

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR PARTE DE *ALOUATTA SENICULUS* EN  
FRAGMENTOS DE BOSQUE (SAN MARTÍN, META)

MARÍA CAROLINA GAITÁN NARANJO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
Bogotá, D.C.

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR PARTE DE *ALOUATTA SENICULUS* EN  
FRAGMENTOS DE BOSQUE (SAN MARTÍN, META)

MARÍA CAROLINA GAITÁN NARANJO

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial

Para optar al título de

BIÓLOGO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

Bogotá, D.C.

Junio de 2009

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

### **Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946**

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR PARTE DE *ALOUATTA SENICULUS* EN  
FRAGMENTOS DE BOSQUE (SAN MARTÍN, META)

MARÍA CAROLINA GAITÁN NARANJO

APROBADO

---

Jairo Pérez-Torres, Ph.D.

Director

---

Xyomara Carretero-Pinzón, M.Sc.

Co-Director

---

Jurado 1

---

Jurado 2

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR PARTE DE *ALOUATTA SENICULUS* EN  
FRAGMENTOS DE BOSQUE (SAN MARTÍN, META)

MARÍA CAROLINA GAITÁN NARANJO

APROBADO

---

Ingrid Shuler, PhD  
Decana Académica

---

Andrea Forero Ruiz, Bióloga  
Directora de Carrera

**A mis padres y mi hermano**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Carlos y Gloria, mi hermano Gabriel por todo su amor, comprensión y apoyo durante este proceso.

A mi director Jairo Pérez-Torres, por su colaboración, apoyo, tiempo y orientación. Porque cada comentario y sugerencia fue indispensable para la realización de este trabajo de grado.

A mi co-directora Xyomara Carretero, por todo su apoyo, conocimiento y amor a los primates. Por la compañía constante en campo y las noches en vela que pasamos. Por todo el tiempo que me dedicó.

A Luis Guillermo Linares por las mil palabras de aliento en los momentos más “difíciles”, por su apoyo y compañía en campo y durante todo este proceso.

A Mauricio Vela y Andrés Morales por todo el apoyo, consejos y colaboración en los análisis de resultados.

A Natalia Cortez y María Cristina Ríos por sus comentarios y consejos.

A los dueños de las fincas Santa Rosa, especialmente a Alberto por haberme permitido hospedarme y trabajar en ella. A los dueños de la finca Arrayanes por su hospitalidad y cariño durante mi visita y, por permitirme trabajar en ella. Espero poder visitar nuevamente estos sitios tan hermosos.

A Isabel, Chiqui, Juancho, Stella y Sofi por consentirme tanto, por cuidarme en campo y hacerme sentir como en casa. Espero volver a ver a estas personas tan maravillosas y generosas que me brindaron tanto en tan poco tiempo.

A mis grupos de aulladores, porque definitivamente sin ellos no hubiera sido posible realizar este trabajo.

A todos los integrantes del Laboratorio de Ecología Funcional (LEF) que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 Género de estudio.....	22
2.2 Especie de estudio .....	22
<b>3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Formulación del Problema.....	24
3.2 Pregunta de Investigación.....	25
3.3 Justificación de la Investigación .....	25
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>26</b>
4.1 Objetivo General.....	26
4.2 Objetivos Específicos .....	26
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
5.1. Diseño de la Investigación .....	27
5.1.1. Población de estudio y muestra .....	27
5.1.2 Variables de estudio .....	27
5.1.3. Área de estudio .....	27
<b>5.2. MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
5.2.1. Fase preliminar .....	29
5.2.2. Fase de toma de datos.....	29
5.2.3. Colecta de semillas .....	29
5.2.4. Fase de Laboratorio .....	30

5.2.5. Caracterización vegetal .....	31
<b>5.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>5.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>31</b>
5.4.1. Composición, riqueza específica y diversidad de semillas .....	31
5.4.2. Abundancia relativa de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal.....	34
5.4.3. Capacidad de germinación de las semillas .....	34
5.4.3.1. Índice de la capacidad de germinación .....	34
5.4.4. Rarefacción.....	35
5.4.5. Índice de similitud de Jaccard .....	35
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
6.1. Composición de los grupos de <i>A. seniculus</i> presentes en el área de estudio .....	37
6.2. Dispersión.....	37
6.2.1 Composición, riqueza y diversidad de especies de semilla .....	37
6.2.2. Abundancia relativa de semillas .....	38
6.2.3. Especies de semillas dispersadas entre fragmentos y entre grupos de <i>A. seniculus</i> . .....	40
<b>6.3. GERMINACIÓN .....</b>	<b>43</b>
6.3.1. Capacidad de germinación (CG) de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de <i>A. seniculus</i> .....	43
6.3.2. Tiempo de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de <i>A. seniculus</i> . .....	44
6.3.3. Comparación de la Capacidad de germinación (CG) .....	45
6.3.4. Comparación del Tiempo de germinación de las semillas .....	46
6.3.5. Comparación del número de semillas germinadas. ....	47
<b>7. DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
7.1. Composición de los grupos de <i>A. seniculus</i> presentes en el área de estudio .....	50
7.2. Dispersión.....	50

7.2.1. Composición, riqueza y diversidad de especies.....	50
7.2.2. Abundancia relativa de semillas .....	51
<b>7.3. GERMINACIÓN.....</b>	<b>55</b>
7.3.1. Capacidad de germinación (CG) de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de <i>A. seniculus</i> .....	55
7.3.2. Tiempos de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de <i>A. seniculus</i> . .....	56
7.3.3. Comparación de la capacidad de germinación (CG).....	56
7.3.4. Comparación del tiempo de germinación de las semillas .....	57
7.3.5. Comparación del número de semillas germinadas .....	58
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>9. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>61</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>73</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área del sitio de estudio.....28
- Figura 2.** Curva de esfuerzo de muestreo durante el periodo de estudio 2009. Las líneas negras punteadas representan los intervalos de confianza del 95%. (Es(n)=Número esperado de especies).....38
- Figura 3.** Curva Rango-Abundancia de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*. (*H*=*Hyeronima* sp., *By*=*Byrsonima* sp., *G.fe*=*Guatteria ferruinea*, *S.m*=*Schefflera moratonini*, *O.ob*=*Ocotea oblonga*, *F.a*=*Ficus americana*, *O.fl*=*Ocotea floribunda*, *In9*=*Indet9*, *In6*=*Indet6*, *F.t*=*Ficus trigonata*, *Be*=*Bellucia* sp., *X.p*=*Xylopia polyantha*, *Vsp1.*=*Virola* sp.1, *T.a*=*Trattinnickia cf. aspera*, *In2*=*Indet2*, *In10*=*Indet10*, *In1*=*Indet1*, *P*=*Protium* sp., *In3*=*Inde3*, *In4*=*Indet4*, *In8*=*Indet8*, *In7*=*Indet7*, *In5*=*Indet5*, *Vsp2.*=*Virola* sp.2.).....40
- Figura 4.** Comparación del grado de similitud de las especies de semillas dispersadas por los grupos de *A. seniculus*.....42
- Figura 5.** Comparación del número esperado de especies de semillas en cada uno de los grupos de *A. seniculus*.....43
- Figura 6.** Porcentaje de la capacidad de germinación (CG) de las especies encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*.....44
- Figura 7.** Tiempo de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*. .....45
- Figura 8.** Comparación de la Capacidad de Germinación (CG) de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* y de las especies

de semillas colectadas manualmente. (C. Manual=Colecta Manual, M. Fecal=Materia Fecal.....46

**Figura 9.** Comparación de Tiempo de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* con semillas de colecta manual.....47

**Figura 10.** Comparación del número de semillas germinadas de las muestras de materia fecal de *A. seniculus* con semillas de colecta manual. (C.Manual=Colecta Manual, M.Fecal=Materia Fecal).....49

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de los grupos de <i>Alouatta seniculus</i> presentes en el área de estudio (Basado en obs. pers. y datos no publicados Carretero-Pinzón). (M.A=Machos Adultos, H.A=Hembras Adultas, M.S=Machos Sub-adultos, M.J=Machos Juveniles, H.J= Hembras Juveniles, I= Infantiles).....	37
<b>Tabla 2.</b> Modelos de Dependencia y lineal y Modelo de Clench .....	37
<b>Tabla 3.</b> Especies encontradas en las muestras de materia fecal de <i>Alouatta seniculus</i> .....	39
<b>Tabla 4.</b> Semillas dispersadas entre grupos de estudio de <i>Alouatta seniculus</i> y entre fragmentos.....	41

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Tipo de siembra y número de semillas sembradas según el tamaño de la semilla.....	73
<b>Anexo 2.</b> Promedio de las mediciones de las semillas de las especies encontradas en las heces de <i>Alouatta seniculus</i> en el área de estudio durante la época seca.. ..	74
<b>Anexo 3.</b> Formato de toma de datos para las semillas.....	75
<b>Anexo 4.</b> Especies Vegetales presentes en los fragmentos de estudio.....	76
<b>Anexo 5:</b> Capacidad de germinación de semillas.....	78
<b>Anexo 6:</b> Especies de semillas encontradas por otros autores en el mismo sitio de estudio.....	79

## RESUMEN

En el flanco oriental de la cordillera oriental (piedemonte llanero) la ganadería y los sistemas de cultivos han ocasionado una alta pérdida y fragmentación del hábitat. Esto ha causado la desaparición local de poblaciones de algunas especies de primates importantes en procesos como la dispersión de semillas. Entender el efecto de esta pérdida sobre la dinámica y regeneración de los bosques en esta región es importante para los planes de manejo. En comparación con otras especies de primates frugívoros *Alouatta seniculus* presenta una gran plasticidad ecológica que le permite persistir en este tipo de ambientes fragmentados. A pesar de ser principalmente folívoros también consumen frutos y semillas, por lo cual cuando desaparecen los frugívoros más importantes, su valor como dispersores de semillas se incrementa. Se evaluó el papel de esta especie como dispersor de semillas (Diciembre 2008 a Marzo 2009) en 5 fragmentos de bosque de diferente tamaño en dos fincas ganaderas (Municipio de San Martín, Departamento del Meta). En campo se recogieron muestras de materia fecal que fueron procesadas en el laboratorio para extraer las semillas. Estas semillas junto con otras semillas provenientes directamente del fruto fueron usadas para realizar pruebas de germinación. Se encontró que 25 especies de plantas son potencialmente dispersadas por *Alouatta seniculus*. La capacidad y los tiempos de germinación variaron entre las diferentes especies de planta. Con base en los datos obtenidos se discute y analiza la importancia y el papel que tiene *Alouatta seniculus* como dispersor de semillas en estos bosques fragmentados del piedemonte llanero.

## ABSTRACT

At the eastern flank of the eastern mountain range (llano's piedmont) in Colombia, livestock and crop systems have caused high levels of fragmentation and habitat loss. These, as a consequence, have produced local extinctions of some primate populations which are considered important in ecological processes such as seed dispersal. Understanding the effects of this loss on forest dynamics and regeneration processes within the region is essential for management plans. In comparison with other frugivorous primate species, *Alouatta seniculus* populations show great adaptive plasticity that allows them to persist in fragmented habitats. In spite of their folivorous behavior, these primates also include fruits and seeds in their diet, which as more important frugivores disappear, increases their value as seed dispersers. The role of this species as a seed disperser was evaluated (from December 2008 to March 2009) in 5 forest fragments of different size, at two cattle farms (San Martin town, Department del Meta). Fecal samples were collected at the study site and processed in the laboratory to gather all seeds contained in the samples. These seeds, together with seeds obtained directly from fruit samples, were used to perform germination tests. Twenty-six plant species were found to be potentially dispersed by *Alouatta seniculus*. Germination times and capability varied among the different plant species. Based on resultant data, the role and importance of *Alouatta seniculus* as a seed disperser in fragmented forests at the llano's piedmont is assessed and discussed.

## 1. Introducción

*Alouatta seniculus* cumple el papel de dispersor de semillas en muchos bosques a lo largo de su distribución geográfica (Braza *et al.* 1983, Stevenson *et al.* 1991, Izawa 1993, Julliot 1996, Andresen 1999 y 2002 y Palacio & Rodríguez 2001). La función de dispersor potencial y efectivo de semillas de *Alouatta seniculus* es importante en la dinámica y regeneración de los bosques (Stevenson 2001). Además, las deposiciones de esta especie aportan grandes niveles de nutrientes al suelo que facilitan los procesos de germinación de las semillas dispersadas por estos primates (Feeley 2004).

Los procesos como la fragmentación y transformación del hábitat han venido afectando la supervivencia de estos primates. Muchos de los bosques donde éstos habitan se encuentran inmersos en una vegetación diferente a la original en donde, la tala y la caza principalmente han causado pérdidas y variaciones a nivel de extinción local de muchas de éstas poblaciones (Kattan 1998 y Renjifo 1999 y 2001). Estudios realizados en bosques neotropicales afirman que la fragmentación puede causar extinciones a nivel local de muchas de las especies de primates dispersores, afectando los patrones naturales de regeneración en los cuales participan (Chapman 1995).

Estudios realizados en México y Costa Rica, afirman que la ganadería extensiva y las zonas de cultivo son las principales causas de fragmentación del hábitat en muchos de los bosques neotropicales (Estrada & Coates-Estrada 1996 y Clarke *et al.* 2000), escenario similar al encontrado en el piedemonte llanero. La ganadería y los cultivos pueden cambiar y generar daños físicos a la composición florística de los bosques en donde la ganadería principalmente, limita muchas veces el reclutamiento de algunas especies de plantas (Hernández *et al.* 2000 y Stevenson & Aldana 2008).

Los llanos orientales presentan una amplia diversidad de especies de primates, además de *Alouatta seniculus* (Defler, 2004), los cuales debido a procesos de fragmentación han ido desapareciendo, sin embargo *Alouatta seniculus* es una de las pocas especies que ha podido perdurar en estos hábitat tan fragmentados, debido a la gran flexibilidad y adaptabilidad que presenta (Escudero 2004, Ramos 2007 y

Stevenson & Aldana 2008). Estudios realizados en bosques nublados en el Eje Cafetero, han tratado aspectos de ecología y dispersión de semillas (De La Cruz 2008), confirmando que ésta especie es una de las pocas que aún perdura bajo condiciones extremas de fragmentación y que a la vez cumple papeles ecológicos importantes como la dispersión de semillas (Gaulin & Gaulin 1982, Cabrera 1994, Giraldo 2003, Martínez 2003, Gómez-Posada *et al.* 2005, Palma 2005 y Vélez 2005). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar la dispersión potencial y efectiva de semillas de *Alouatta seniculus* en fragmentos de bosques en San Martín, Meta (Fincas Santa Rosa y Arrayanes).

## **2. Marco Teórico**

Las relaciones evolutivas entre planta-animal son estrategias necesarias e importantes ya que explican cómo funciona la dinámica de los bosques principalmente la dispersión de semillas (Snow 1971 y McKey 1975). Estas interacciones juegan papeles importantes en la estabilidad y composición de las comunidades en las cuales se encuentran (Howe 1986). En bosques neotropicales se ha estudiado la importancia de la dispersión de semillas para el mantenimiento de una alta diversidad en la composición florística del bosque (Terborg *et al.* 1996, Wright 2002, Wills *et al.* 1997 y Hubbel 2001). Por otro lado, se ha demostrado que los procesos de fragmentación cambian la composición florística de los bosques (Hobbs & Yates 2003). Las diferentes estrategias de las plantas hacen que la relación con sus dispersores sea más o menos estrecha. Las plantas con frutos carnosos y semillas pequeñas generalmente son dispersadas por un amplio rango de vertebrados (Jordano 1992).

Cada especie de dispersor difiere en su efectividad de dispersión dependiendo de su comportamiento, fisiología y morfología (Janzen 1983, Liebeman & Liebeman 1986, Levey 1987, Howe 1989, Rowell & Mitchell 1991, Chapman 1995 y Poulsen *et al.* 2002). El grado de especificidad del consumidor también varía (Peres 2000), al igual que la distancia de dispersión y otros factores debido a las restricciones que

impone la fragmentación, afectando de esa manera su capacidad como dispersores potenciales de semillas y afectando la dinámica del bosque (Stevenson 2001).

Los primates constituyen entre el 25% y el 40% de la biomasa de frugívoros en los bosques tropicales (Chapman 1995), en donde los géneros *Ateles* y *Lagothrix* cumplen papeles importantes como dispersores de semillas, especialmente de plantas con semillas grandes, debido a la dieta principalmente frugívora que presentan (Estrada & Coates-Estrada 1984, Rowell & Mitchell 1991 y Stevenson & Aldana 2008). El papel que cumplen los primates en los procesos de dispersión de semillas amortiguan las transformaciones de hábitat que han venido incrementándose en los últimos años debido a factores antropicos (Zunino *et al.* 1995). Se han realizado estudios en bosques fragmentados que indican que los primates a pesar de las condiciones a las cuales están expuestos, pueden llegar a tener comportamientos similares a los que presentan en bosques continuos (Torres 2005 y Beltrán 2005). Así mismo, se ha encontrado que la productividad y disponibilidad de recursos en un bosque fragmentado puede variar significativamente con respecto a la de un bosque continuo (Ramos 2007). Esta productividad puede afectar potencialmente la relación fruto-primate alterando diversos procesos evolutivos (Ramos 2007).

Existen diversas dificultades para determinar que tan efectivos son los primates como dispersores potenciales de semillas, ya que esto depende de la cantidad y calidad de las semillas dispersadas (Shupp 1993). La cantidad de semillas dispersadas se refiere al número total de semillas removidas producto del número de visitas hecho por el dispersor y el número de semillas removidas por visita. La calidad de semillas depende de dos componentes principales: (1) el tratamiento que las semillas reciben del dispersor, el cual puede afectar la capacidad de germinación después de pasar por el tracto digestivo y (2) la densidad de semillas en la deposición y otras características de los sitios de deposición, los cuales deben ser adecuados para el desarrollo de las semillas (Shupp 1993). Se ha estudiado la dispersión efectiva del género *Ateles* en términos de cantidad de semillas dispersadas (Chapman 1989 y 1995, Julliot 1996 y Stevenson 2000). Sin embargo sin importar el clado, los folívoros como los aulladores, tienden a dispersar pequeñas semillas de pequeñas

plantas en comparación con los frugívoros más especializados como los monos araña (Andresen 1999).

*Alouatta seniculus* ha sido clasificado por diversos autores como un primate folívoro-frugívoro, convirtiéndolo probablemente en uno de los primates más folívoros del neotrópico, cuya dieta está influenciada principalmente por la estacionalidad en la producción de las hojas y los frutos (Gaulin & Gaulin 1982, Braza *et al.* 1983, Estrada & Coates-Estrada 1984, Julliot & Sabatier 1993, Julliot 1996 y Stevenson *et al.* 2000). Estudios realizados en *Alouatta palliata* confirman que el género *Alouatta* es uno de los géneros de primates más flexibles que hay, sin embargo es muy selectivo en cuanto a las especies que consume (Milton 1980). A pesar de esto, en bosques fragmentados puede llegar a modificar su dieta, variando así la especie de planta que consume y por consiguiente la especie de semilla que dispersa (Foster & Janson 1985). Esto le ha permitido adaptarse a vivir en hábitats con condiciones extremadamente variables, como lo son los bosques ribereños o de galería, bosques húmedos, parches de bosques, bosques de crecimiento secundario y sistemas agroforestales (Hernández-Camacho & Cooper 1976 y Defler 2004). Se sabe que estos primates dependen más del follaje de las hojas que los otros miembros del clado Atelinae (*Ateles*, *Brachyteles* y *Lagothrix*) y pueden comer hojas durante muchos periodos del año, pero también consumen grandes cantidades de frutos (Stevenson *et al.* 2000a).

Estudios pioneros realizados por Stevenson (1980) indicaban que las interacciones generadas por los primates eran de gran importancia debido a que muchas de las especies de plantas los usaban como dispersores potenciales y efectivos de semillas. Estudios realizados por Howe & Smallwood (1982) y corroborados por Garber & Lambert (1998), demostraron que los procesos de dispersión llevados a cabo por los primates contenían tres fases: 1) la pre-dispersión que comprende la selección de una especie particular en fructificación, 2) la dispersión, la cual se inicia una vez el primate manualmente u oralmente prepara el fruto para la ingestión y transporte de las semillas, y 3) la post-dispersión que representa la fase más larga del ciclo de vida de las plantas y está asociada con la germinación, establecimiento de la plántula y maduración del árbol.

En los bosques tropicales, el 60-95% de las especies de plantas con frutos dependen básicamente de los animales frugívoros para la dispersión de sus semillas (Wilson *et al.* 1989). Los primates son dispersores de semillas que juegan un papel importante en la regeneración y dinámica de los bosques (Chapman & Chapman 1995, Julliot 1996 y Andresen 2002). Y los aulladores, aunque no son los primates más frugívoros de Sur América, son de gran importancia para la dispersión de semillas debido al consumo de frutos como parte de su dieta (Julliot 1996 y Andresen 2002). En otros estudios realizados por Palacios & Rodriguez (2001) se demostró que *Alouatta seniculus* al ser una especie especialmente folívora, no presentaba muchos esfuerzos en el desplazamiento durante las actividades de forrajeo. Sin embargo este patrón podía cambiar drásticamente en sitios donde la oferta de recursos era muy reducida y debía recorrer mayores distancias para acceder a ellos.

En estudios recientes realizados por Ramos (2007) en San Martín (Meta) y de De La Cruz (2006) en un bosque del Cañón del río Barbas (Quindío), se encontró que *Alouatta seniculus* dispersaba un mayor número de semillas de tamaño grande que otras especies de primates como *Cebus apella*, apoyando la hipótesis de Peres & Roosmalen (2002), en la cual existe una estrecha relación entre el tamaño de la semilla dispersada y el tamaño del dispersor.

Son pocos los estudios que se han centrado en evaluar mediante un análisis de laboratorio la capacidad de germinación, así como los tiempos de germinación de las semillas ingeridas y luego dispersadas por los aulladores. La importancia del género *Alouatta* en la dispersión efectiva de semillas en bosques neotropicales ha sido evaluado mediante el análisis de la capacidad de germinación de diferentes especies del género *Ficus* sp. (Serio *et al.* 2002). Así mismo, este autor menciona que las especies de semillas dispersadas pertenecientes a la familia Moraceae son las más consumidas por estos primates. Estudios similares realizados por Stevenson *et al.* (2001) examinan el efecto de la ingestión de semillas por parte *Lagothrix lagothricha*, *Ateles belzebuth* y *Alouatta seniculus* y su efecto en la germinación de las semillas consumidas por estos primates, encontrando que los pertenecientes a la sub-familia Atelinae (*Lagothrix lagothricha* y *Ateles belzebuth*), son los dispersores

más efectivos de semillas en términos de la capacidad de germinación que tenían las semillas después de ser consumidas por éstos primates.

## 2.1 Género de estudio

El género *Alouatta* pertenece a la familia Atelidae, el cual está compuesto por nueve especies actualmente reconocidas: *A. palliata*, *A. pigra*, *A. belzebul*, *A. fusca*, *A. caraya*, *A. coibensis*, *A. guariba*, *A. nigerrima* y *A. seniculus* (Rylands *et al.* 2000). Para Colombia sólo se reconocen dos taxones: *A. palliata* y *A. seniculus*; la primera distribuida en los bosques húmedos de la costa del Pacífico y la segunda en las tres cordilleras andinas, la región del Caribe y las tierras bajas al oriente de los Andes (Defler 2004).

Todas las especies pertenecientes al género *Alouatta* son de dieta herbívora, pero puede llegar a incluir en su dieta el consumo de frutos, flores, hojas jóvenes y hojas maduras. Debido al alto consumo de hojas presenta hábitos lentos, poco desplazamiento y bajos porcentajes de actividad. Las distancias en los movimientos podrían depender de la distribución de los recursos alimenticios y la estructura del bosque donde habitan (Estrada *et al.* 1984 y Milton 1980). Generalmente su dieta varía de acuerdo a la oferta del bosque, presentándose un mayor consumo de hojas en la época de escasez de frutos (Stevenson *et al.* 1991, Braza *et al.* 1983 y Milton 1980).

## 2.2 Especie de estudio

*Alouatta seniculus* es uno de los primates más grandes de Colombia. Miden entre 43,9 a 69 cm. de longitud sin incluir la cola, y 54 a 79 cm. para la cola. Estos primates poseen una fuerte cola prensil capaz de soportar el peso de su cuerpo mientras forrajea (Gaulin & Gaulin 1982, Eisenberg 1989 y Defler 2004). Son diurnos y arbóreos, con áreas vitales pequeñas, son lentos y realizan pocos movimientos durante el día (Gaulin & Gaulin 1982). *A. seniculus* es conocido como mono aullador por su característico ruidoso y profundo rugido, debido a que posee el

hueso hioideo expandido, altamente desarrollado (Gaulin & Gaulin 1982 y Defler 2004), dicha vocalización es emitida por casi todos los miembros del grupo.

Esta especie invierte un alto porcentaje del tiempo descansando, mientras que otras actividades como búsqueda de alimento, movimiento, e interacciones sociales son realizadas en menor proporción (Stevenson *et al.* 1991, Soini 1992 y Defler 2004). En general el patrón diario de estos monos se relaciona con la alimentación, descanso y defecación. El patrón de actividad de los aulladores está asociado a una estrategia de ahorro de energía para la digestión de las hojas que consumen (Milton 1980).

Esta especie se encuentra en todo el país así como en áreas de bosque fragmentado y regiones montañosas ubicadas sobre el nivel del bosque nublado hasta 3200 m (Gaulin & Gaulin 1982). Se adaptan a vivir fácilmente en parches de bosque menores a 10 ha y en bosques de crecimiento secundario (Hernández-Camacho & Cooper 1976).

Las principales fuentes de alimento de todas las especies de primates neotropicales son los frutos, semillas y hojas (Stevenson *et al.* 2000 y De la Cruz 2007). La dieta de *Alouatta seniculus* se basa principalmente de hojas tiernas y frutos, además de ingerir hojas maduras, flores y peciolas, en menor cantidad (Estrada 1984, Stevenson *et al.* 2000 y Palacios & Rodríguez 2001). El consumo de hojas y frutos está influenciado principalmente por la estacionalidad en la producción de hojas y frutos y su disponibilidad refleja sus preferencias alimenticias (Estrada 1984, Stevenson *et al.* 2000 y Palacios & Rodríguez 2001).

Ésta especie conforma grupos de tamaño variable, dependiendo de factores como la abundancia y distribución de los recursos (Gaulin *et al.* 1980 y Crockett 1985) que puede variar desde 2 hasta más de 16 individuos, con un tamaño promedio de 6-9 individuos (Hernández-Camacho & Cooper 1975 y Defler 2004). Usualmente están conformados por 1-2 machos adultos, 2-3 hembras adultas y varios individuos juveniles (Defler 2004). Las áreas de dominio vital varían entre 4 y 182 ha (Defler 2004), sin embargo no se ha establecido totalmente una relación entre el tamaño del área vital y la abundancia y distribución de los recursos (Crockett & Eisenberg 1987).

### 3. Formulación del Problema y Justificación

#### 3.1 Formulación del Problema

Debido a factores antrópicos como la ganadería y agricultura principalmente, muchos de los bosques neotropicales han sufrido procesos de fragmentación, perdiendo así gran parte de la biodiversidad de especies (Hanski 1999 y Pimm 1991). Muchos de los fragmentos que se han formado presentan poca conectividad entre ellos generando no solamente disturbios en las interacciones de muchas comunidades (Stevenson & Aldana 2008) sino que también interrumpen muchos de los procesos evolutivos (Ehrlich & Ehrlich 1981, Leakey & Lewin 1995, Pimm *et al.* 1998 y Levin 1999).

En procesos de fragmentación del hábitat, las plantas con frutos grandes son las primeras en desaparecer afectando principalmente a los grandes frugívoros como *Ateles* sp. y *Lagothrix* sp. (Stevenson & Aldana 2008). Mientras que géneros principalmente folívoros como *Alouatta* han podido persistir, debido a que son muy flexibles y se han adaptado a vivir en hábitats con condiciones extremadamente variables como lo son los bosques fragmentados (Hernández-Camacho & Cooper 1976 y Defler 2004).

En Colombia, el papel que tiene *Alouatta seniculus* como dispersor potencial de semillas ha sido estudiado por Stevenson *et al* (2002), De La Cruz (2006) y Ramos (2007), quienes han encontrado que a pesar de ser principalmente folívoro, puede llegar a consumir frutos en grandes proporciones convirtiéndose en un buen dispersor potencial. Sin embargo son pocos los estudios que se han enfocado en el papel funcional que tienen como dispersores efectivos de semillas, respecto al número de semillas viables que pueden llegar a germinar teniendo en cuenta la capacidad y tiempos de germinación de las semillas de los frutos que consumen. Por lo tanto, una evaluación de estos parámetros permitirá evaluar el papel que cumplen dentro de la dinámica y regeneración de los bosques.

Estudios sobre la dispersión efectiva de *Alouatta seniculus* en fragmentos de bosque de galería son importantes para entender la dinámica de estos bosques y el

papel de estos primates en los procesos de regeneración de los sistemas fragmentados. Este estudio determinará el papel que tiene *Alouatta seniculus* como dispersor efectivo de semillas en los fragmentos de bosque de las fincas ganaderas Santa Rosa y Arrayanes ubicadas en San Martín, Meta.

### 3.2 Pregunta de Investigación

¿Qué especies dispersa potencialmente *Alouatta seniculus* y que tan efectiva es esa dispersión en términos de tiempo y capacidad de germinación en fragmentos de bosque de las fincas Santa Rosa y Arrayanes (San Martín-Meta)?

### 3.3 Justificación de la Investigación

La poca conectividad que se ha generado en algunos de los fragmentos presentes en los bosques tropicales muestran la necesidad de los procesos de dispersión, debido a la relación planta-dispersor (Estrada & Coates-Estrada 1984). *Alouatta* es un género bastante flexible, su dieta y patrones de defecación influyen en los procesos de dispersión potencial y efectiva especialmente en ambientes fragmentados (Stevenson *et al.* 2002, De La Cruz 2006 y Ramos 2007).

Los estudios realizados en Colombia en *Alouatta seniculus* se han centrado principalmente en el papel potencial que tienen como dispersores de semillas. Sin embargo debido a que su dieta es principalmente folívora se ha subestimado el papel ecológico que pueden llegar a tener en términos de la dispersión efectiva, en la regeneración y dinámica de los bosques. Es por esto que este estudio se centrará en la dispersión efectiva de *Alouatta seniculus* en términos del tiempo y capacidad de germinación de las semillas encontradas en las heces de este primate, en los fragmentos de bosque de las fincas ganaderas Santa Rosa y Arrayanes ubicadas en San Martín, Meta.

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo General

- Evaluar qué especies dispersa potencialmente *Alouatta seniculus* y qué tan efectiva es esa dispersión en términos de tiempo y capacidad de germinación en fragmentos de bosque de las fincas Santa Rosa y Arrayanes (San Martín- Meta), durante la época seca.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar qué especies de plantas dispersa *Alouatta seniculus* durante la época seca en fragmentos de bosque ubicados en las fincas Santa Rosa y Arrayanes (San Martín, Meta)

Pregunta para el objetivo específico 1

¿Cuáles son las especies de semillas que están presentes en las muestras de materia fecal de *Alouatta seniculus* durante la época seca en fragmentos de bosque ubicados en las fincas Santa Rosa y Arrayanes (San Martín, Meta)?

- Evaluar qué tan efectivo es *Alouatta seniculus* como dispersor de semillas en fragmentos (San Martín, Meta), en términos del tiempo y capacidad de germinación de las semillas colectadas de muestras de materia fecal de esta especie respecto a semillas colectadas manualmente

Pregunta para el objetivo específico 2

¿Existen diferencias en el tiempo y capacidad de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *Alouatta seniculus* respecto a las semillas colectadas manualmente?

## 5. Materiales y Métodos

### 5.1. Diseño de la Investigación

Ésta investigación fue un muestreo de unidades de carácter descriptivo en donde no se manipularon las variables independientes y unas pruebas de germinación llevadas a cabo en el laboratorio de Ecología Funcional de la Pontificia Universidad Javeriana. Debido a que la primera parte fue un estudio descriptivo no hay factor de diseño sin embargo, para la parte de las pruebas de germinación el factor de diseño fue la efectividad de dispersión por tipo de colecta. Éste contó con dos niveles: semillas Control y semillas colectadas en la materia fecal de *Alouatta seniculus*.

#### 5.1.1. Población de estudio y muestra

La población de estudio estuvo conformada por los siete grupos de aulladores de las fincas Santa Rosa y Arrayanes y las especies de plantas que hicieron parte de su dieta. La muestra estuvo conformada por las semillas extraídas de las muestras de materia fecal de los siete grupos de *Alouatta seniculus* presentes en los fragmentos de bosque en las fincas Santa Rosa y Arrayanes en San Martín (Meta), y las semillas colectadas en los fragmentos de bosque de las fincas antes mencionadas que se encontraban produciendo frutos durante el tiempo del estudio.

#### 5.1.2 Variables de estudio

La unidad de muestreo fue cada muestra de materia fecal del grupo de los aulladores. La unidad de respuesta fue el conjunto de muestras de materia fecal. La variable de respuesta para las muestras de materia fecal fueron la composición de especies de semillas, abundancia de semillas, riqueza de semillas, dominancia de semillas, capacidad de germinación y tiempos de germinación.

#### 5.1.3. Área de estudio

Los muestreos se realizaron en las fincas Santa Rosa y Arrayanes ubicadas en la vereda La Castañeda (Figura 1), las cuales están ubicadas al suroriente del

municipio de San Martín, Meta (73°38'13" O, 03° 36'27" N). Estas fincas se encuentran a 350 msnm, presentan una temperatura promedio de 28°C y una precipitación anual entre 2000 y 2500mm. Para esta zona se han definidos dos épocas, una época seca (Diciembre – Marzo) y una época de lluvias (Abril – Noviembre) (Carretero 2008). La finca Santa Rosa presenta fragmentos de bosque que corresponden a un total de 76.5 ha, distribuidos en cuatro fragmentos de 21 ha, 46.5 ha y 9ha. La Finca Arrayanes presenta un total de 16.5 ha distribuidos en dos fragmentos de bosque de 0.5 ha y 16 ha (Carretero 2008) (Figura 1).



**Figura 1.** Área del sitio de Estudio (Foto Aérea tomada en 1997; escala 1:46000). Las líneas negras muestran los sitios donde actualmente está fragmentado el bosque. (Fragmento 1: 21 ha; Fragmento 2: 46.5 ha; Fragmento 3: 9 ha; Fragmento 4: 0.5 ha; Fragmento 6: 16 ha; (Modificado de Carretero 2008).

## 5.2. Métodos

Este trabajo se llevó a cabo en dos etapas, campo y laboratorio. La etapa de campo se subdividió en una fase preliminar y una fase de toma de datos. La etapa de laboratorio consistió en la realización de pruebas de germinación de las semillas a partir de las muestras de materia fecal de los aulladores y de las semillas control (semillas colectadas manualmente bajo el árbol en fruto).

### 5.2.1. Fase preliminar

Se realizó una salida en la primera semana de Diciembre de 2008 con el fin conocer los grupos y determinar los fragmentos que se iban a muestrear. Durante este periodo se colectaron muestras significativas de deposiciones de cada grupo en cada uno de los fragmentos escogidos, por lo que las muestras colectadas durante esta salida se incluyen en los análisis de este trabajo.

### 5.2.2. Fase de toma de datos

Se realizaron tres salidas de campo en las dos fincas entre el 9 - 14 de Enero, 6 - 10 de Febrero y entre el 6 - 11 de Marzo de 2009, coincidiendo con la época seca del lugar. En total se realizaron 22 días de muestreo.

### 5.2.3. Colecta de semillas

Las muestras de materia fecal fueron tomadas en cada uno de los fragmentos de estudio sin importar el individuo, por lo que no se hizo identificación de los individuos del grupo, aunque si se registró el tamaño y composición del mismo, hasta donde fue posible. Las muestras de materia fecal fueron colectadas independientemente de si se observaba el grupo y se diferenciaron entre muestras viejas (heces encontradas en el suelo generalmente del día anterior o de horas antes) y frescas (heces recién depositadas). Las muestras de materia fecal fueron lavadas utilizando un colador con pedazo de tela de toldillo para evitar que las semillas

pequeñas fueran lavadas y eliminadas. Todas las muestras fueron guardadas en bolsas ziploc, marcadas y etiquetadas según correspondiera.

#### 5.2.4. Fase de Laboratorio

Las muestras de materia fecal fueron llevadas al Laboratorio de Ecología Funcional de la Pontificia Universidad Javeriana. Las semillas fueron separadas de las muestras de materia fecal y lavadas con agua destilada. Las semillas de tamaño significativo fueron separadas de las muestras inicialmente de forma visual y las semillas mas pequeñas fueron separadas utilizando un estereoscopio. Para ambos procedimientos se utilizó pinzas de punta fina y guantes de látex. Para la identificación de las semillas colectadas se utilizó material gráfico de frutos y semillas de la zona (Carretero datos sin publicar).

Se realizaron pruebas de germinación de las semillas colectadas entre Diciembre 2008 y Febrero 2009 para determinar la capacidad de germinación de las semillas que fueron extraídas de las muestras de materia fecal así como también de las semillas que fueron colectadas manualmente.

Las semillas extraídas se pusieron a germinar en cajas de petri utilizando papel absorbente (semillas <1cm) y algodón (semillas >1cm) (Rao 2006; Anexo 1). Se les aplicó agua destilada a manera de riego y fueron hidratadas constantemente. Por caja de petri se sembró un número diferente de semillas, dependiendo del tamaño de la especie de semilla (Anexo 1 y 2).

Las cajas sembradas fueron ubicadas cerca de una ventana en donde recibieron luz indirecta. Se tomaron los datos diariamente del estado de cada una de las semillas según el formato realizado durante 62 días (Anexo 3). Para ello se tuvo en cuenta la fecha de siembra, el morfotipo, el número de semillas germinadas en cada una de las cajas de petri asignadas previamente.

### 5.2.5. Caracterización vegetal

En los fragmentos de bosque de este estudio se han realizado varios trabajos donde se ha estudiado la composición vegetal (Aldana 2005, Stevenson & Aldana 2008) y la producción de frutos en algunos de estos fragmentos (Beltrán 2005, Torres 2005, Carretero 2008, Carretero datos sin publicar). Con base en estos trabajos se generó un listado de especies vegetales presentes en cada fragmento (Anexo 4).

### 5.3. Recolección de la información

El análisis de las semillas dispersadas se realizó a partir de las muestras de materia fecal obtenidas de los siete grupos de aulladores en los fragmentos de bosque de estudio. Los datos sobre las semillas fueron consignados en un formato (Anexo 3).

### 5.4. Análisis de Información

#### 5.4.1. Composición, riqueza específica y diversidad de semillas

Para analizar la riqueza específica de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal durante el periodo de estudio comprendido entre Diciembre 2008 y Marzo 2009, se empleó el índice de diversidad alfa de Fisher, el cual indica los niveles de diversidad de especies en el sitio de estudio, para esto se basa en el modelo de la serie logarítmica de distribución de abundancia de las especies (Fisher *et al.* 1943):

$$S = \alpha_e \ln(1 + N/\alpha)$$

Donde

S= Número total de especies

N= Número total de individuos

$\ln$ = Logaritmo natural

$\alpha$ = Índice de diversidad

El valor de alfa se calcula a partir de la serie logarítmica:

$$\alpha = N(1 - x) / x$$

Donde:

x=Parámetro a ajustar para igualar ambos lados de la ecuación.

Éste índice tiene en cuenta el esfuerzo de muestreo, por eso se realizó una curva de acumulación de especies, tomando el número de días como unidad de esfuerzo de muestreo. Para eliminar el efecto del orden en que se adicionaron las muestras se realizó una aleatorización de 1000 veces (Pérez-Torres 2004). La curva fue ajustada a los modelos de Clench y dependencia lineal, con el fin de obtener una estimación del número esperado de especies (Soberón & Llorente-Busquets 1993):

Modelo de Clench:  $s(x) = (ax) / (1 + bx)$

Modelo de dependencia lineal:  $s(x) = (ab) x (1 - e^{-bx})$

Donde:

a y b son parámetros de modelo

x= Número acumulado de especies esperado en x muestras

s(x)= Número de especies esperado en x muestras

e=Constante base del logaritmo natural igual a 2.72

El modelo de Clench asume que la probabilidad de adicionar nuevas especies a la lista disminuye con el número de especies que ya se han registrado, pero se incrementa con el tiempo (Moreno & Halffer 2000). El modelo de dependencia lineal se basa en que el número de especies que se han colectado disminuye linealmente a medida que el esfuerzo de muestreo se incrementa. Para ambos modelos la asíntota

del número esperado de especies es calculada como  $a/b$  (Soberón & Llorente-Busquets 1993).

La diversidad se analizó en términos de dominancia y equidad de semillas. La dominancia se calculó a través del índice de Simpson y la equidad a través del índice de Shannon-Wiener. Se utilizó el programa EstimateSWin752 para calcular ambos índices.

El índice de Simpson, tiene en cuenta la probabilidad de que dos individuos tomamos al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie (Magurran 2004):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

$p_i$  = Abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Éste índice se calculó para observar la representatividad de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de los aulladores en el lugar de estudio.

El índice de Shannon-Wiener, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, para esto asume que estos individuos son seleccionados al azar y que en la muestra están representadas todas las especies (Magurran 2004).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$S$  = número de especies

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$

$n_i$ =número de individuos de la especie  $i$

$N$ =número de todos los individuos de todas las especies

Éste índice se calculó para observar la diversidad de especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal del aullador, para esto se tuvo en cuenta la abundancia de las semillas encontradas.

#### 5.4.2. Abundancia relativa de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal

La abundancia relativa se expresó como el número de muestras de materia fecal que tenían una especie de semilla en particular.

#### 5.4.3. Capacidad de germinación de las semillas

##### 5.4.3.1. Índice de la capacidad de germinación

Éste índice permite expresar el porcentaje del total de semillas germinadas al final de la prueba con respecto al número de semillas que se pusieron a germinar. De esta manera se evalúa la capacidad de germinación de las semillas ingeridas por los aulladores en los fragmentos de estudio (Peña 2005):

$$GC = \left( \frac{SG}{SS} \right) \cdot 100$$

Donde:

$GC$ = Capacidad de germinación de las semillas

$SG$ =Número total de semillas germinadas al final de la prueba

$SS$ = Número de semillas sembradas

Adicionalmente se calculó el tiempo necesario para alcanzar el 50% de las semillas germinadas ( $T_{50}$ ). Debido a que el tiempo de germinación que se le aplicó a las semillas de las muestras de materia fecales y colecta manual no fue el mismo, no se realizaron pruebas estadísticas para ver si había diferencias significativas.

#### 5.4.4. Rarefacción

Debido a que no se colectaron el mismo número de muestras de materia fecal en cada uno de los grupos de *A. seniculus*, se realizó un análisis de rarefacción el cual permite hacer comparaciones del número de especies, cuando el tamaño de las muestras no es igual, tomando el tamaño de la muestra más pequeña, dejando a un lado las muestras de mayor esfuerzo de muestreo (Moreno 2001):

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N-N_i)^n}{N^n}$$

Donde:

$E(S)$ = Número esperado de especies

$N$ = Número total de individuos en la muestra

$N_i$ = Número de individuos de la  $i$ ésima especie

$n$ = tamaño de la muestra estandarizado

#### 5.4.5. Índice de similitud de Jaccard

Éste índice expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Se realizó con el fin de mostrar el grado de similitud que presentaban los grupos de aulladores en cada uno de los fragmentos, teniendo en cuenta las especies de semillas que compartían (Magurran 2004, Baev & Penev 1995 y Pielou 1975). Para éste índice, los intervalos van de 0 a 1. El intervalo 0 indica que no hay especies compartidas y el intervalo 1 indica que si las hay, es decir que tienen la misma composición de especies.

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde

a= Número de especies presentes en el sitio A

b= Número de especies presentes en el sitio B

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

## 6. Resultados

### 6.1. Composición de los grupos de *A. seniculus* presentes en el área de estudio

Para cada fragmento se registró el número de grupos y su composición teniendo en cuenta número de individuos sexo y edad (Tabla 1). La composición de los grupos y el número de individuos varió en cada uno de los fragmentos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición de los grupos de *Alouatta seniculus* presentes en el área de estudio (Basado en obs. pers. y datos no publicados Carretero-Pinzón). (M.A=Machos Adultos, H.A=Hembras Adultas, M.S=Machos Sub-adultos, M.J=Machos Juveniles, H.J= Hembras Juveniles, I= Infantiles).

No. Grupo	Fragmento	H. A	M. A	M. S	M.J	H. J	I	Total
1	1	2	1	0	0	1	1	6
2	1	3	2	1	1	0	0	7
3	1	2	1	0	1	0	0	4
4	2	2	1	0	0	0	1	4
5	2	2	1	1	1	0	2	7
6	3	2	1	1	1	1	0	6
7	6	3	3	0	1	0	0	7

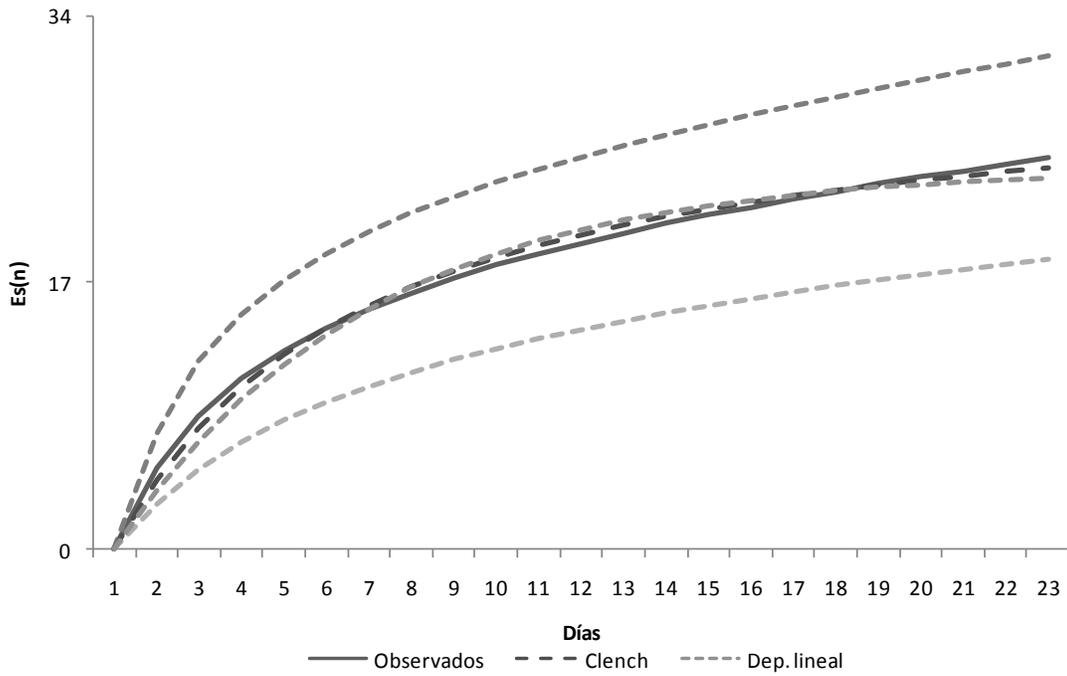
### 6.2. Dispersión

#### 6.2.1 Composición, riqueza y diversidad de especies de semilla

Se colectaron 25 especies de semillas en 35 muestras durante los 22 días de muestreo en los fragmentos de estudio. La riqueza de semillas dispersadas por los aulladores de los fragmentos estudiados y encontradas en las muestras de heces fueron las esperadas para el tiempo de estudio ( $\alpha=2.04$ ; Figura 2), se presentó una baja dominancia ( $D= 0.11$ ) y por consiguiente una alta equidad ( $J'=0.77$ ) de especies de semillas. El esfuerzo realizado durante este trabajo fue representativo para la duración de este estudio (Modelos de dependencia lineal y de Clench ( $r^2>0.95$ , Figura 2; Tabla2)), ajustándose mejor al modelo de Clench (Tabla 2).

**Tabla 2:** Modelos de Dependencia lineal y Modelo de Clench

Modelo	R <sup>2</sup>	Representatividad
Clench	0.99676831	80.996
Dependencia lineal	0.97532992	102.741



**Figura 2.** Curva de esfuerzo de muestreo durante el periodo de estudio 2009. Las líneas negras punteadas representan los intervalos de confianza del 95%. (Es(n)=Número esperado de especies)

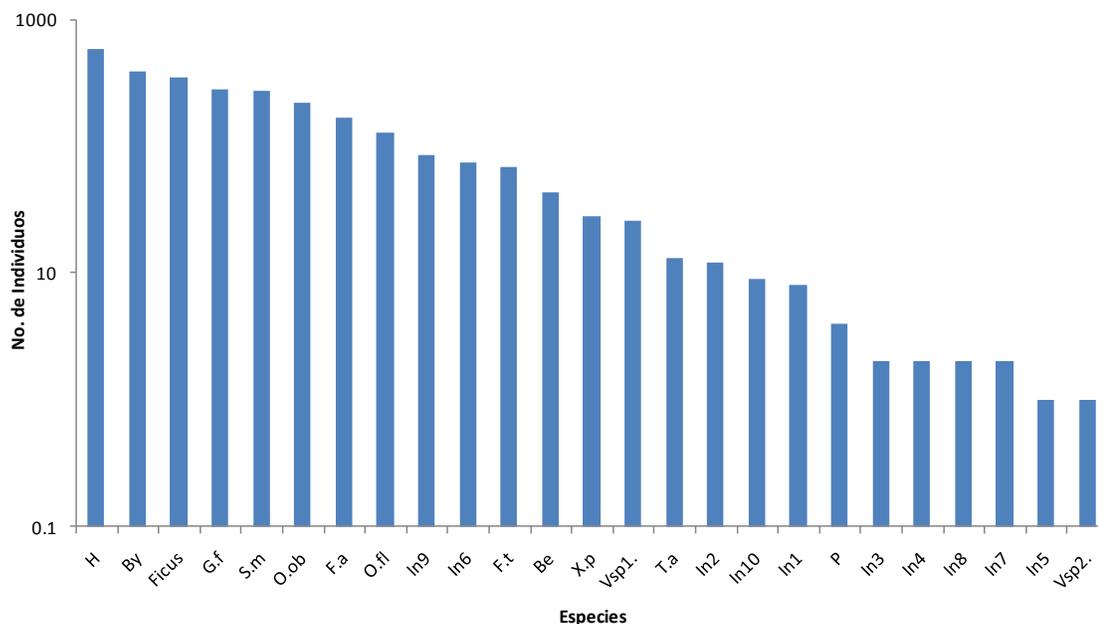
### 6.2.2. Abundancia relativa de semillas

Durante los meses de muestreo se colectaron 35 muestras de materia fecal de los 7 grupos de *Alouatta seniculus* en los fragmentos de estudio. Se encontró un total de 2780 semillas correspondientes a 25 especies de semillas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Especies encontradas en las muestras de materia fecal de *Alouatta seniculus*.

No. Colección	Genero	Especie	Familia	Abundancia	Frecuencia
MCG001	Bellucia	<i>Bellucia</i> sp.	Melastomataceae	43	6
MCG002	Indet 1			8	1
MCG003	Byrsonima	<i>Byrsonima</i> sp.	Malpighiaceae	391	12
MCG004	Trattinnickia	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>aspera</i>	Burseraceae	13	4
MCG005	Protium	<i>Protium</i> sp.	Burseraceae	4	1
MCG006	Ficus	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	343	11
MCG007	Indet 2			12	2
MCG008	Guatteria	<i>Guatteria ferruinea</i>	Annonaceae	283	19
MCG009	Indet 3			2	2
MCG010	Virola	<i>Virola</i> sp.	Myristicaceae	26	3
MCG011	Indet 4			2	1
MCG012	Indet 5			1	1
MCG013	Virola	<i>Virola</i> sp.2	Myristicaceae	1	1
MCG014	Hyeronima	<i>Hyeronima</i> sp.	Euphorbiaceae	588	20
MCG015	cf. <i>Ocotea</i>	<i>Ocotea floribunda</i>	Lauraceae	127	15
MCG016	cf. <i>Ocotea</i>	<i>Ocotea oblonga</i>	Lauraceae	222	16
MCG017	Indet 6			74	1
MCG018	Xylopi	<i>Xylopi polyantha</i>	Annonaceae	28	3
MCG019	Indet 7			2	2
MCG020	Schefflera	<i>Schefflera moratonini</i>	Araliaceae	275	13
MCG021	Indet 8			2	1
MCG022	Indet 9			86	3
MCG023	Indet 10			9	1
MCG024	Ficus	<i>Ficus americana</i>	Moraceae	169	9
MCG025	Ficus	<i>Ficus</i> cf. <i>trigonata</i>	Moraceae	69	2
				<b>2780</b>	

Las especies más abundantes encontradas en las muestras de materia fecal de los aulladores fueron *Hyeronima* sp., *Byrsonima* sp., *Ficus* sp., *Guatteria ferruinea* y *Schefflera moratonini*. Sin embargo, no todas estas especies fueron las más frecuentes dentro del muestreo (Tabla 3). *Hyeronima* sp. fué la especie de semilla más abundante de todo el muestreo seguido de *Byrsonima* sp. con porcentajes de 21.15% y 14.06%, respectivamente. Las especies menos abundantes en el muestreo fueron Indet5 y *Virola* sp.2. con 0.035% cada una (Figura 3). La familia Moraceae fue la más representativa con tres especies de *Ficus*, seguido de las familias Lauraceae (*Ocotea oblonga* y *Ocotea floribunda*), Annonaceae (*Xylopi polyantha* y *Guatteria ferruinea*) y Burseraceae (*Trattinnickia* cf. *aspera* y *Protium* sp.; Figura 3).



**Figura 3.** Curva Rango-Abundancia de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*. (H=*Hyeronima* sp., By=*Byrsonima* sp., G.fe=*Guatteria ferruinea*, S.m=*Schefflera moratonini*, O.ob=*Ocotea oblonga*, F.a=*Ficus americana*, O.fl=*Ocotea floribunda*, In9=Indet9, In6=Indet6, F.t=*Ficus trigonata*, Be=*Bellucia* sp., X.p=*Xylophia polyantha*, Vsp1.=*Virola* sp.1, T.a=*Trattinnickia cf. aspera*, In2=Indet2, In10=Indet10, In1=Indet1, P=*Protium* sp., In3=Inde3, In4=Indet4, In8=Indet8, In7=Indet7, In5=Indet5, Vsp2.=*Virola* sp.2.)

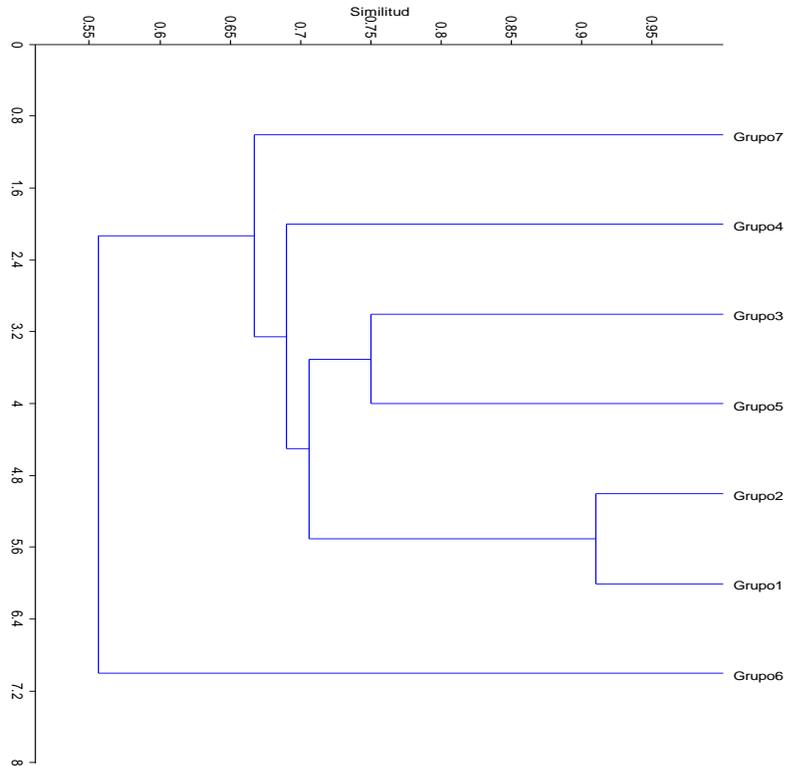
### 6.2.3. Especies de semillas dispersadas entre fragmentos y entre grupos de *A. seniculus*.

Se encontró un mayor número de especies de semillas en las muestras de los grupos 4 y 5 correspondientes al Fragmento 2 con un total de 19 y 14 especies de semillas respectivamente. Seguido de los grupos 3 (Fragmento 1) y 7 (Fragmento 6) con 13 y 12 especies de semillas respectivamente (Tabla 4). Las especies de semillas pertenecientes a las familias Euphorbiaceae (*Hyeronima* sp.), Lauraceae (*Ocotea oblonga* y *Ocotea floribunda*), Moraceae (*Ficus americana*), fueron encontradas en todas las muestras de materia fecal de los grupos de estudio. Se observó que en las muestras fecales de los grupos de aulladores hubo un bajo número de especies de semillas respecto a la totalidad de las semillas registradas en los fragmentos correspondientes (Tabla 4).

**Tabla 4.** Semillas dispersadas entre grupos de estudio de *Alouatta seniculus* y entre fragmentos.

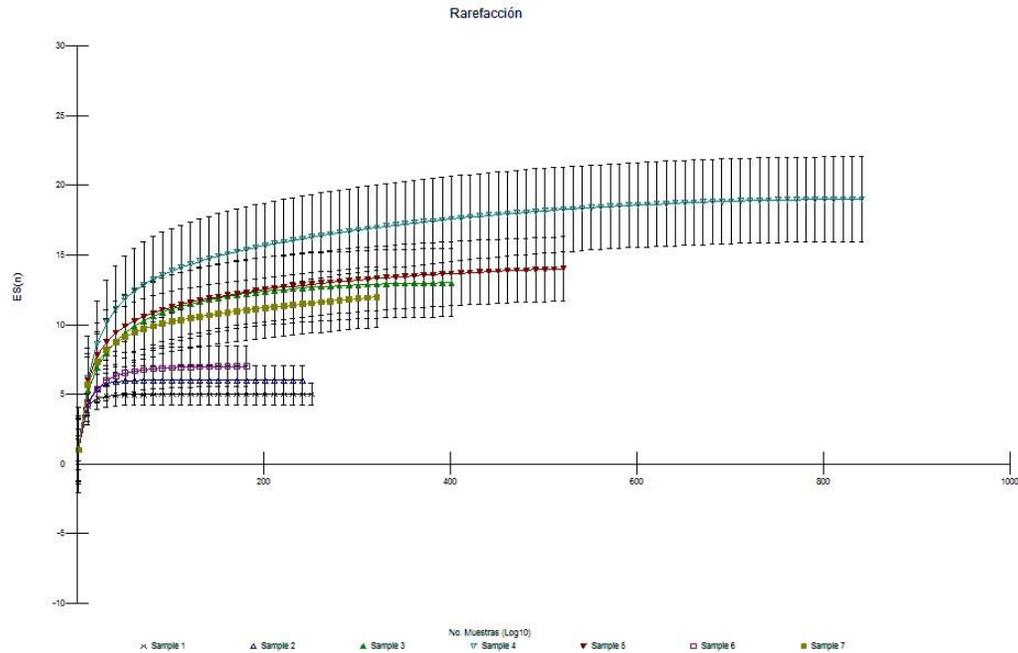
Genero	Especie	Familia	F1		F1	F2		F2	F3	F6
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	
Bellucia	<i>Bellucia</i> sp.	Melastomataceae			X	X	X			
Indet 1					X					
Byrsonima	<i>Byrsonima</i> sp.	Malpighiaceae		X	X	X	X			X
Trattinnickia	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>aspera</i>	Burseraceae			X		X	X		
Protium	<i>Protium</i> sp.	Burseraceae			X	X				
Ficus	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae			X	X	X	X	X	X
Indet 2						X			X	X
Guatteria	<i>Guatteria ferruinea</i>	Annonaceae	X	X	X	X	X	X		X
Indet 3							X			
Virola	<i>Virola</i> sp.	Myristicaceae				X			X	X
Indet 4						X				
Indet 5										X
Virola	<i>Virola</i> sp2.	Myristicaceae								X
Hyeronima	<i>Hyeronima</i> sp.	Euphorbiaceae	X	X	X	X	X			X
cf. <i>Ocotea</i>	<i>Ocotea floribunda</i>	Lauraceae	X	X	X	X	X			X
cf. <i>Ocotea</i>	<i>Ocotea oblonga</i>	Lauraceae	X	X	X	X	X		X	X
Indet 6						X				X
Xylopia	<i>Xylopia polyantha</i>	Annonaceae			X	X				
Indet 7						X				
Schefflera	<i>Schefflera moratonini</i>	Araliaceae			X	X	X		X	X
Indet 8						X				
Indet 9						X	X			
Indet 10							X			
Ficus	<i>Ficus americana</i>	Moraceae	X	X	X	X	X		X	
Ficus	<i>Ficus</i> cf. <i>trigonata</i>	Moraceae				X	X			
<b>Total sp.</b>			<b>5</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	
<b>No. Muestras</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	
<b>sp. en Fragmento</b>				<b>59</b>			<b>30</b>		<b>11</b>	<b>56</b>

Las especies de semillas dispersadas por los Grupos 1 y 2 fueron similares (90%), con un total de 5 especies pertenecientes a las familias Annonaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae y Moraceae, seguida de los grupos 3 y 5 (75%). El grupo 6 presentó una baja similitud (55%) respecto a los demás grupos debido a las especies de semillas encontradas en las muestras de éste grupo (Figura 4).



**Figura 4.** Comparación del grado de similitud de las especies de semillas dispersadas por los grupos de *A. seniculus*.

Por último, al comparar entre los grupos se encontró que el grupo en el que más semillas tenía en las muestras de materia fecal fue el grupo 4, donde las especies de semillas esperadas fue similar a la obtenida (Figura 5; Tabla 4). Al comparar se tomó las muestras del grupo 6 como base para la comparación, debido a que fue el grupo con menor número de muestras. Al extrapolar los datos se observó que el grupo 4 fue diferente respecto a los demás debido a que era el que más especies de semillas se esperaba por número de muestras (Figura 5).



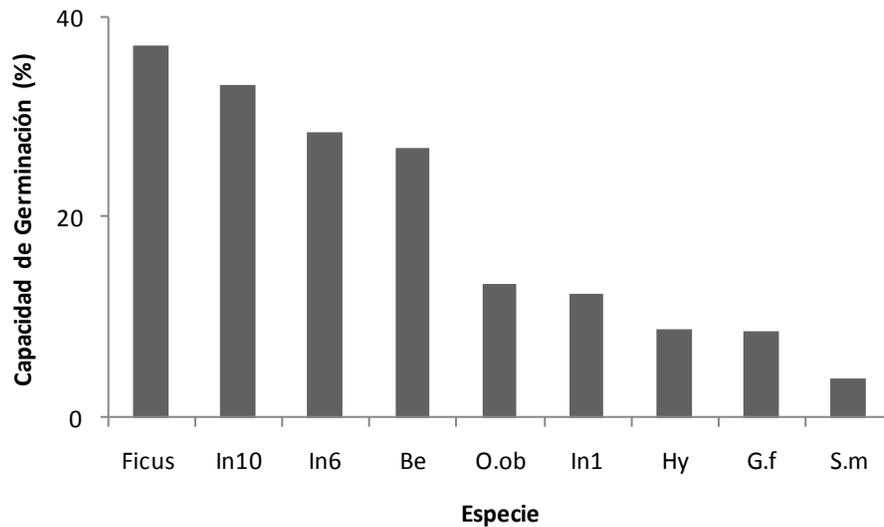
**Figura 5.** Comparación del número esperado de especies de semillas en cada uno de los grupos de *A. seniculus*.

### 6.3. Germinación

Al poner germinar las semillas extraídas de las muestras de materia fecal y las semillas colectadas manualmente, se observó que si había diferencias en su capacidad y tiempo de germinación.

#### 6.3.1. Capacidad de germinación (CG) de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*

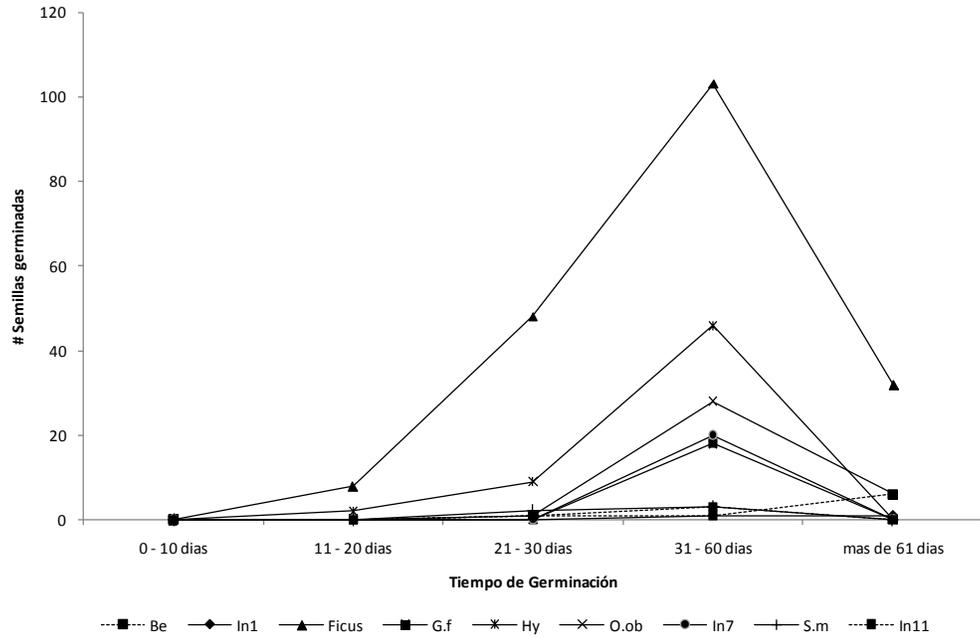
La mayor capacidad de germinación se encontró para *Ficus* sp. y para Indet10 con 37,18% y 33.3%, respectivamente. Estos índices corresponden a semillas de un tamaño <1mm (Anexo 2). La menor capacidad de germinación se encontró para, *Hyeronima* sp., *Guatteria ferruinea* y *Schefflera moratonini* con 8.87%, 8.61% y 4%, respectivamente (Figura 6). De las 25 especies de semillas, solamente 9 especies llegaron a germinar durante la fase de laboratorio.



**Figura 6.** Porcentaje de la capacidad de germinación (CG) de las especies encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*. (Las abreviaciones de las especies son las mismas que en la Figura 3).

### 6.3.2. Tiempo de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*.

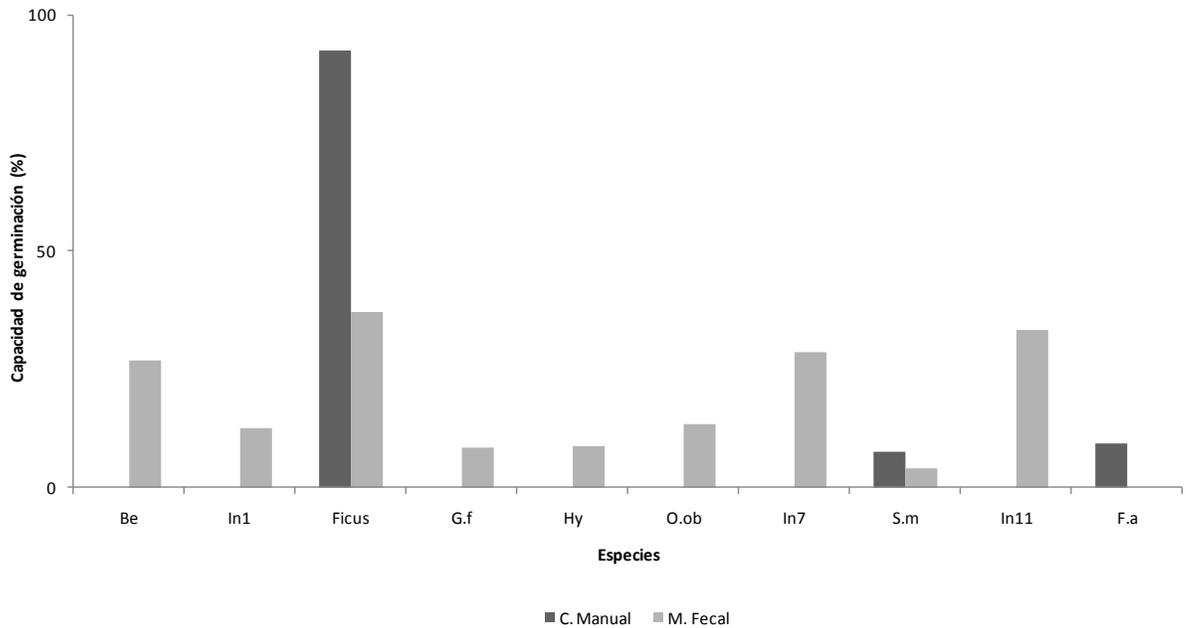
Las semillas de *Ficus* sp. dispersadas por *A. seniculus* empezaron a germinar en un periodo de 11-20 días continuando su germinación hasta por más de 60 días (Figura 7). Seguida de *Hyeronima* sp. con un tiempo de germinación superior a 21 días y 31 días para Indet6 y *Ocotea oblonga*. El resto de semillas dispersadas por los grupos de aulladores de este estudio presentaron al parecer tiempos de germinación superiores a 61 días. (Figura 7). Entre los 31-60 días las especies de semillas de *Ficus* sp., *Hyeronima* sp., *Ocotea oblonga*, Indet7 y *Guatteria ferruinea* tuvieron su mayor pico de germinación contrario a lo que sucedió con Indet11, que presentó un pico de germinación en un periodo de más de 61 días. (Figura 7).



**Figura 7.** Tiempo de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*. (Las abreviaciones de las especies son las mismas que en la Figura 3).

### 6.3.3. Comparación de la Capacidad de germinación (CG)

Al comparar la capacidad de germinación de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* respecto a las semillas colectadas manualmente se observó que en general, la mayor capacidad de germinación la presentaron las semillas encontradas en las muestras de materia fecal. Sin embargo, los porcentajes de la capacidad de germinación fueron superiores para las semillas de *Ficus* sp., *Schefflera moratonini* y *Ficus americana* colectadas manualmente con porcentajes de 92,5 %, 7.61 % y 9.32 %, respectivamente (Figura 8).



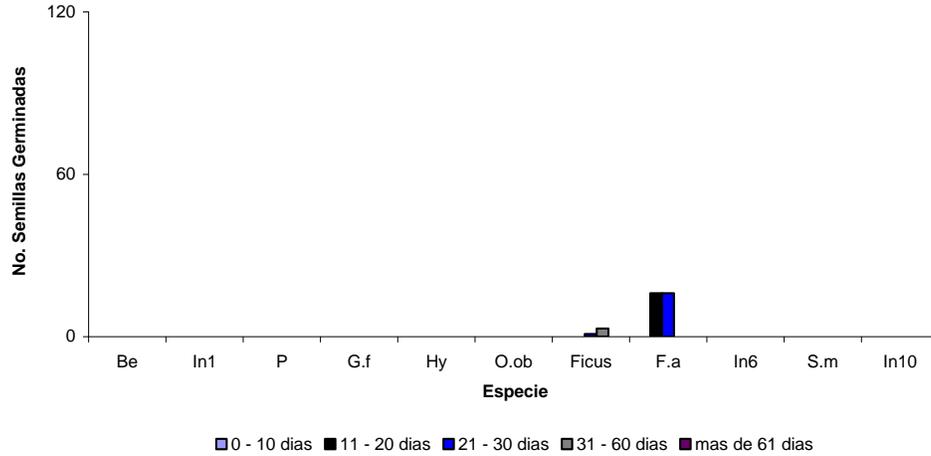
**Figura 8.** Comparación de la Capacidad de Germinación (CG) de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* y de las especies de semillas colectadas manualmente. (C. Manual=Colecta Manual, M. Fecal=Materia Fecal; las abreviaciones de las especies son las mismas que en la Figura 3).

#### 6.3.4. Comparación del Tiempo de germinación de las semillas

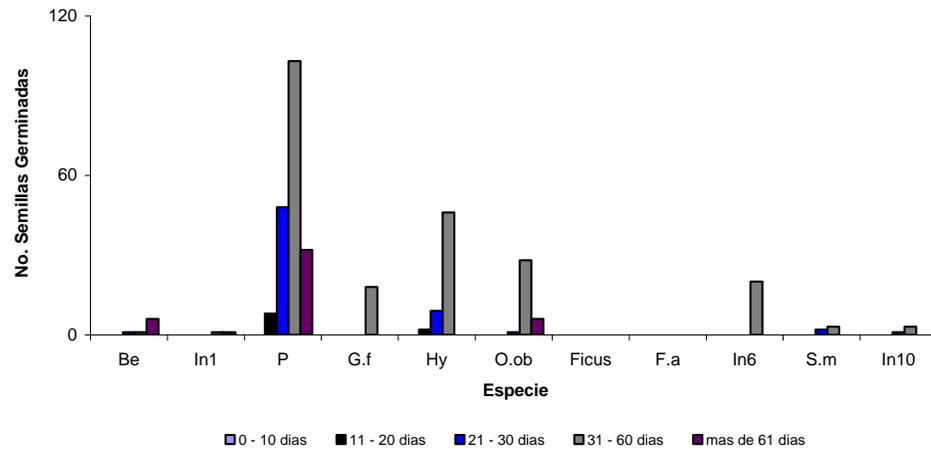
Al realizar la comparación de los tiempos de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* con las semillas colectadas manualmente, se encontró que el menor tiempo de germinación para las especies *Ficus* sp. y *Ficus americana* fue en un periodo de 11-20 días. Estas mismas especies se encontraron en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*, sin embargo en estas muestras no germinaron (Figura 9).

Las especies *Protium* sp., *Hyeronima* sp. encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* germinaron en un periodo de 21-30 días mientras que las semillas de colecta manual no germinaron. Las semillas pertenecientes a Indet6 y Indet10 germinaron únicamente en muestras de materia fecal en tiempos de 31-60 días (Figura 9).

### Colecta Manual



### Materia Fecal



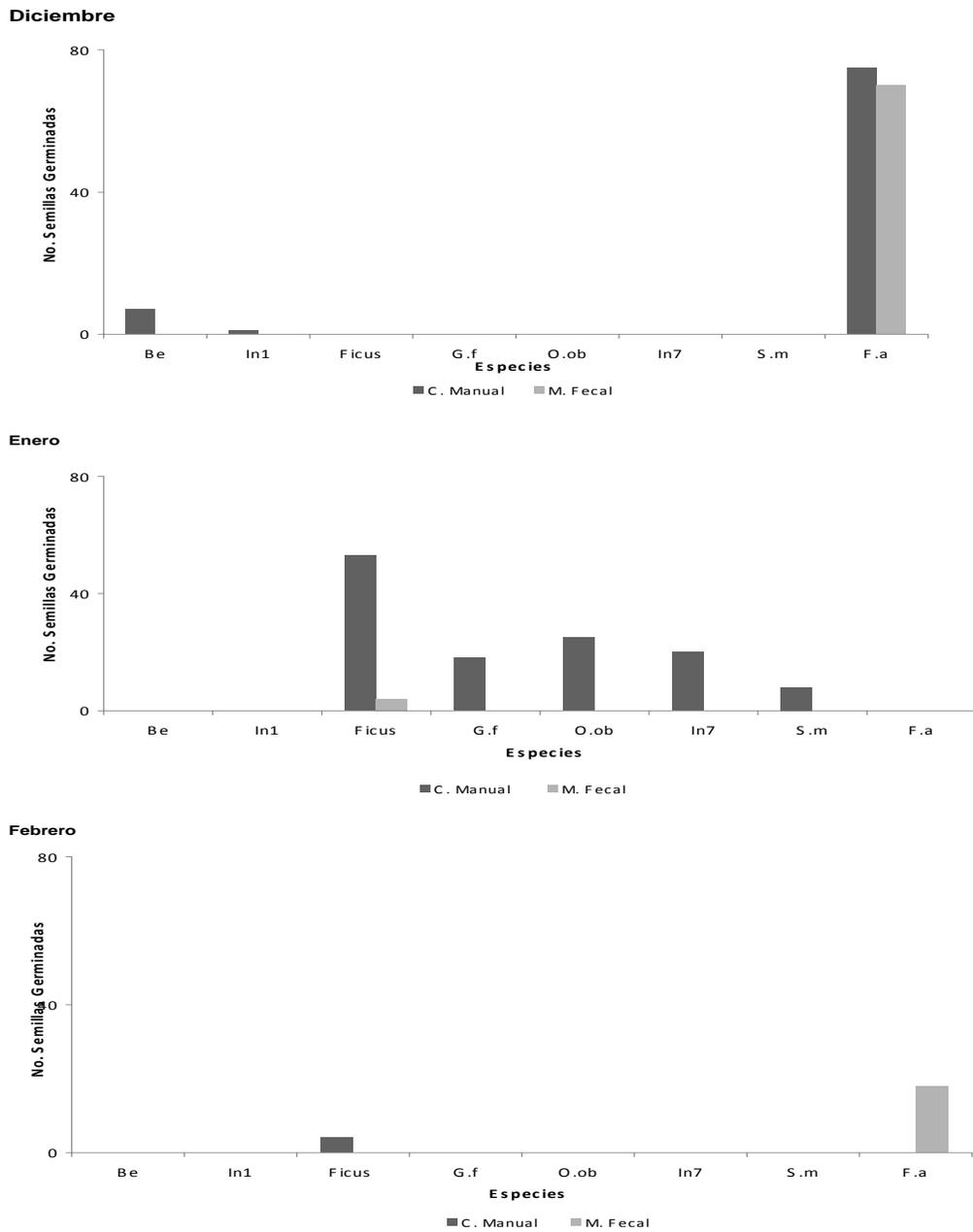
**Figura 9.** Comparación de Tiempo de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* con semillas de colecta manual. (Las abreviaciones de las especies son las mismas que en la Figura 3).

#### 6.3.5. Comparación del número de semillas germinadas.

Al comparar el número de semillas germinadas de las especies encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus* respecto a las semillas colectadas manualmente, se observó que en el mes de Diciembre *Ficus americana* germinó tanto

de las semillas encontradas manualmente como de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal (Figura 10).

Para el mes de Enero germinaron más semillas colectadas manualmente respecto a las semillas encontradas en las muestras de materia fecal (Figura 10). En Febrero germinaron las especies *Ficus americana*, *Guatteria ferruinea*, *Ocotea oblonga*, Indet7 y *Schefflera moratonini* encontradas únicamente en las muestras de materia fecal. Las semillas de *Ficus* sp., germinaron tanto de las semillas colectadas manualmente como de la semillas encontradas en las muestras de materia fecal de la especie de estudio (Figura 10).



**Figura 10.** Comparación del número de semillas germinadas de las muestras de materia fecal de *A. seniculus* con semillas de colecta manual. (C.Manual=Colecta Manual, M.Fecal=Materia Fecal). (Las abreviaciones de las especies son las mismas que en la Figura3)

## 7. Discusión

### 7.1. Composición de los grupos de *A. seniculus* presentes en el área de estudio

Se sabe que la composición de los grupos puede afectar la cantidad de semillas dispersadas en términos del número de especies de semillas debido a que el tamaño del grupo puede ser afectado por la disponibilidad de recursos (Welker 2004).

Sin embargo, los grupos de estudio no presentaron modificaciones al comparar la composición de los individuos con un estudio realizado por Escudero (2004), en este mismo sitio de muestreo. Es probable que el hecho de haber encontrado diferencias en cuanto al número de semillas dispersadas por los grupos se deba a la época de estudio y a la disponibilidad de recursos en cada uno de los fragmentos en ese momento. Sin embargo, no se sabe con exactitud debido a que no se tienen los datos para corroborarlo, aunque para años anteriores los meses de sequía han sido meses de baja producción de frutos en algunos de los fragmentos estudiados (Carretero 2008).

### 7.2. Dispersión

#### 7.2.1. Composición, riqueza y diversidad de especies

La riqueza de especies de semillas dispersadas por *Alouatta seniculus* encontradas en este estudio fue alta respecto a lo encontrado por Ramos (2008), para una de las fincas de este estudio (Santa Rosa: 9 especies), así mismo se pudo observar una baja dominancia de las especies y por consiguiente una alta equidad de especies en el sitio de muestreo. Además, Ramos (2008) encontró que el número total de semillas dispersadas fue mayor (194.534 semillas) respecto a este trabajo (2780 semillas). Sin embargo las variaciones encontradas en ambos estudios pueden indicar una diferencia en la época así como también en los días de muestreo. Por otro lado, las especies de semillas dispersadas por los aulladores en el Cañón del río Barbas (Quindío, De La Cruz 2008) para un bosque altoandino, presento una riqueza intermedia entre este estudio y lo reportado por Ramos (2008), 14 especies. Así mismo, el número de semillas encontradas en las muestras fue intermedio (16.462

semillas). Las diferencias observadas entre estos estudios se deben a varios factores como la disponibilidad de recursos, época de producción del recurso respecto a la época de muestreo, elevación del sitio de estudio así como también tamaño del fragmento (Gentry 1980 y Stevenson & Aldana 2008).

#### 7.2.2. Abundancia relativa de semillas

De las 9 especies de semillas encontradas por Ramos (2008; Anexo 6), solamente 6 especies pertenecientes a las familias Burseraceae, Annonaceae, Malpighiaceae y Melastomataceae fueron similares a las encontradas durante este estudio. Esto se debe a que el estudio realizado por Ramos (2008) fue realizado a finales de la época de lluvias que presenta un pico de producción de frutos mayor respecto a lo que se ha observado para la época seca (Carretero 2008). Además, la producción de frutos en los bosques tropicales es limitada por la lluvia y la sequía (Gentry 1982).

El género más dominante encontrado en las muestras de materia fecal de los aulladores de éste estudio fue *Ficus*, con tres especies (*Ficus americana*, *Ficus* cf. *trigonata* y *Ficus* sp.). Varios estudios han reportado que los aulladores son grandes consumidores y por tanto importantes dispersores de semillas de *Ficus* (Coates-Estrada & Estrada 1986, Estrada & Coates-Estrada 1991 y Serio-Silva & Rico-Gray 2002). Sin embargo en el estudio realizado por Ramos (2008) no se encontró ninguna semilla perteneciente al género *Ficus*. Esto no puede deberse a la producción y patrón de fructificación de esta especie, ya que este género puede fructificar en todos los meses del año como estrategia para garantizar su dispersión, respondiendo probablemente a presiones selectivas en la relación floración-fructificación, contrario a lo que pasa con otras especies presentes en los bosques neotropicales (Milton *et al.* 1982). Además, el estudio realizado por Ramos (2008) se basa en las especies dispersadas por un solo grupo de *A. seniculus* en el área, mientras que en este trabajo se tienen en cuenta las semillas dispersadas por más grupos de la especie en la misma zona. Otros estudios reportan que los aulladores consumen frutos del género *Ficus*

cuando otras especies de planta no están disponibles o en producción debido a la estacionalidad (Gaulin *et al.* 1980 y Sekulic 1982a).

Muchos de los géneros encontrados por Ramos (2008) en las muestras de materia fecal fueron los mismos encontrados en este estudio, confirmando que el género *Alouatta* es muy selectivo en cuanto a las especies que consume. Estudios realizados por Milton (1980) en *A. palliata* confirman lo anterior. Las especies *Byrsonima* sp., *Guatteria ferruinea*, *Bellucia* sp., *Trattinickia aspera*, y *Protium* sp., fueron las especies compartidas por los dos estudios. Se encontró que estas especies fueron igual de abundantes teniendo una alta significancia en la dieta del aullador.

Al comparar las especies encontradas en las muestras fecales de *A. seniculus* en este estudio con las especies de frutos reportadas como consumidas por esta especie en el mismo sitio de estudio se observaron algunas diferencias. Beltrán (2005), observó un alto consumo de 18 especies, en donde las especies más consumidas pertenecieron a los géneros *Trattinickia*, *Bellucia*, *Protium*, *Virola* y un bajo consumo de *Ficus*, respecto a las anteriores. De los 19 géneros reportados por Beltrán (2005; Anexo 6), solamente 5 géneros se encontraron en las muestras fecales de los aulladores de este estudio. Estas especies fueron poco consumidas por los grupos de aulladores, dándole preferencia a las especies del género *Ficus* contrario a lo que se observó en el estudio de Beltrán (2005). En un estudio realizado por Escudero (2004; Anexo 6) en la misma zona (Finca Santa Rosa), se observó un alto consumo de las especies pertenecientes a la familia Burseraceae con tres especies de *Protium*, similar a lo encontrado por Beltrán (2005), seguida de la familia Moraceae con una especie de *Ficus*. En total se registraron 12 especies consumidas pertenecientes a 9 familias y 10 géneros, de las cuales solamente 5 géneros fueron similares a los encontrados en este estudio. La especie más consumida por los grupos de aulladores encontrada en los 4 fragmentos de estudio fue *Pera* cf. *arbórea* (Euphorbiaceae) sin embargo, durante los meses de este estudio no se encontró dicha especie en las muestras de materia fecal colectadas. Durante un estudio realizado el mismo año por Aldana (2005) encontró 85 especies diferentes de plantas, en donde una de las especies más abundantes era *Pera arbórea*, así como también *Protium*

*heptahyllum*, y *Xylopia poliantha*, especies no representadas en las muestras colectadas en este estudio.

La especie más abundante en éste estudio fue *Ocotea oblonga*, la cual no fue registrada en el estudio de Escudero (2005), probablemente debido a que no estaba disponible durante la época de ese estudio. Es probable que muchas de las especies de semillas registradas para este estudio, no se encontraran en el estudio realizado por Escudero (2004), ya que solamente tomó en cuenta un grupo por fragmento debido al tipo de estudio realizado así como también a los fragmentos de estudio, donde de los cuatro fragmentos de estudio solamente tres (Finca Santa Rosa) coinciden con los de este estudio.

#### 7.2.2.1. Especies de semillas dispersadas entre fragmentos y entre grupos de *A. seniculus*

Los grupos de aulladores dispersaron pocas especies respecto al número registrado por fragmento. El hecho de que no consumieran muchas de las especies presentes en los fragmentos pudo ser debido a la selectividad que presentan en la dieta, o al hecho de que consumieran las especies que estuvieran fructificando en el momento del muestreo (época seca).

Se observó que algunas de las especies encontradas en las muestras de materia fecal de los grupos no se encontraban registradas para cada uno de los fragmentos. Probablemente pudo haberse dado debido a que al momento de hacer la composición florística de algunos de los fragmentos de la zona muchas de las especies no presentara frutos y por consiguiente, no fueran registradas. (Carretero, Comp. Pers).

Al momento de comparar el número de especies de semillas por grupos se observó una gran similitud entre los grupos 1 y 2 probablemente debido a que los dos grupos pertenecen al mismo fragmento (Fragmento1) y por tanto la composición florística es muy similar, compartiendo cinco especies de semillas, mientras que el grupo 6 no presentó similitud respecto a ninguno de los grupos de aulladores, probablemente debido a que la composición florística del fragmento es diferente a la de los demás (Anexo 4).

Se observó también que el tamaño de los fragmentos también pudo influir en los resultados obtenidos respecto al número de las muestras de materia fecal colectadas, ya que se ha encontrado que el tamaño de los fragmentos puede limitar el tamaño de las poblaciones de plantas y animales (Stevenson & Aldana 2008). Así mismo se pudo concluir que las diferencias también pudieron ser debidas a la diferencia en la composición florística que presentaba cada uno de los fragmentos y la estacionalidad en la producción de frutos en la zona (Carretero 2008). Se ha visto que la estacionalidad en la producción de hojas y frutos son factores que afectan la dieta de las especies de este género (Milton 1980, Gaulin & Gaulin 1982, Braza *et al.* 1983, Estrada & Coates-Estrada 1984, Julliot & Sabatier 1993, Julliot 1996 y Stevenson *et al.* 2000).

A pesar de que los grupos de aulladores no dispersaran numerosas especies de semillas por fragmento, se encontró que muchas de las especies que dispersó son especies importantes y necesarias en los fragmentos de bosque de estudio, en donde las especies más abundantes dispersadas corresponden a especies originarias de los bosques tropicales y algunas indicadoras ecológicas (*Guatteria* sp.; Erkens *et al.* 2000). En el caso de *Ficus* sp. es una de las especies más dominantes y claves de los bosques tropicales debido a que representan una fuente de recurso, así como también un lugar de refugio, en tiempos de escasez de otras especies (Terborhg 1986 y Mckey 1989), siendo una de las especies particularmente importantes en la dieta de los aulladores (Coates-Estrada & Estrada 1986 y Estrada & Coates-Estrada 1991). Los procesos de dispersión llevados a cabo por los aulladores respecto a esta especie son importantes a la hora de hablar de regeneración de la dinámica de los bosques (Serio-Silva & Rico-Gray 2002).

La diferencia en el número de muestras encontradas en los grupos de aulladores del fragmento 2 pudo ser debida al tamaño del fragmento (es el fragmento de estudio más grande). Este fragmento se encuentra dividido en dos partes, en la primera parte está el grupo 4 (ubicado en la finca Santa Rosa) y en la segunda parte el grupo 5 (ubicado en la finca Doña Estela). Estas diferencias pudieron ser debidas al manejo que se le tiene a cada una de las fincas en donde, la primera finca esta menos expuesta a la extracción de madera y pisoteo frente a la segunda. La composición

florística del lugar puede cambiar debido a la intervención que presente (Stevenson & Aldana 2008).

### 7.3. Germinación

#### 7.3.1. Capacidad de germinación (CG) de las especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*.

Estudios realizados en *A. palliata*, afirman que el hecho de encontrar muchas semillas de *Ficus* sp. (Anexo 5) depositadas en las heces, incrementa el éxito de germinación de muchas de las semillas de éste género (De Figueiredo 1993, Serio-Silva & Rico-Gray, datos no publicados). Así mismo mencionan que la capacidad de germinación de la semilla es mejorada y generalmente no sufre daños a través del paso por el tracto digestivo.

El hecho de que las demás especies de semillas encontradas en las muestras de materia fecal del aullador tuvieran capacidades de germinación tan bajas, puede ser atribuido a diversos factores. La naturaleza de la corteza de la semilla, la fisiología, la especie de planta a la cual corresponda la semilla, la capacidad de la semilla para sobrevivir a la digestión dentro del tracto digestivo, así como también al tipo de dormancia o latencia de las semillas pueden influir en la capacidad de germinación de la semilla (Lieberman & Lieberman 1986).

El paso de las semillas por el tracto digestivo puede aumentar la tasa de germinación de muchas especies de semillas (Anexo 5), debido a que la digestión parcial o abrasión mecánica que sufren las capas impermeables de las semillas provoca muchas veces la rotura de los periodos de latencia y dormancia de las semillas (Kramer & Kozlowski 1979). Para el caso de *A. seniculus*, se ha visto que el paso por el tracto digestivo incrementa las tasas de germinación y rompe los periodos de latencia de algunas especies de las semillas que consumen (Stevenson 2001). Así mismo, se ha visto que tienen un tiempo de retención de la semilla en el tracto digestivo mucho mayor (20 horas; Andresen 1999) que primates más frugívoros como *Lagothrix* y *Ateles*, influyendo positivamente en la capacidad de germinación y en los periodos de latencia (Milton 1984). Sin embargo, estos mismos factores pueden ocasionar en algunas semillas inhibición del crecimiento, pérdida de la

viabilidad e incluso muerte de las semillas (Kramer & Kozlowski 1979). Realmente la capacidad de germinación depende fuertemente de la naturaleza de la semilla, ya que algunas especies de semillas pueden llegar a germinar mucho más rápido sin necesidad de la ingestión por parte de los primates (Kramer & Kozlowski 1979).

### 7.3.2. Tiempos de germinación de las semillas encontradas en las muestras de materia fecal de *A. seniculus*.

Los tiempos de germinación observados en este estudio (11 – 20 días) para las semillas de *Ficus* son similares a lo encontrado por Serio-Silva & Rico-Gray (2002) en *A. palliata*, quienes encontraron que las semillas de *Ficus* encontradas en las muestras de materia fecal germinaron en periodos de 9 a 11 días, cesando su tiempo de germinación en el periodo de 28-30 días. Sin embargo en este estudio se observó que continuaban su germinación hasta por más de 60 días. El hecho de que el resto de las semillas mostraran tiempos de germinación superiores puede ser atribuido a la naturaleza de cada semilla así como también al estado en el cual se encontraba, ya sea en latencia o en dormancia.

### 7.3.3. Comparación de la capacidad de germinación (CG)

Al momento de comparar la capacidad de las semillas colectadas manualmente vs. semillas de muestras de materia fecal de los aulladores, se encontró una mayor capacidad de germinación para las éstas últimas. Sin embargo hubo una capacidad de germinación más elevada para dos especies de *Ficus* (*Ficus* sp., y *Ficus americana*) y *Schefflera moratonini*, en las muestras de colecta manual. Estos resultados pueden deberse a factores como el paso y los tiempos de retención de la semilla en el tracto digestivo, favoreciendo su capacidad de germinación así como también debido al tratamiento que se le dio a la semilla de colecta manual.

Estudios realizados por Stevenson *et al.* (2001), en tres especies de primates (*Lagothrix lagothricha*, *Ateles belzebuth* y *Alouatta seniculus*), concluyeron que éstos primates afectaban la capacidad de germinación y los periodos de latencia de las semillas de varias maneras, en donde muchas de las semillas extraídas de las muestras

de materia fecal incrementaban o mantenían las tasas de germinación similar a las encontradas en las semillas control, y que en muy pocos casos redujeron el éxito de germinación. Así mismo encontró que cada primate influía de diferente manera en cada semilla, en donde por ejemplo especies del mismo género *Alouatta* sp., producían diferentes efectos sobre la germinación de las semillas consumidas.

Stevenson *et al.* (2001), afirma que la capacidad de germinación (%) de las semillas están asociadas al tipo de substrato usado por el experimento, (en este caso varío dependiendo del tamaño de la semilla). Además de las condiciones controladas a las cuales está expuesta la semilla, factores como temperatura, humedad y luz durante el experimento influyendo en la capacidad de germinación de las semillas.

#### 7.3.4. Comparación del tiempo de germinación de las semillas

Los menores tiempos de germinación fueron para las semillas de *Ficus* sp. y *Ficus americana* encontradas en las muestras de colecta manual. Estudios realizados por Serio-Silva & Rico-Gray (2002) en *A. palliata* encontraron que las semillas de las muestras de materia fecal germinaron mucho más rápido en un periodo de 9-11 días, que las semillas de colecta manual, sembradas en condiciones controladas. Las diferencias pudieron ser debido a que factores como la temperatura, la luz, y la humedad que pueden influir en la germinación de las semillas de *Ficus*. Para el caso de *A. seniculus*, Stevenson (2001) encontró que rara vez retrasan los tiempos de germinación.

Los resultados obtenidos en la comparación de la capacidad y de los tiempos de germinación de las semillas, pudo haber sido influenciado por varios factores. El tratamiento que se le dio a las semillas, así como también la selección subjetiva de las mismas a la hora de ser puestas a germinar (Stevenson 2001). Así mismo se ha comprobado que los controles tienen menor éxito de germinación respecto a las de materia fecal, debido a que muchas veces a esas semillas no se les retira la pulpa teniendo efectos nocivos sobre la semilla (Connell 1971 y Janzen 1970).

### 7.3.5. Comparación del número de semillas germinadas

Se pudo observar que en los meses de Diciembre y Febrero un bajo número de semillas germinadas respecto a Enero. Hubo un alto porcentaje para las semillas de *Ficus americana* en las dos muestras, sin embargo para Enero no germinó ninguna semilla de esta especie. El hecho de encontrar un mayor número de especies de semillas germinadas de colecta manual indicó que algunas de las especies no necesitan pasar por el tracto digestivo para germinar (Stevenson 2001)

Muchas especies de plantas se ven afectadas de una u otra forma durante los procesos de dispersión llevados a cabo por los primates (Stevenson 2001). A pesar de que los aulladores dispersaron pocas cantidades de especies de semillas respecto a las especies vegetales registradas en cada uno de los fragmentos, las especies que disperso son importantes en los bosques tropicales. Esto puede ser atribuido a la época de estudio, en donde muchas de las especies presentes no estaban en fructificación. El hecho de que germine una semilla no asegura que esta se establezca y crezca como el parental. *A. seniculus* ha sido considerado como buen dispersor de semillas, sin embargo fueron pocas las semillas que germinaron de las muestras de materia fecal. Además, según Serio-Silva & Rico-Gray (2002) las semillas dispersadas por los aulladores muchas veces son propensas a ser depositadas en sitios adecuados para la germinación y su desarrollo posterior. Esto tiene varias implicaciones a la hora de hablar de su papel como regenerador de fragmentos de bosques tropicales. Muchas veces la predación, enfermedades y competencia, que pueden influir en la dispersión efectiva realizada por estos primates. El hecho de que una semilla germine más rápido no asegura el fitness de la planta en su comunidad correspondiente (Stevenson 2001). Sin embargo menciona que este aspecto es ventajoso ya que realmente lo que ayuda a la regeneración de los bosques son las plántulas no las semillas, tomando a la germinación de la semilla desde el momento de la aparición de la radícula (Stevenson 2001).

## 8. Conclusiones

*Alouatta seniculus* dispersó 25 semillas de tamaños grandes (>1cm) y pequeños (<1cm.), dispersando especies pioneras e indicadoras ecológicas importantes en la regeneración de los fragmentos de bosque como *Ficus* y *Byrsonima*.

Se observó que la cantidad de semillas dispersadas por los aulladores estuvo influida en la disponibilidad de los recursos del bosque, así como también de la época de producción de la zona en la cual se realizó el estudio.

El efecto del paso por el tracto digestivo del aullador tiene efectos positivos sobre la capacidad y los tiempos de germinación de algunas especies específicas de semillas como, *Ficus*, *Hyeronima* y *Guatteria ferriunea*. Así mismo no todas las semillas que pasaron por el tracto digestivo se vieron favorecidas mostrando un incremento en su capacidad y tiempos de germinación. La selección subjetiva de las semillas de colecta manual por parte de investigador pudieron tener efectos negativos en su capacidad y tiempos de germinación.

Los fragmentos de bosque de las dos fincas mostraron altos niveles de conservación debido a las especies animales y vegetales que presentaron, por tanto el mantenimiento de estos fragmentos mas la implementación de sistemas ganaderos sostenibles como los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a mantener y contribuir con la conservación de la fauna presente.

La creación de sistemas productivos sostenibles pueden contribuir con los planes de manejo de las fincas y así con la conservación de las especies presentes.

## **9. Recomendaciones**

Realizar un estudio similar en otra época del año para observar si existen diferencias en los procesos de dispersión llevados a cabo por este aullador en esta época de estudio.

Se recomienda realizar un estudio similar que abarque un mayor número de meses, implicando un mayor esfuerzo de muestreo para observar si existen variaciones en los procesos de dispersión de éste aullador

Se recomienda realizar pruebas de germinación más prolongadas para observar si existen diferencias significativas al realizar pruebas estadísticas.

Así mismo se recomienda hacer una caracterización vegetal durante otra época para ver si la disponibilidad de los recursos afecta o no la dispersión de estos monos aulladores.

Realizar seguimiento de los individuos de cada uno de los grupos por fragmento para observar si la composición de los grupos influye en los procesos de dispersión.

## 10. Bibliografía

Andresen, E. 1999. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain forest. *Biotrópica* 31: 145-158.

Andresen, E. 2002. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersal seeds. *Biotropica* 34 (2): 261- 272.

Beltrán, M. 2005. Estrategias ecológicas e influencia de la dominancia social en la adquisición de alimento en monos aulladores (*Alouatta seniculus*) Meta, Colombia. Trabajo de grado (Bióloga). Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias, carrera de Biología, Bogotá. 54p.

Bravo, S., Kowalewski, M. & Zunino, G. E. 1995. Dispersión y Germinación de semillas de *Ficus monckii* por el Mono Aullador Negro (*Alouatta caraya*). *Boletín Primatológico Latinoamericano* 5(1): 25-27.

Bravo, S. P., & Zunino, G.E. 2000. Germination of seeds from three species dispersed by Black Howler Monkeys (*Alouatta caraya*). *Folia Primatologica* 71: 342-345.

Braza, F., Alvarez, F. & Azcarate, T. 1983. Feeding habits of the red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the llanos of Venezuela. *Mammalia* 47 (2):205-214.

Cabrera, J. 1994. Ecología y Demografía del Mono Aullador (*Alouatta seniculus*) en un Bosque Andino Bajo, en el Parque Regional natural Ucumarí En: Ucumarí un caso típico de la diversidad biótica andina. CARDER, Pereira. pp 399-419

Carretero-Pinzón, X. 2005. Densidad de primates en fragmentos de bosques de galería en los llanos colombianos. In Proceedings of the 1st Colombian Congress of Primatology. Asociación Colombiana de Primatología, Bogotá.

Carretero, X. 2008. Efecto de la disponibilidad de recursos (frutos y artrópodos) sobre la ecología y comportamiento de *Saimiri sciureus albigena* en fragmentos de bosque de galería en San Martín (Meta – Colombia). Tesis de Maestría (Maestro en Ciencias Biológicas). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias, carrera de Biología, Bogotá. 125p.

Chapman, C. A. 1989. Primate seed dispersal: The fate of dispersed seeds. *Biotropica* 21: 148–154.

Chapman, C. A. 1995. Primate seed dispersal: coevolution and conservation implications. *Evolutionary Anthropology* 4(3): 73-82.

Clarke, M.R., Collins, D.A. & Zucker, E.L. 2002. Responses to deforestation in a group of mantled howlers (*Alouatta palliata*) in Costa Rica. *International Journal of Primatology* 23 (2):365-381.

Coates-Estrada, R. & Estrada, A. 1986. Fruiting and Frugivores at a strangler fig in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 2:349-357.

Crockett, C.M. 1985. Population studies of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) *National Geographic Research* 1 (2): 264-273

Crockett, C.M. 1998. Conservation Biology of the Genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology* 19 (3): 549-578.

De La Cruz J. 2007. Patrón de actividad y dispersión de semillas por parte del mono aullador rojo (*Alouatta seniculus* linneaus 1766) en un relicto de bosque subandino en el cañón del río Barbas – Quindío. Trabajo de Grado (Ecólogo). Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, carrera de Ecología, Bogotá. 91p.

De Figueiredo, R.A 1993. Ingestion of *Ficus crassiuscula*, a neotropical strangling fig of the lowermontane rain forest. *Journal of ecology* 79:129-141.

Defler, T. 2004. Primates of Colombia. Conservation International. Tropical Field Guide Series. Bogotá. Colombia. 550p.

Dew, L & Wright, P. 1998. Frugivory and Seed Dispersal by Four Species of Primate in Madagascar's Eastern Rain Forest. *Biotropica* 30(3):425-437.

Ehrlich, P., Ehrlich, A. 1981. Extinction. Oxford University Press, Oxford.

Eisenberg, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The northern neotropics. Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, French Guyana. University of Chicago Press. Chicago. U.S.A. 447p.

Erkens, R., Chatrou, L., Koek-Noorman, J. & Mass, P. 2000. Annonaceae Reserch Projectos: Phylogeny and evolution of Guatteria.

Estrada, A. & Coates-Estrada, R. 1984. Fruit Eating and Seed Dispersal by Howling Monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of los Tuxtlas. Mexico. *American Journal of Primatology*. 6:77-91

Estrada, A & Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates al Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology* 17(5): 759-782.

Feeley, K. 2004. The role of clumped defecation in the spatial distribution of soil nutrients and the availability of nutrients for plant uptake. *Journal of Tropical Ecology* 20:1-4.

Foster, S.A & C.H Janson. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology* 66:773-780.

Garber, P. & Lambert, J. 1998. Primates as seed dispersers: ecological processes and directions for future research. *American Journal of Primatology* 45: 3-8.

Gaulin, S., Knigth, D. & Gaulin C. 1980. Local variance in *Alouatta* group size and food availability on the Barro Colorado Island. *Biotropica* 12 (2):137-143

Gaulin, S. J. K. & Gaulin, C. K. 1982. Behavioral ecology of *Alouatta seniculus* in Andean cloud forest. *International Journal of Primatology* 3:1-32.

Gentry, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolution Biology* 15: 1 – 82.

Giraldo, P. 2003. Dieta y dispersión de semillas del mono aullador *Alouatta seniculus* en el Santuario de Flora y Fauna Otún-Quimbaya. Trabajo de Grado (Bióloga). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Carrera de Biología. Cali. 53p.

Gómez-Posada, M.C., Roncancio, N. & p Hincapié, P.W. 2005. Evaluación de las poblaciones de mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) en fragmentos de bosque en el Valle del cauca. Informe técnico presentado a la Corporación Regional del Valle del Cauca. Fundación Ecoandina / WCS Colombia. Cali. Colombia.

Hanski, I. 1999. *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford.

Hernández- Camacho, J. & Cooper, R.W. 1976. The non-human primates of Colombia. In: Thorington, R. W.& P. H. Helten. Editors. Neotropical Primates: Field studies and Conservation National Academic of Science. Washigton. 35-69.

Hernández, G., Sánchez, L. R., Carmona, T. F., Pineda, M. R., & Cuevas, R. 2000. Efecto de la ganadería extensiva sobre la regeneración arbórea de los bosques de la Sierra de Manantlán. *Madera y Bosques* 6:13-28.

Hobbs, R. J., & Yates, C. J. 2003. Turner review No. 7: Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany* 51: 471–488.

Howe, H. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. Smithsonian Institution Press. Washington. 123-190

Howe, H. 1989. Scatter- and dump-dispersal and seeding demography: hypothesis and implications. *Oecologia (Berl)* 79: 417-426.

Howe, H & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13:201-228.

Hubell, S. P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography* Princeton University Press, Princeton.

Izawa, K. 1993. Soil-Eating by *Alouatta seniculus* and *Ateles*. *International Journal of Primatology* 14: 229-234.

Janzen, D. 1983. Seed and pollen dispersal by animals: convergence in the ecology of contamination and sloppy harvest. *Biological Journal of the Linnean Society* 20: 103-113.

Jordano, P. 1992. Fruits and frugivory, in *Seeds: The ecology of regeneration in Natural Plant Communities* (Fenner, M., ed.) CAB International. 105-151.

Julliot, C. 1996. Seed dispersal by red howling monkeys (*Alouatta seniculus*) in the tropical rain forest of French Guiana. *International Journal of Primatology* 7(2): 238-258.

Julliot, C. 1996a. Seed dispersal by red howling monkeys (*Alouatta seniculus*) in the tropical rain forest of French Guiana. *Int. J. Primatology* 17:239–258.

Julliot, C. & D. Sabatier. 1993. Diet of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in French Guiana. *International Journal of Primatology* 14(4): 527-547.

Kattan, G. 1998. Transformación del paisaje y fragmentación del hábitat. Citado en: M. E. Chávez & N. Arango (eds.). *Informe Nacional del estado de la biodiversidad. Causa de pérdida de biodiversidad Tomo II*. Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. Bogota. Colombia. 76-82

Leakey, R., Lewin, R. 1995. *The Sixth Extinction*. Dubbleday, New York.

Levey, D. 1987. Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. *American Naturalist* 129: 471-485.

Levin, S.A. 1999. *Fragile Dominion*. Perseus Books, Reading, MA.

Lieberman, M. & Lieberman, D. 1986. An experimental study of seed ingestion and germination in a plant-animal assemblage in Ghana. *Journal of tropical Ecology* 2: 113-126.

Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science. Blackwell Publishing company. 265p

Martínez, E. J. 2003. Densidad poblacional, rango vital y patrón de actividad del mono aullador *Alouatta seniculus* (Primates: Cebidae) en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Risaralda, Colombia. Trabajo de Grado (Biólogo). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias, carrera de Biología. Cali. 72p.

McKey, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems. Citado en Gilbert, L.E & Raven, P.H. Coevolution of animals and plants. University of Texas Press, Austin. 246p.

McKey, D.B. 1989. Population biology of figs: applications for conservation. *Experientia* 45:661–673.

Medellín, R.A. & Gaona, O. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. *Biotrópica*, 31: 478–485.

Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. 84 p.

Milton, K. 1980. The foraging strategy of howler monkeys. Columbia University Press, New York. 164 p.

Milton, K., Windsor, D.M., Morrison, D.W & Estribi, M. 1982. Fruiting phonologies of two neotropical *Ficus* species. *Ecological Society of America. Ecology* 63(3):752-762.

Palacios, E. & Rodríguez, A. 2001. Ranging Pattern and Use of Space in a Group of Red Howler Monkeys (*Alouatta seniculus*) in a Southeastern Colombian Rainforest. *American Journal of Primatology* 55:233–251.

Palma, A. C. 2005. Requerimientos de espacio de *Alouatta seniculus* en la Reserva Natural de Yotoco (Valle, Colombia). Trabajo de Grado (Bióloga). Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias, carrera de Biología. Bogotá. 40p.

Peña, L. 2005. Estudios en fisiología en semillas de *Tectona grandis*. L.F.(Teca). Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias, carrea de Biologia. Bogotá, Colombia. 125p.

Peres C.A. 2000. Identifying keystone plant resource in tropical forests: the case of *Parkia* pod gums. *Journal of Tropical Ecology* 16: 287-317.

Peres, C.A., M. Van Roosmalen. 2002. Patterns of primate frugivory in Amazonia and the Guianan shield: Implications to the demography of the large-seeded plants in overhunted tropical forests. En: *Frugivory and seed dispersal: Ecological, Evolutionary and Conservation Issues* (D. Levey, W. Silva & M. Galetti, eds.) CAB International, Oxford.

Pérez-Torres, J. 2004. Dinámica del ensamblaje de murciélagos en respuesta a la fragmentación en bosque nublado: un modelo de ecuaciones. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 291p.

Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. New York: Wiley InterScience.

Pimm, S.L. 1991. *The Balance of Nature?*. The University of Chicago Press, Chicago.

Pimm, S.L., Russell, G.J., Gittleman, J.L., Brooks, T.M. 1998. The future of biodiversity. *Adv. Complex Sys* 1: 203.

Poulsen, J., Clark C. & Smith T. 2002. Seed dispersal by a diurnal primate community in the Dja Reserve, Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 17: 787-808.

Ramos, J. 2007. Comparación de la Cantidad y el tipo de semillas dispersadas por *Cebus apella* y *Alouatta seniculus* en un bosque fragmentado, San Martín, Meta. Trabajo de Grado (Bióloga). Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias, carrera de Biología. Bogotá. 40p.

Rao, N., Hanson, J., Dulloo, M., Ghosh, K., Nowell, D & Larinde, M. 2006. Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, Rome, Italy. 56-60

Renjifo, L. M. 1999. Composition changes in a subandean avifauna after longterm forest fragmentation. *Conservation Biology* 13:1124-1139.

Renjifo, L. M. 2001. Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological applications* 11(1): 14-31.

Righini, N., Serio-Silva, J., Rico-Gray, V & Martínez-Mota, R. 2004. Effect of different Primate species on germination of ficus (*Urostigma*) seeds. *Zoo Biology* 23:273-278

Rowell, T & Mitchell, B. 1991. Comparison of seed dispersal by Guenons in Kenya and Capuchins in Panama. *Journal of tropical Ecology* 7: 269-274.

Rylands, A.B., Shneider, H., Langguth, A., Mittermeir, R., Groove, C.P & Rodríguez-Luna, E. 2000. An assessment of the diversity of New World primates. *Neotropical Primates* 8(2): 61-93.

Serio-Silva, J. & Rico-Gray, V. 2002. Interacting effects of forest fragmentation and howler monkey foraging on germination and dispersal of fig seeds. *Oryx* 36(3):1-6

Shupp, E.W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetation* 107/108: 15-29.

Snow, D. W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis* 113: 194-202.

Soberón, J.M. & Llorente, J.B. 1993. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488.

Soini, P. 1992. Ecología del coto mono (*Alouatta seniculus*, CEBIDAE) en el río Pacaya, reserva Pacaya. Saimiria, Perú. *Folia Amazonica* 4(2): 103-118.

Stevenson, P. R., Quiñones, M. J. & Ahumada, J. A. 1991. Relación entre la abundancia de frutos y las estrategias alimenticias de cuatro especies de primates en la Macarena, Colombia. Fundación para la promoción de la investigación y la tecnología. Banco de la República. Bogotá. Colombia.

Stevenson, P. R. 2000. Seed dispersal by woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*) at Tinigua National Park, Colombia: Dispersal distance, germination rates, and dispersal quantity. *American Journal of Primatology* 50: 275-289.

Stevenson, P. R., Quiñones, M. J. & Ahumada, J. A. 2000. Influence of fruit availability on ecological overlap among four Neotropical primates at Tinigua National Park, Colombia. *Biotrópica* 32: 533-544.

Stevenson, P.R. 2001. The Relationship between fruit production and primate abundance in Neotropical forests. *Biological Journal of the Linnean Society* 72:161-178.

Stevenson, P., Castellanos, M., Pizarro, J.C. & Garavito, M. 2002. Effects of Seed Dispersal by Three Ateline Monkey Species on Seed Germination at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology* 23(6):1187-1204.

Stevenson, P & Aldana, M. 2008. Potential Effects of Ateline Extinction and Forest Fragmentation on Plant Diversity and Composition in the Western Orinoco Basin, Colombia. *International Journal Primatol* 29: 365-377.

Terborgh, J. (1986) Keystone plant resources in the tropical rain forest. In *Conservation Biology* (ed. M. Soule). Sinauer associates, Sunderland, USA. 330–344

Terborgh J, Foster R B & Nunez P. 1996. Tropical tree communities: a test of the non equilibrium hypothesis. *Ecology* 77: 561:567.

Torres-Neira, J. 2005. Historia natural de *Cebus apella* y patrones de asociación interespecifica con *Saimiri sciureus* en un bosque fragmentado (Meta, Colombia). Trabajo de Grado. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias, carrera de Biología. Bogotá, Colombia.

Velez, A. 2005. Preferencia alimenticia de los micos aulladores (*Alouatta seniculus*) en la reserva del bosque de Yotoco, Valle, Colombia. Trabajo de Grado. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias, carrera de Biología. Bogotá. Colombia.

Welker, B.J 2004. Feeding behavior and selectivity in mantled howler monkeys, *Alouatta palliata* Trabajo de doctorado (Doctor en Filosofía). Universidad de Nueva York, Búfalo. Departamento de antropología. 281p.

Wills, C & Foster, R B. 1997. Strong density and diversity-related effects help to maintain tree species diversity in a neotropical forest. –*Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA 94: 1252-1257.

Wilson, M. F., Irvine, A.K & Walsh, N.G. 1989. Vertebrate dispersal syndromes in some Australian and New Zealand plant communities, with geographic comparisons. *Biotropica* 21: 133-147.

Wright, S J .2002. Plant diversity in tropical forest: a review of mechanism of species coexisence. *Oecologia*.

## 11. Anexos

**Anexo 1:** Tipo de siembra y número de semillas sembradas según el tamaño de la semilla.



*Byrsonima* sp.



*Ocotea floribunda*



*Hyeronima* sp.



*Ficus* sp.

**Anexo 2:** Promedio de las mediciones de las semillas de las especies encontradas en las heces de *Alouatta seniculus* en el área de estudio durante la época seca

Morfotipo	Especie	Largo	Ancho
Morfo 1	<i>Bellucia</i> sp.	<1mm	<1mm
Morfo 2	Indet 1	<1mm	<1mm
Morfo 3	<i>Byrsonima</i> sp.	0.703	0.81
Morfo 4	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>Aspera</i>	0.695	0.77
Morfo 5	<i>Protium</i> sp.	0.955	0.475
Morfo 6	<i>Ficus</i> sp.	<1mm	<1mm
Morfo 7	Indet 2	0.29	0.403
Morfo 8	<i>Guatteria ferruinea</i>	0.831	0.44
Morfo 9	Indet 3	0.2	0.1
Morfo 10	<i>Virola</i> sp.	0.63	0.66
Morfo 11	Indet 4	0.93	0.58
Morfo 12	Indet 5	0.61	0.9
Morfo 13	<i>Virola</i> sp2.	0.63	0.66
Morfo 14	<i>Hyeronima</i> sp.	0.281	0.209
Morfo 15	<i>Ocotea floribunda</i>	1.253	0.917
Morfo 16	<i>Ocotea oblonga</i>	0.786	0.704
Morfo 17	Indet 6	<1mm	<1mm
Morfo 18	<i>Xylopia polyantha</i>	0.623	0.452
Morfo 19	Indet 7	0.44	0.35
Morfo 20	<i>Schefflera morototoni</i>	0.351	0.397
Morfo 21	Indet 8	1.05	0.58
Morfo 22	Indet 9	<1mm	<1mm
Morfo 23	Indet 10	<1mm	<1mm
Morfo 24	<i>Ficus americana</i>	<1mm	<1mm
Morfo 25	<i>Ficus</i> cf. <i>trigonata</i>	<1mm	<1mm

**Anexo 3:** Formato de toma de datos para las semillas.

Especie de semilla	Descripción	Numero de cajas	Numero de semillas x caja	Fecha de siembra	Días				
					1	2	3	4	n+1
Morfo1									
Morfo2									
Morfo3									
Morfo4									
Morfo5									
Morfo6									
Morfo7									
Morfo8									
Morfo9									
Morfo10									
Morfo11									
Morfo12									
Morfo13									
Morfo14									
Morfo15									
Morfo16									
Morfo17									
Morfo18									
Morfo19									
Morfo20									
Morfo21									
Morfo22									
Morfo23									

#### Anexo 4: Especies Vegetales presentes en los fragmentos de estudio

Fragmento 1		Fragmento 6	
Familia	Especie	Familia	Especie
Anacardiaceae	Tapirira cf. Guianensis	Annonaceae	Annona sp.
Annonaceae	Unonopsis sp.	Annonaceae	Bellucia ferruinea
Annonaceae	Guatteria ferruinea	Annonaceae	Guatteria ferruinea
Annonaceae	Xylopa polyantha	Annonaceae	cf. Rollinia edulis
Annonaceae	Xylopa aromatica	Annonaceae	Xylopa aromatica
Annonaceae	cf. Rollinia edulis	Annonaceae	Xylopa polyantha
Apocynaceae	cf. Lacmellea sp.	Apocynaceae	cf. Lacmellea sp.
Araliaceae	Schefflera morototoni	Araliaceae	Schefflera morototoni
Arecaceae	Maurita flexuosa	Arecaceae	cf. Corozo oleifera
Boraginaceae	Cordia nodosa	Arecaceae	Oenocarpus bataua
Burceraceae	Trattinnickia cf. Aspera	Arecaceae	Mauritia flexuosa
Burceraceae	Protium sp	Burseraceae	Bellucia pentamera
Burceraceae	Protium glabrescens	Burseraceae	Protium sp.
Burceraceae	Protium heptaphyllum	Burseraceae	Protium heptaphyllum
Burceraceae	protium cf. Llanorum	Burseraceae	Trattinnickia cf. aspera
Burceraceae	Protium cf. Robustum	Burseraceae	Protium glabrescens
Chrysobalanaceae	Hirtella americana	Cecropiaceae	Cecropia membranaceae
Chrysobalanaceae	Licania subarachophylla	Cecropiaceae	Cecropia sciadophylla
Clusiaceae	Clusia cf. palmicida	Cecropiaceae	Pouroma bicolor
Clusiaceae	Garcinia madruno	Chrysobalanaceae	Hirtella americana
Convolvulaceae	Maripa peruviana	Chrysobalanaceae	Licania subarachophylla
Dilleniaceae	Davilla nitida	Clusiaceae	Garcinia madruno
Euphorbiaceae	Alchornea triplinervia	Convolvulaceae	Maripa peruviana
Euphorbiaceae	Pera arborea	Euphorbiaceae	Alchornea triplinervia
Euphorbiaceae	cf. Sapium sp.	Euphorbiaceae	Pera arborea
Erythroxylaceae	Erythroxylon sp.	Erythroxylaceae	Erythroxylon sp.
Flacourtiaceae	Ryania speciosa	Flacourtiaceae	Ryania speciosa
Gnetaceae	cf. Gnetum nodiflorum	Flacourtiaceae	Diospyros cf. pseudoxylopa
Indet	Vismia cayanensis	Gnetaceae	cf. Gnetum nodiflorum
Indet	Indet	Indet	Indet
Indet	Vismia macrophylla	Indet	Visma cayanensis
Lauraceae	Ocotea oblonga	Indet	Visma macrophylla
Malpighiaceae	Byrsonima sp	Lauraceae	Ocotea oblonga
Marcgraviaceae	Norantea guianensis	Lauraceae	cf. Ocotea floribuna
Melastomataceae	Miconia sp.	Malpighiaceae	Byrsonima sp.
Melastomataceae	Bellucia grossularoides	Marcgraviaceae	Norantea guianensis
Melastomataceae	Bellucia pentamera	Melastomataceae	Henriettella cf. goudotiana
Melastomataceae	Henriettella cf. Goudotiana	Melastomataceae	Miconia elata
Melastomataceae	Miconia elata	Melastomataceae	Miconia trinervia
Melastomataceae	Miconia trinervia	Mendonciaceae	Mendoncia lindavii
Melastomataceae	Miconia sp3	Mimosaceae	Enterolobium cyclocarpum
Melastomataceae	Miconia sp4	Mimosaceae	Inga cf. alba
Melastomataceae	Miconia sp5	Mimosaceae	Inga bonplondiana
Meliaceae	Guarea guidonia	Mimosaceae	Inga fastuosa
Mendonciaceae	Mendoncia lindavii	Moniminiaceae	Siparuna guianensis
Mimosaceae	Inga cf. Alba	Myristicaceae	Iryanthera laevis
Mimosaceae	Inga fastuosa	Myristicaceae	Virola sp.
Mimosaceae	Inga sp1	Myristicaceae	Virola sp1.
Myristicaceae	Virola sp.	Myristicaceae	Virola sp2.
Myristicaceae	Virola sp1.	Passifloraceae	Passiflora cf. ambigua
Myristicaceae	Virola sp2.	Rubiaceae	Coffea arabica
Myristicaceae	Iryanthera laevis	Rubiaceae	Duroia hirsuta
Moniminiaceae	Siparuna guianensis	Sapindaceae	cf. Cupania sp1
Moraceae	Ficus americana	Sapotaceae	Sarcaulus Brasiliensis
Moraceae	Ficus cf. Obtusifolia o cf. Inboluta	Solanaceae	Solanum aturense
Sapindaceae	cf. Cupania sp1.		
Solanaceae	Solanum aturense		
Solanaceae	Solanum grandiflorum		
Rubiaceae	Uncaria guianensis		

#### Anexo 4: Especies Vegetales presentes en los fragmentos de estudio (Continuación)

Fragmento 3		Fragmento 4		Fragmento 2	
Familia	Especie	Familia	Especie	Familia	Especie
Annonaceae	<i>Unonopsis</i> sp.	Anacardiaceae	<i>Tapirira cf. guianensis</i>	Annonaceae	<i>Guatteria ferruinea</i>
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>	Annonaceae	<i>Unonopsis</i> sp.	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	Annonaceae	<i>Xylopia polyantha</i>	Annonaceae	<i>Xylopia polyantha</i>
Bignonaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.2	Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>	Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>
Burseraceae	<i>Trattinnickia cf. aspera</i>	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	Bignonaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.2
Cecropiaceae	<i>Cecropia membranaceae</i>	Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i>	Bombacaceae	<i>Bombacopsis</i> sp.
Euphorbiaceae	<i>Pera arborea</i>	Arecaceae	<i>cf. Corozo oleifera</i>	Burseraceae	<i>Trattinnickia cf. aspera</i>
Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i>	Bignonaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.2	Burseraceae	<i>Protium</i> sp.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.	Bignonaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Cecropiaceae	<i>Cecropia membranaceae</i>
Moraceae	<i>Ficus americana</i>	Bombacaceae	<i>Bombacopsis</i> sp.	Cecropiaceae	<i>Cecropia sciadoplylla</i>
		Burseraceae	<i>Trattinnickia cf. aspera</i>	Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i>
		Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Clusiaceae	<i>Clusia cf. palmicida</i>
		Cecropiaceae	<i>Cecropia membranaceae</i>	Combretaceae	<i>Combretum laxum</i>
		Euphorbiaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon</i> sp.
		Euphorbiaceae	<i>Pera arborea</i>	Euphorbiaceae	<i>Pera arborea</i>
		Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i>	Flacourtiaceae	<i>Ryania speciosa</i>
		Margraviaceae		Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i>
		Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.	Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i>
		Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i>	Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i>
		Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i>	Melastomataceae	<i>Henriettella cf. goudotiana</i>
		Melastomataceae	<i>Henriettella cf. goudotiana</i>	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.3
		Melastomataceae	<i>Miconia elata</i>	Melastomataceae	<i>Miconia trinervia</i>
		Melastomataceae	<i>Miconia trinervia</i>	Melastomataceae	<i>Miconia elata</i>
		Myristicaceae	<i>Iryanthera laevis</i>	Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
		Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.1	Moraceae	<i>Ficus americana</i>
		Moraceae	<i>Ficus americana</i>	Myristicaceae	<i>Iryanthera laevis</i>
		Vochysiaceae	<i>Vochysia lehmannii</i>	Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.1
				Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.2
				Vochysiaceae	<i>Vochysia lehmannii</i>

**Anexo 5:** Capacidad de germinación de semillas



*Ocotea oblonga*



*Ocotea oblonga*



*Virola* sp.



*Virola* sp.



*Ficus* sp.

**Anexo 6:** Especies de semillas encontradas por otros autores en el mismo sitio de estudio

<b>Especie</b>	<b>Ramos (2008)</b>	<b>Beltrán (2005)</b>	<b>Escudero (2004)</b>
<i>Trattinickia cf. aspera</i>	x	x	
<i>Bellucia grossularoides</i>		x	
<i>Miconia cf. affinis</i>		x	
<i>Protium</i>		x	
<i>Miconia cf. multispicata</i>		x	
<i>Miconia</i>		x	
<i>Alchorneopsis floribunda</i>		x	
<i>Virola cf. callophyloidea</i>		x	
<i>Cecropia</i>		x	
<i>Myrcia cf. sylvatica</i>		x	
<i>Virola cf. carinata</i>		x	
<i>Protium glabrescens</i>		x	x
<i>Miconia cf. elata</i>		x	
<i>Calophyllum</i>		x	
<i>Ficus</i>		x	
<i>Diospyros cf. pseudoxylopia</i>		x	
<i>Iryanthera cf. laevis</i>		x	
<i>Inga perzizifera</i>		x	
<i>Mendoncia lindavii</i>		x	
<i>Norantea sp.</i>	x		
<i>Coccoloba sp.</i>	x		
<i>Xylopia ariomatica</i>	x		
<i>Inga alba</i>	x		
<i>Protium hptaphyllum</i>	x		x
<i>Guatteria ferruinea</i>	x		
<i>Xylopia polyantha</i>	x		
<i>Byrsonima sp.</i>	x		
<i>Bellucia sp.</i>	x		
<i>Cecropia sciadophylla</i>	x		
<i>Cissus sp.</i>	x		
<i>Cordia nodosa</i>	x		
<i>Mendoncia sp.</i>	x		
<i>Miconia cf. ternatifolia</i>	x		
<i>Indeter mindada USL</i>	x		
<i>Psycothria sp.</i>	x		
<i>Rollinia edullis</i>	x		
<i>Myrtaceae (Sb)</i>	x		
<i>Nectandra sp.</i>	x		
<i>Mauritia flexuosa</i>	x		
<i>Ficus americana</i>	x		x
<i>Ryania Speciosa</i>	x		
<i>Passiflora sp.</i>	x		
<i>Protium cf. crenatum</i>			x
<i>Trattinickia sp.</i>			x
<i>Pera cf. arborea</i>			x
<i>Hirtella sp.</i>			x
<i>Bellucia pentamera</i>			x
<i>Mangifera indica</i>			x
<i>Byrsonima cf. crista</i>			x
Interterminado			x
Indeterminado			x
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>12</b>