahrig, L., Martínez-Ramos, M. y M. Tabarelli. (2013). On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends in Ecology and Evolution* 28, 462-468.
- Michalski, F. y C. A. Peres. (2005). Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. *Biological Conservation* 124, 383-396.
- Milton, K. (1981). Food choice and digestive strategies of two sympatric primate species. *The American Naturalist* 117, 496-505.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10(2), 58-62.
- Oropeza-Hernández, P. y E. Rendón Hernández. (2012). PACE Programa de acción para la conservación de las especies: Primates, Mono araña (*Ateles geoffroyi*) y monos aulladores (*Alouatta palliata*, *Alouatta pira*). SEMARNAT, CONANP.
- Ordóñez-Gómez, J.D., Arroyo-Rodríguez, V., Nicasio-Arzeta, S. y J. Cristóbal-Azkarate. (2014). Which is the appropriate scale to assess the impact of landscape spatial configuration on the diet and behavior of spider monkeys? *American Journal of Primatology*.
- Ortíz-Martínez, T y V. Rico-Gray (2007). Spider monkeys (*Ateles geoffroyi vellerosus*) in a tropical deciduous forest in Tehuantepec, Oaxaca, México. *The Southwestern Naturalist* 52, 393-399.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. (2010). The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, 5786-5791.
- Pozo-Montuy, G., Serio-Silva, J. C. y Y. M. Bonilla-Sánchez. (2011). Influence of the landscape matrix on the abundance of arboreal primates in fragmented landscapes. *Primates* 52, 138-147.
- Pozo-Montuy, G., Serio-Silva, J. C., Champman, C. A. y Y. M. Bonilla-Sánchez. (2013). Resource use in a landscape matrix by a arboreal primate: Evidence of supplementation in black howlers (*Alouatta pigra*). *International Journal of Primatology* 34, 714-731.
- Pulido-Santacruz, P. y L. M. Renjifo. (2011). Live fences as tools for biodiversity conservation: a study case with birds and plants. *Agroforestry Systems* 81, 15-30.
- Ramos-Fernández, G y B. Ayala-Orozco. (2003). Population size and habitat use of spider monkeys in Punta Laguna, México. En: L. K. Marsh y C. A. Chapman (eds). *Primates in Fragments: Ecology and Conservation* pp. 191-210. Springer, New York.
- Ramos-Fernández, G., Mateos, J. L., Miramontes, O., Cocho, G., Larralde, H. y B. Ayala-Orozco. (2004). Lévy walk patterns in the foraging movements of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Behavioral Ecology Sociobiology* 55, 223-230.

- Ramos-Fernández, G., Smith Aguilar, S. E., Schaffner, C. M., Vick, L. G. y F. Aureli. (2013). Site fidelity in space use by spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *PLoS ONE* 8, e62813.
- Reid, F. (2009). *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. 2a Ed. Editorial Oxford, University Press.
- Riley, E. P. (2007). Flexibility in the diet and activity patterns of *Macaca tonkeana* in response to anthropogenic habitat alteration. *International Journal of Primatology* 28, 107-133.
- Rylands, A. B., Groves, C. P., Mittermeier, R. A., Cortés-Ortiz, L. y J. J. H. Hines. (2006). Taxonomy and distributions of mesoamerican primates. En: Estrada, A., Garber P. A., Pavelka M. S. M. y M. Luecke. (eds). *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behaviour and conservation* pp. 29-79. New York: Springer.
- Santos, B.A., Peres, C. A., Oliveira, M. A., Grillo, A., Alves-Costa, C. P. y M. Tabarelli. (2008). Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biological Conservation* 141, 249-260.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J. y C. R. Margules. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5, 18-32.
- Schaffner, C. M., Rebecchini, L., Ramos-Fernández, G., Vick, L. G. y F. Aureli. (2012). Spider monkeys (*Ateles geoffroyi yucatanensis*) cope with the negative consequences of hurricanes through changes in diet, activity budget, and fission-fusion dynamics. *International Journal of Primatology* 33, 922-936.
- Stevenson, P. (2011). The abundance of large Ateline monkeys is positively associated with the diversity of plants regenerating in Neotropical forests. *Biotropica* 43, 512-519.
- Symington, M. M. (1990). Fission-fusion social organization in *Ateles* and *Pan*. *International Journal of Primatology* 11, 47-61.
- Tabarelli, M., Peres, C. A. y F. P. L. Melo. (2012). The 'few winners and many losers' paradigm revisited: Emerging prospects for tropical forest biodiversity. *Biological Conservation* 155, 136-140.
- Tilman, D. 1982. *Resource competition and community structure*. Monogr. POD. Biol. 17. Princeton Univ. - . Press. Princeton. NJ.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, P. K., Fahrig, L., Bártary, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T. O., Dormann, C. F., Ewers, R. E., Fründ, J., Holt, R. D., Holzschuh, A., Klein, A. M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D. A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., H. van der Putten, W. y C. Westphal. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. *Biological Reviews* 87, 661-685.
- Valero, A., Schaffner, C. M., Vick, L. G., Aureli, F y G. Ramos-Fernández. (2006). Intragroup lethal aggression in wild spider monkeys. *American Journal of Primatology* 68, 732-737.
- Wallace, R. B. (2005). Seasonal variations in diet and foraging behavior of *Ateles chamek* in a Southern Amazonian tropical forest. *International Journal of Primatology* 26, 1053-1075.

- Wallace, R. B. (2008a). Factors influencing spider monkey habitat use and ranging patterns. En: Campbell C J, (ed). Spider Monkeys. The Biology, Behavior and Ecology of the Genus *Ateles*. pp. 138-154. Cambridge University Press, Cambridge, RU.
- Wallace, R. B. (2008b). The influence of feeding patch size and relative fruit density on the foraging behavior of the black spider monkey *Ateles chamek*. *Biotropica* 40, 501-506.
- Wrangham, R. W., Gittleman, J. L. y C. A. Chapman. (1993). Constraints on group size in primates and carnivores: population density and day-range as assays of exploitation competition. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 32, 199-209.

## 10. APÉNDICES

**Apéndice 1.** Lista de personas a quienes fue enviada la encuesta y país al que pertenece la institución donde trabajan.

Persona encuestada	País	Persona encuestada	País
Ahumada, Jorge A.	Estados Unidos	Méndez Carvajal, Pedro G.	Panamá
Amici, Federica	Inglaterra	Morales-Hernández, Karenina	Germany
Asensio, Norberto	Tailandia	Milton, Katharine	EUA
Aureli, Filippo	Inglaterra	Muench, Carlos	México
Barrueta Rath, Tana	México	Muñoz, David	México
Boyer, Denis	México	Ordóñez, Domingo	México
Campbell, Christina J.	Estados Unidos	Ortiz-Martínez, Teresita	México
Chapman, Colin A.	Canadá	Pablo-Rodríguez, Miriam	México
Chaves, Óscar M.	Brasil	Pérez Elissetche, Gloria K.	México
DeGama-Blanchet, Holly N.	Canadá	Quintana, Paulo	México
Di Fiore, Anthony	Estados Unidos	Ramos-Fernández, Gabriel	México
Dias Duarte, Pedro A.	México	Rebecchini, Luisa	Inglaterra
Estrada, Alejandro	México	Reyna-Hurtado, Rafael	México
Fedigan, Linda M.	Canadá	Russo, Sabrina E.	Estados Unidos
Ford, Susan M.	Estados Unidos	Sánchez, Sonia	México
García Orduña, Francisco	México	Santorelli, Claire	Inglaterra
Gonzalez Di Pierro, Ana M.	México	Schaffner, Colleen M.	México
González-Zamora, Arturo	México	Serio-Silva, Juan C.	México
Green Vick, Laura	Estados Unidos	Silva-López, Gilberto	México
Gutiérrez-Granados, Gabriel	México	Slater, Kathy Y.	Inglaterra
Hernández Salazar, Laura T.	México	Weghorst, Jennifer A.	Estados Unidos
Hernández-López, Leonor	México		
Izawa, Kosei	Japón		
Korstjens, Amanda H.	Inglaterra		
Lombera, Rafael	México		

**Apéndice 2.** Encuesta realizada a los investigadores y estudiantes.

REFERENCIA (indicar cómo quiere que se cite la fuente)

\_\_\_\_\_

ESPECIES DE PRIMATES PRESENTES EN SITIO

*Ateles geoffroyi*

*Alouatta palliata*

*Alouatta pigra*

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE ESTUDIO

1. Nombre del sitio, estado, país \_\_\_\_\_
2. Coordenadas geográficas \_\_\_\_\_ (e.g. 16°05'58" N, 90°52'36" W).
3. Descripción general del bosque donde residen los monos

Tamaño aproximado

<10 ha

10 a 100 ha

100 a 1000 ha

>1000 ha

Estado de la vegetación:

Dominado por vegetación madura

Dominado por vegetación secundaria

Con vegetación madura y secundaria

Estatus de conservación:

Área Natural Protegida por gobierno

Área Natural Protegida por comunidad

Sin estatus de conservación

Clasificación de la vegetación dominante (e.g. bosque tropical húmedo no estacional, bosque tropical perennifolio):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Precipitación anual \_\_\_\_\_ mm
5. Temperatura media anual \_\_\_\_\_

6. Número de meses secos \_\_\_\_\_
7. Describir brevemente la matriz que rodea al sitio (consideramos matriz a todos los tipos de cobertura diferentes a la vegetación original. Por ejemplo, la vegetación secundaria, cercas vivas, campos de cultivo, asentamientos humanos, potreros y árboles aislados son parte de la matriz).

---

---

DESCRIPCIÓN DEL EVENTO DE SUPLEMENTACIÓN DIETÉTICA (si observaron más de un evento, por favor, describir cada uno por separado, en diferentes hojas)

1. Tipo de vegetación utilizada en la matriz

Vegetación secundaria     Cerca viva     Árbol aislado  
 Campo de cultivo (indicar qué tipo de cultivo): \_\_\_\_\_  
 Otro, por favor indique \_\_\_\_\_

2. Características generales de la vegetación utilizada en la matriz (e.g. árbol aislado de 60 cm de DAP localizado a 50 m del borde del fragmento de residencia; bosque secundario de 20 ha adyacente al bosque maduro de residencia; cerca viva de 200 m de largo y 20 m de ancho compuesta principalmente por árboles de *Bursera simaruba*)

- 
3. Uso del elemento (indicar para qué fue utilizada esta vegetación, pueden seleccionar más de una)

Alimentación     Descanso     Desplazamiento

4. Cómo llegaron al elemento de paisaje

Caminando por el suelo  
 A través de vegetación secundaria  
 Usando una cerca viva

5. Fecha \_\_\_\_\_ (día/mes/año)

6. Hora

7:00 – 12:00     12:00 – 16:00     16:00 – 19:00

7. Duración aproximada \_\_\_\_\_ (en horas)
8. Temporada del año (indicar cuando sea posible si era época de lluvias/secas, y si había alta o baja disponibilidad de frutos)
- Lluvia     Seca
- Alta disponibilidad de frutos     Baja disponibilidad de frutos
9. Características del subgrupo
- Número de individuos (presentes en el evento de suplementación) \_\_\_\_\_
- Composición (número de hembras, machos, juveniles, infantes)
- 

CUANDO SE ALIMENTARON EN LA MATRIZ....

Especies de plantas utilizadas	Partes vegetales (Frutos, Hojas, Flores, Brotes, etc)	Proporción de tiempo respecto al tiempo total del estudio

OTRAS OBSERVACIONES (por favor indicar cualquier información adicional relevante):

---



---

**Apéndice 3.** Fotografías de mono araña de manos negras (*Ateles geoffroyi*) alimentándose de frutos de *Mangifera indica* (a) y *Pouteria zapota* (b) en una cerca viva al borde del fragmento y en campo de cultivo de cacao en la zona fragmentada de la Selva Lacandona, México, y c) evidencia fotográfica del movimiento de un adulto de mono araña (*Ateles geoffroyi*) a través de una cerca de alambre para alimentarse de frutos de un árbol aislado (*Pithecellobium hymenaeifolium*), también en la zona fragmentada de la Selva Lacandona.

(a)



(b)



(c)

