

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Los saladeros como suplemento de sodio para los monos araña (*Ateles
beltzebuth*) en la Estación de Biodiversidad Tiputini, en la Amazonía
ecuatoriana**

Gabriela Jaramillo Dávila

**Proyecto final presentado como requisito para la obtención del título de Biología y Ecología
Aplicada**

Quito, 2010

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales
HOJA DE APROBACION DE TESIS

Los saladeros como suplemento de sodio para los monos araña (*Ateles beltzebuth*) en la Estación de Biodiversidad Tiputini, en la Amazonía ecuatoriana

Gabriela Jaramillo Dávila

David Romo, Ph.D

Director del Proyecto Final

Stella de la Torre, Ph.D

Decana del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

Quito, Mayo 2010

©Derechos de Autor

María Gabriela Jaramillo Dávila

2010

Dedicatoria

Dedico este proyecto de tesis principalmente a los estudiantes y a la gente interesada en el tema.
Espero que este proyecto sea un aporte científico para futuros estudios.

Agradecimientos

Agradezco a todos mis profesores del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, ya que sin la ayuda y los conocimientos que me han transmitido hubiera sido imposible llevar este proyecto a cabo.

Un agradecimiento especial a David Romo, mi director de tesis, por su gran apoyo, sus ideas y por permitirme realizar mi proyecto en la Estación de Biodiversidad Tiputini.

Agradezco también a Carlos Fabara por su apoyo y su tiempo para ayudarme con los análisis de laboratorio.

Otro agradecimiento especial a Carlos Valle por orientarme con la parte estadística y darme buenas ideas para el proyecto.

Agradezco mucho a la USFQ porque me ha dado gratas experiencias y oportunidades.

A la administración y a todo el personal de la Estación de Biodiversidad Tiputini, por su ayuda con la logística del proyecto. A Consuelo de Romo y Soila Zapata por facilitar mi estadía y materiales durante la ejecución del proyecto.

A la gente del Proyecto Primates, a Anthony Di Fiore, a los investigadores y a los asistentes de campo por su ayuda y sus ideas.

Resumen

En la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) en el oriente Ecuatoriano, los monos araña *Ateles belzebuth*, al igual que otras especies de vertebrados en los neotrópicos, acuden a los saladeros para consumir el suelo. Este comportamiento se conoce como ‘geofagia’ y está ampliamente documentado, sin embargo aun queda mucho por esclarecer. En este estudio se pone a prueba la hipótesis de que los saladeros son suministros importantes de sodio para los monos araña, ya que éste puede ser insuficiente en su dieta normal, especialmente en época seca. Para esto se tomaron muestras tanto del suelo de los saladeros (donde los monos practican geofagia), como de los suelos adyacentes; también se tomaron muestras de la dieta de los monos y se realizaron análisis para determinar el contenido de sodio en cada una de las muestras. Los resultados fueron que el suelo presente en los saladeros no es significativamente más rico en sodio que los suelos alejados de los saladeros, sin embargo, si tienen más sodio que la dieta de los monos araña por lo que no se descarta la hipótesis. El suministro de sodio o de cualquier otro nutriente probablemente no es la única razón por la cual los monos practican geofagia, ya que la geofagia puede también aliviar desordenes gastrointestinales o contribuir con la absorción de toxinas.

Abstract

In the Tiputini Biodiversity Station, in the Amazonian rainforest of Ecuador, Spider Monkeys *Ateles belzebuth*, like many other vertebrate species within the neotropics, regularly visit saltlicks, to consume the soil. This behavior is known as geophagy and it is widely acknowledged, however, more research is needed. In this project we tested the hypothesis that states saltlicks are an important source of sodium for the spider monkeys, since their diet, can be very poor in this element. We took samples of the soil in the saltlicks that the spider monkeys go to, and the soils outside the saltlicks and also samples of the monkeys' diet. We then determined the sodium content in each sample. We found that the sodium in the saltlicks is not significantly different from the sodium in the rest of the forest's soil; nevertheless, it is a lot higher than the sodium in the diet of the spider monkeys so the hypothesis was not dismissed. Sodium or any other nutritional supply is probably not the only reason for the monkeys to practice geophagy, since it can also relieve digestive upsets.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
1. Introducción/antecedentes	1
1.1. La Geofagia	1
1.2. Geofagia en primates	5
1.3. Los monos araña de la Estación de Biodiversidad Tiputini	8
2. Justificación.....	10
3. Objetivos.....	14
4. Metodología.....	15
4.1. Área de Estudio	15
4.2. Toma de muestras de saladeros.	15
4.3. Toma de muestras de la dieta de los animales.....	16
4.4. Análisis de cantidad de sodio en el suelo y en la dieta de Ateles belzebuth	16
Los análisis para evaluar la cantidad de sodio presente en las muestras se realizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica. Se evaluó tanto la dieta de los animales como el suelo de los distintos saladeros (Belovsky y Jordan 1981).	16
4.5. Análisis estadísticos.....	17
5. Resultados.....	19
5.1. Variación de sodio del suelo con respecto a la distancia del saladero	19
5.2 Comparación del sodio contenido en la dieta de los monos araña con el sodio presente en los saladeros.....	20
6. Discusión	21
7. Conclusiones.....	24
8. Recomendaciones	25
9. Referencias	26
10. Tablas y figuras	30
11. Anexos.....	34

LISTA DE FIGURAS

Tabla 1: Contenido de Sodio (ppm) en los saladeros, a 0, 5 y 15 metros de distancia.....	30
Tabla 2: Contenido de sodio (ppm) en los frutos y hojas de la dieta de <i>Ateles belzebuth</i>	30
Tabla 3. Puntos GPS de los Saladeros.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1. Concentración de sodio en los 3 puntos.....	31
Figura 2. Concentración del sodio Saladeros vs muestras tomadas al azar.....	32
Figura 3 . Concentración de sodio en los diferentes puntos por cada saladero.....	32
Figura 4. Concentración de sodio Saladeros vs Frutos.....	33

1. Introducción/antecedentes

Los saladeros naturales son lugares que se encuentran especialmente en los trópicos que, por lo general, se caracterizan por ser ricos en sales y minerales (Matsubayashi 2006). Aparentemente están distribuidos al azar y se los puede identificar porque son paredes rocosas de varios metros en sentido vertical u horizontal que normalmente tienen en su primera capa una coloración gris; el suelo es típicamente lodoso e incluyen agua, como riachuelos (Fabara 1999; observaciones personales)(Anexo 1).

La importancia de los saladeros en el ecosistema radica en su función como posibles suministros de minerales para varios animales como guacamayos, pavas, venados, tapires, pecaríes, monos, y otros (Bravo et al. 2008); por ello, es común encontrar huellas y sobretodo paredes arañadas, mordidas y picoteadas por los diferentes animales que acuden al lugar; e incluso se pueden encontrar formaciones cavernosas que pueden tener varios metros de profundidad (Fabara 1999).

1.1. La Geofagia

La palabra *geofagia* viene de las raíces “Geo” y “fagos”, y significa “comer la tierra”. Más específicamente, se define como “el consumo deliberado y habitual de materiales como suelos, arcilla, lodo, y sustancias minerales relacionadas” (Abrahams y Parsons 1997; Wilson 2003; Voros et al. 2001). El comer tierra es una práctica presente en todos los continentes, pero es más común en los trópicos (Abrahams y Parsons 1997; Krishnamani et al. 2000), en gran variedad de

animales alrededor del mundo (Mills & Milewski 2007); en reptiles, aves y mamíferos (Setz et al. 1999), incluyendo varios grupos humanos (Geissler et al. 1997).

Los animales, instintivamente son capaces de obtener sus requerimientos nutricionales, regular su ingestión de toxinas e incluso automedicarse si hay un desequilibrio fisiológico (Moore et al. 2005). Por esto, a pesar de que la *geofagia* es una práctica compleja y variable, tanto en sus causas como en sus efectos (Voros et al. 2001), es lógico pensar que está relacionada con la obtención de nutrientes o con la regulación de la digestión.

Se ha propuesto que la geofagia ayuda a un aumento mecánico de la digestión. Puede también aliviar desordenes gastrointestinales como acidez, diarrea, endoparásitos, etc. (Said et al. 1980; Vermeer & Ferrell 1985; John & Duquette 1991 in Mahaney et al. 1995; Mahaney et al. 1993, 1995; Knezevich 1998 in Setz et al. 1999; Krishnamany y Mahaney 2000). Estos desórdenes gastrointestinales pueden ser causados por algunos compuestos secundarios tóxicos de las plantas. Especialmente en los trópicos, debido a que los suelos son pobres en nutrientes, las plantas tienden a acumular altas concentraciones de compuestos secundarios (Krishnamani y Mahaney 2000). La tierra ingerida funcionaría en el organismo reduciendo la absorción de los taninos y toxinas ayudando así a la desintoxicación del organismo (Setz 1999; De Souza et al. 2002; Krishnamani & Mahaney 2000; Mills & Milewski 2007; Johns y Duquette 1991 in Fabara 1999).

El lodo ingerido también puede funcionar como antiácido o como regulador gastrointestinal del pH (Oates 1978 in Setz et al. 1999) y protegiendo el tránsito digestivo a través de la inducción y alteración en la secreción de mucosas (Kreulen 1985, Vermeer y Ferrell 1985, Mahaney *et al.* 1996 in Fabara 1999, Houston et al. 2001).

Un segundo grupo de hipótesis menos difundida, tiene que ver en cambio con el aporte nutricional que la geofagia es capaz de proveer. Varios autores han planteado que la geofagia aporta con un suplemento mineral y nutricional (Setz 1999; Mills & Milewski 2007; Abrahams y Parsons 1997).

El suplemento mineral puede estar relacionado con las dietas con alto contenido de follaje durante todo el año o con escasez de comida. El sodio es frecuentemente seleccionado como el elemento clave (Weir 1972, Mayer & Brand 1982 in Setz et al. 1999). Sin embargo, sigue siendo poco lo que se conoce de los beneficios de la geofagia y existe muy poca evidencia que soporte estas hipótesis (Mills & Milewski 2007).

Otras hipótesis plantean que la geofagia tiene que ver con una cuestión cultural y/o aprendida y que los animales van a los saladeros a los que fueron sus progenitores u otros miembros de su especie (Mahaney et al. 1990 in Setz et al. 1999; Krishnamani y Mahaney 2000). También se ha propuesto que los mamíferos la practican por la sensación táctil que se produce en la boca (Hladik & Gueguen 1974 in Setz et al. 1999).

Cabe recalcar que la función de este comportamiento tiene vacíos, no se puede generalizar, varía entre especies e incluso dentro de una misma especie puede tener distintas funciones a distintos tiempos (Heymann & Hartmann 1991; Izawa 1993; Setz et al. 1999).

En aves, dos estudios concluyeron que la función de la geofagia era reducir la bio-disponibilidad de sustancias venenosas o compuestos amargos como alcaloides y ácidos tánicos, comúnmente presentes en una dieta de semillas y frutas. Los experimentos mostraron que los materiales

geofágicos eran capaces de unirse a grandes cantidades de compuestos potencialmente tóxicos (Wilson 2003).

En estos estudios no hubo evidencia para apoyar otras explicaciones como protección para diarrea, neutralización de ácidos o suplemento mineral (Wilson 2003). Sin embargo en otro estudio se concluyó que para los loros y los guacamayos, la geofagia parece aportar con suplementos de sodio y magnesio (Emmons & Stark 1979 in Setz et al. 1999).

El comportamiento geofágico en mamíferos ha sido reportado en ungulados como los elefantes africanos, *Loxodonta africana*, búfalos, *Synceros caffer*, ciervo mulas, *Odocoileus hemionus*, ganado de Holstein, *Bos primigenius*, tapires, *Tapirus terrestris*, venados, *Mazama sp.*, guantas, *Agouti paca*, y varios otros mamíferos (Krishnamani et al. 2000). La característica que unifica a todas las especies que practican la geofagia es que tienen una dieta predominantemente herbívora u omnívora (cerdos, primates) (Krishnamani et al. 2000).

En una investigación realizada por Klaus et al. (1998) y Abrahams (1999), se concluye que debido a las propiedades físicas y químicas del lodo consumido por elefantes en la selva del Parque Nacional Dzanga en la Republica Centrafricana no puede ser solamente por el suplemento mineral ya que los suelos donde no se practica la geofagia tienen a menudo mayor valor nutricional; mayores concentraciones de calcio, magnesio y sodio. En estos mismos estudios, se dio más peso a que la geofagia contribuya a disminuir la biodisponibilidad de toxinas como los taninos y los alcaloides. En general se concluyó que el consumo de arcilla puede aliviar estrés fisiológico y aumentar el fitness de los mamíferos que viven en bosques tropicales. Los elefantes en el mismo estudio consumían tierras con diferentes propiedades entre sí, por lo que se

planteó que consumían un tipo de lodo para aliviar problemas gastrointestinales y otros como suplemento mineral para deficiencia de sodio o para combatir la acidosis (Wilson 2003).

Los suelos consumidos por ganado híbrido de Holstein en el norte de Venezuela fueron estudiados por Mahaney et al. (1996). Estos suelos mostraron una consistencia arenosa y contenían menos del 20% de material arcilloso. Debido a las elevadas cantidades de kaolinita callosita comparado con suelos no geofágicos usados como control, se sugirió que el suelo que comen las vacas puede aliviar la diarrea, y también absorber compuestos tóxicos o difíciles de digerir (Wilson 2003).

1.2. Geofagia en primates

La geofagia ha sido reportada para varias especies de primates (Heymann y Hartmann 1991; De Souza et al. 2002) y en las 2 últimas décadas, se han realizado numerosos estudios, particularmente sobre la naturaleza y la función de los materiales consumidos (Wilson 2003). Pero al igual que en otros casos, los resultados son meramente especulativos ya que no se cuenta con suficiente evidencia que soporte las hipótesis. Aunque la geofagia es asociada normalmente con dietas pobres en nutrientes y altamente folívoras, se ha reportado en primates con distintos tipos de dietas, como en los sakis que tienen una dieta variada (190 spp. consumidas: Setz, 1993).

De las 185 especies de primates, 39 (21.1%) han sido reportadas consumiendo suelos, ya sea en estado silvestre como en cautiverio. De estos, el 28.2% son solo folívoros, el 20.5% son solo frugívoros, 7.7% son frugívoros/insectívoros, 17.9% son folívoros/frugívoros y el 25.6% son frugívoros/omnívoros (Krishnamani y Mahaney 2000).

Entre los primates del Nuevo Mundo que ingieren lodo se encuentran *Saguinus mystax*, *Alouatta seniculus*, *A. caraya*, *Ateles belzebuth*, *Chiropotes albinasus*, y *Callicebus personatus melanochir* (Izawa 1993; Heymann & Hartmann 1991, Setz et al. 1999).

Heymann & Hartmann 1991 sugieren que el principal factor para este comportamiento en los chichicos bigotudos (*Saguinus mystax*) en el noreste de Perú es la necesidad de un suplemento mineral. Izawa (1993) no llegó a ninguna conclusión definitiva y Muéller et al. (1997) apoyan la hipótesis de absorción de las toxinas de las plantas (Setz et al. 1999).

En 2 estudios realizados por Mahaney et al. (1995) se realizaron descripciones de la tierra que los macacos japoneses consumían. A pesar de ser un estudio que profundizaba en la mineralogía del suelo, no se encontró ningún tipo de estímulo geoquímico que explique el comportamiento geofágico. Según otro autor, para los macacos *Macaca mulatta*, el hierro presente en las hojas y en las frutas puede ser suficiente para cubrir sus necesidades fisiológicas, y en su caso la ingesta de arcilla puede ser importante para la absorción de taninos (Lindburg 1977 in Setz et al. 1999).

También se han realizado análisis químicos y mineralógicos del suelo consumido por macacos híbridos en la península de Kowloon en Hong Kong (Bolton et al. 1998) en donde se analizaron varias cosas: pH, CEC, distintas formas de Al y Fe, C orgánico, elementos ácidos extraíbles, tamaño de partículas y mineralogía. No se encontraron diferencias significativas entre el suelo consumido y el suelo rechazado, sin embargo, se encontraron diferencias visuales como el color y la textura. Los macacos preferían suelos de textura más fina y de color más rojizo. Estos suelos pueden estar relacionados con la habilidad de ayudar a los procesos digestivos, absorber toxinas y, talvez, ser una fuente de hierro (Wilson 2003).

Heymann y Hartmann (1991) reportaron la geofagia en los chichicos bigotudos *Saguinus mystax* en la amazonía peruana. Sus resultados fueron que el nido de termitas consumido era más alto en nutrientes como K, P y Zn. Debido a esto, lo más probable es que la geofagia les sirva como suplemento mineral. Los Parahuacos de Cara Dorada (*Pithecia pithecia chrysocephala*) también consumen tierra del nido de termitas. Setz et al. 1999 estudiaron la composición del suelo y encontraron que predominaba kaolinita. La tierra consumida también era un poco más rica en elementos nutricionales como P, K, Ca, y Mg. Por esto también supusieron que el consumo de los nidos de termitas les ayudaba a obtener nutrientes.

Estudios de la geofagia en chimpancés, varios de ellos por Mahaney et al., concluyeron que la geofagia tiene varias funciones, constituyendo una fuente de hierro suplementario, y aliviando problemas gastrointestinales, y detoxificando el organismo de metabolitos secundarios (Wilson 2003).

En los Gorilas se llegó a la conclusión de que el suplemento mineral no es la principal razón por la que los monos consumen la tierra ya que la tierra no consumida tiene mayor cantidad de minerales Ca, K, and Fe. Se especula entonces que el consumo de tierra les ayuda a aliviar desordenes gastrointestinales y a la absorción de toxinas. Sin embargo no se descarta la idea de la función de la tierra como suplemento mineral (Mahaney 1993).

En los humanos también se considera a la geofagia como multifuncional (Abrahams y Parsons 1997). Una de las primeras observaciones científicas fue hecha por Von Humboldt, en los Otomacos indígenas del Orinoco, en este caso la razón mas evidente era apaciguar el hambre ya que solo se consumía el suelo en momentos de escasez de comida (Wilson 2003; Abrahams y

Parsons 1997). En otros estudios, sin embargo, se han dado explicaciones adicionales. Johns (1986) encontró que el material consumido por pueblos en Bolivia, Perú, y Arizona, contenían componentes que funcionaban como detoxificadores de papas silvestres. La gente dice que al comer el lodo mezclado con cierto tipo de comida como papas silvestres y bellotas, se reduce lo amargo y además se evita así dolores estomacales. En otros casos, la geofagia sirve a las mujeres embarazadas para reducir mareo y vómito. Algunos componentes del suelo, como la kaolinita, son muy similares a medicamentos occidentales que se usan para aliviar problemas gastrointestinales. Abrahams y Parsons 1997 concluyen que la geofagia está directamente relacionada con la nutrición humana, y sus análisis de 3 suelos apoyan la hipótesis de que el hierro en particular es el nutriente principal aportado por el consumo de suelos.

1.3. Los monos araña de la Estación de Biodiversidad Tiputini

En este estudio se quiere reportar la geofagia de los monos araña, *Ateles belzebuth*, en la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) de la Universidad San Francisco de Quito, y además aportar con conocimiento, investigando su posible suplemento de sodio con relación a sus hábitos alimenticios. En la EBT, desde hace más de 10 años, se lleva a cabo un estudio de largo plazo de grupos de primates, incluyendo los monos araña. Debido a que este grupo ya está habituado a la presencia de investigadores, y además se tiene un registro de los saladeros a los cuales estos acuden, era una buena oportunidad para estudiarlos. Los monos araña, junto con los Aulladores (*Alouatta seniculus*), son las 2 únicos primates en la estación que practican geofagia en los saladeros, esto coincide con que también son las 2 únicas especies completamente vegetarianas. Su dieta se basa principalmente en frutas maduras complementada con una

proporción pequeña de hojas jóvenes y otras comidas (Dew 2005; Committee on Animal Nutrition et al. 2003).

El grupo estudiado vive en una comunidad de fisión-fusión y comprende 26–28 individuos o más, incluyendo 10 o 11 hembras adultas con crías (Dew 2005). El rango de dispersión de las hembras comprende alrededor de 80 ha, mientras que el de los machos excede los límites de las 350-ha del sistema de transectos de la estación. Pueden trasladarse varios Km por día (Dew 2005).

Los monos araña forragean solos o en pequeños grupos y normalmente tienen árboles específicos de los cuales se alimentan, viajando a menudo largas distancias para llegar de un árbol a otro (Dew 2005). Esta especie raramente visita niveles más bajos del dosel, y casi nunca se aventuran a visitar el suelo (van Roosemalen, 1985; Youlatos, 2002 en Campbell et al. 2005), ya que el suelo y subdosel son lugares con muy poco alimento para los monos, y sobretodo, pueden ser peligrosos por una variedad de predadores. Reportes del uso del suelo en monos araña y otros primates neotropicales han enfatizado los riesgos que corren. Los predadores incluyen felinos- jaguares, pumas y ocelotes- serpientes venenosas, águilas harpías y humanos (Heymann and Hartmann, 1991; DiFiore, 2002; Miller, 2002 en Campbell et al. 2005). Además, la morfología de los monos araña les permite moverse mucho más eficientemente cuando están en el dosel.

Cuando los monos araña están en el suelo se comportan muy nerviosos y continuamente examinan el lugar para asegurarse estar fuera de peligros, y normalmente se demoran bastante antes de bajar. En el Yasuní, los monos araña escanean el ambiente por alrededor de 2 horas antes de descender a un saladero (Di Fiore 2002 en Campbell et al. 2005).

Debido a estos peligros, sean reales o percibidos, los monos solo bajarían siempre y cuando los beneficios de bajar superen al riesgo. Por ejemplo, cuando necesitan tomar agua que no esta disponible en el dosel o para consumir alguna fuente mineral importante (Di Fiore 2002 en Campbell et al. 2005).

2. Justificación.

A pesar de que la geofagia ha sido un comportamiento ampliamente documentado (Klaus et al. 1998 in Wilson 2003), continúa siendo un misterio en varios aspectos (Abrahams 1999 in Wilson 2003). En este estudio sugiero que los saladeros constituyen una fuente de sodio importante para los monos araña *Ateles belzebuth*, en la EBT.

Los recursos minerales son críticos para el funcionamiento fisiológico, el crecimiento y la reproducción en los animales (Rode et al. 2003). Debido a que las plantas y los animales difieren en sus requerimientos minerales, los herbívoros a menudo se enfrentan a dificultades para cubrir sus requerimientos minerales.

El sodio (Na) es principalmente esencial para los animales (Belovsky y Jordan 1981); constituye hasta un 90% de los cationes en la sangre y es necesario para la contracción de los músculos, transmisión del impulso nervioso, balance acido-base, y metabolismo; homeostasis osmótica, regulación de los fluidos corporales, transmisión de nervios, reproducción, producción de pelo, lactancia, crecimiento y manutención de peso corporal y el apetito (Belovsky y Jordan 1981; Rode et al. 2003).

Sin embargo, y particularmente en los trópicos (debido a que las plantas tropicales por lo general tienen menores concentraciones de nutrientes que las plantas en climas templados) (Rode et al. 2003), el sodio no es requerido por las plantas, lo que quiere decir que la concentración del sodio en la mayoría de plantas es muy bajo (Smith 1976 en Rode et al. 2003). Debido a estas discrepancias, los herbívoros tropicales son particularmente susceptibles a deficiencias de sodio (Rothman et al. 2006) y de otros minerales (Krishnamani and Mahaney 2000; Rode et al. 2003; Setz et al. 1999). Por esa razón, los animales que se alimentan exclusivamente de plantas necesitan otras fuentes de minerales (particularmente de sodio).

En varios estudios se ha visto también que los frutos tienen bajos niveles de sodio y altos niveles de potasio (Matsubayashi et al. 2007). Cuando hay mucho potasio, esto resulta en un exceso de excreción de sodio a través de la orina. Si se come mucho potasio esto puede representar un desbalance y una demanda alta de sodio (Matsubayashi et al. 2007). Es por esto que las dietas de los primates herbívoros que viven en hábitats boscosos son comúnmente deficientes en sodio (Rothman et al. 2006).

La información que se tiene acerca de la ingesta mineral en poblaciones naturales de primates es limitada (Rode et al. 2003, Committee on Animal Nutrition et al. 2003), sin embargo, esta información es importante por varias razones; los minerales afectan las decisiones dietéticas (Laska et al. 2000; Oates 1978; Power et al. 1999; Yeager et al. 1997 in Rode et al. 2003), la salud (Robbins 1993 in Rode et al. 2003), los patrones del rango de distribución (Rode et al. 2003), y la densidad poblacional (Rode et al. 2003).

Janson y Chapman (2000) listan la disponibilidad de minerales como uno de los tres factores que pueden determinar la densidad poblacional en primates, y numerosos estudios sugieren que los primates seleccionan para alimentarse plantas que cumplen con sus requerimientos minerales (Hladik, 1978; Nagy and Milton, 1979; Oates, 1978; Yeager *et al.*, 1997 in Rode et al. 2003). Los minerales, particularmente el calcio (Ca) y el sodio (Na), son importantes para hembras en período de lactancia, y limitaciones de estos elementos pueden resultar en crecimiento más lento, debilitación del sistema inmunológico y tasas de mortalidad infantil elevadas (Buss and Cooper, 1970; Power *et al.*, 1999 in Rode et al. 2003). Debido a esto, la nutrición mineral en los primates probablemente tiene impactos directos en el bienestar y viabilidad de una población (Rode et al. 2003).

Si los nutrientes en la dieta regular son limitados, entonces los animales acuden a otras fuentes para satisfacer sus necesidades. Los alces por ejemplo, obtienen la cantidad de sodio que necesitan de plantas acuáticas, mucho más ricas en sodio que las plantas terrestres (500 veces más), ya que el sodio en las plantas no cubre sus requerimientos nutricionales (Botkin et al. 1973; Jordan 1987; Belowsky y Jordan 1981). Lo mismo ocurre con los elefantes, que al tener una dieta pobre en sodio, calcio y otros nutrientes, los obtienen del suelo (Houston et al. 2001; Denton 1984 en Rothman et al. 2006).

Muchos otros primates necesitan buscar exhaustivamente fuentes de sodio para cumplir sus requerimientos de este elemento. Los gorilas (*Gorilla gorilla gorilla*) en África oriental se congregan en claros de bosques pantanosos con otros herbívoros para comer plantas ricas en sodio (Maglioca y Gautier-Hion 2002 in Rothman et al. 2006) y los monos colobos (*Colobus*

guereza and *Philiocolobus tephrosceles*) complementan su dieta con hojas de eucalipto y la corteza de troncos (Rode et al. 2003 en Rothman et al. 2006).

Los saladeros, por lo general, son una fuente de minerales para los mamíferos herbívoros (Matsubayashi 2006). De manera unánime, se cree que los animales buscan algún elemento clave que está disponible en mayor concentración en los saladeros que en otros lugares (Bravo et al. 2008). En un estudio realizado en Tanzania se planteó la hipótesis de que los saladeros sirven para cumplir funciones nutricionales, poniendo énfasis en micronutrientes como selenio, cobalto y molibdeno. Y lo que se encontró es que el contenido de sodio era más elevado que en los suelos adyacentes, por lo que se apoyó la idea de que la geofagia provee un suplemento importante de sodio (Mills & Milewski 2007). Esta misma idea de que el sodio es el nutriente más notable en los saladeros con respecto a los suelos adyacentes es apoyada por Brighthsmith y Aramburu 2004.

3. Objetivos

El objetivo general es determinar si la ingesta del suelo en los Saladeros por parte de los monos araña podría ser una fuente importante de sodio para su dieta.

Objetivos Específicos:

- 1) Comparar los niveles de sodio en el suelo de los saladeros con el de los suelos adyacentes.
- 2) Comparar los niveles de sodio presentes en el suelo de los saladeros con los niveles de sodio presentes en la dieta de los monos araña en la época seca.

4. Metodología

4.1. Área de Estudio

El lugar donde se realizó el proyecto es la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) 76° 20' O, 0° 40' S, en la Amazonía ecuatoriana. La EBT está localizada dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní (00°37'05"S, 76°10'15"W, c. 250 m s n m), a 300 km ESE de Quito, en la provincia de Orellana (Salvador- Van Eysenrode *et al.*, 1998 in Marsh 2004). Presenta las características particulares del ecosistema *bosque siempre-verde de tierras bajas*. Las temperaturas anuales promedio exeden 24°C y la humedad relativa es mayor de 80%. La topografía es plana con ligeras inclinaciones, con características de bosque de *várzea* y *terra firme*, zonas pantanosas, y pequeños lagos y riachuelos (Marsh 2004).

Para llevar a cabo este estudio, se recurrió a coleccionar muestras del lodo que consumen los monos araña, del lodo que no consumen, y de frutos y hojas de su dieta en la EBT. Posteriormente se analizó estas muestras para encontrar el contenido de sodio presente. Las muestras fueron coleccionadas en junio y julio del 2008 en la Estación de Biodiversidad Tiputini y los análisis químicos se realizaron desde octubre del 2008 a abril del 2009.

4.2. Toma de muestras de saladeros.

Se tomaron un total de 36 muestras del suelo de saladeros previamente identificados y exclusivamente de donde se sabe que acuden los monos araña (Anexo 2, Tabla 5). Las muestras fueron tomadas con una pala de mano, y colocadas por separado en bolsas plásticas, con su

respectiva identificación. Cada muestra tenía alrededor de 300 gramos. Para cada saladero se tomaron muestras en 3 puntos; uno en el saladero, de donde los monos comen el lodo, otra muestra a 5 metros del saladero y otra muestra a más de 15 metros del saladero. En cada punto se tomaron muestras por duplicado.

4.3. Toma de muestras de la dieta de los animales

Para esta fase se contó con la ayuda de investigadores y asistentes de la EBT del Proyecto Primates. Durante 1 mes se siguió a los monos araña y se colectó muestras de todo lo que comían. También se colectó los frutos que se sabe que los monos comen, aunque no haya habido un registro directo. Debido a limitaciones de tiempo, se tomó en cuenta únicamente la dieta consumida durante junio y julio (época seca), puesto que esta es la época en la cual hay mayor escasez de alimento.

4.4. Análisis de cantidad de sodio en el suelo y en la dieta de Ateles belzebuth

Los análisis para evaluar la cantidad de sodio presente en las muestras se realizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica. Se evaluó tanto la dieta de los animales como el suelo de los distintos saladeros (Belovsky y Jordan 1981).

Análisis de suelos

Primero se colocaron las muestras en el horno para secarlas. Después se realizó la molienda de cada muestra utilizando un mortero. Luego para la preparación de las muestras para los análisis, se diluyó de 1 a 2 gramos de la tierra pulverizada en un vaso de precipitación de 50 o 100 mL

por duplicado. La solución de disolución se realizó en un vaso de precipitación de 2 litros: 500mL de H₂O destilada, 500 mL de HCl (37%) p.a., 100mL de HNO₃ (63%) p.a.

A cada vaso con la muestra se le agregó 20mL de la solución de disolución. Luego se agregó 2 o 3 núcleos de ebullición y en una placa de calentamiento se le dejó hervir por 5 minutos. Se dejó enfriar y se filtró. Se recogió el filtrado en balones volumétricos de 100 mL. Por último se realizaron los análisis utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica modelo 210 VGP con lámpara de cátodo hueco de sodio. (Metodología Carlos Fabara comm. Pers)

Análisis de la dieta

Para el análisis de los frutos primero se los calentó en el horno, luego se molieron las muestras utilizando un mortero hasta pulverizarlas. De cada fruto se tomó 1 gramo y se lo puso en un crisol. Luego se puso la muestra en una plancha para semi-calcinar (stir-plate). A continuación se colocaron las muestras en una hornilla a altas temperaturas para que queden solo las cenizas y se evaporen los compuestos orgánicos volátiles.

Se mezclaron las cenizas con ácido clorhídrico para eliminar los carbonatos y el CO₂ y quede NaCl que es soluble. Luego se filtró y al filtrado se le aforó con agua en balones volumétricos. Por último se realizaron los análisis utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica modelo 210 VGP con la lámpara de cátodo hueco de sodio. (Metodología Carlos Fabara comm. Pers)

4.5. Análisis estadísticos

Se utilizó la prueba estadística ANOVA de medidas repetidas para determinar las diferencias del contenido de sodio en los saladeros y fuera de ellos. Para determinar si la diferencia de sodio

entre la dieta de los monos araña y los saladeros es significativa se utilizó una prueba t de student.

5. Resultados

Durante los 2 meses que duró la fase de campo se colectaron 10 frutos diferentes, 2 inflorescencias y 3 hojas de especies diferentes; 9 de los 10 frutos fueron identificados: *Spondias mombin*, *Iriartea deltoidea*, *Ficus sp*, *Abia sp*, *Oenocarpus batagua*, *Iryanthera sp*, *Astrocarium sp* verde, *Protium sp.*, *Ficus trigonata* (Tabla 2, Anexo 2). Las hojas no fueron identificadas y las inflorescencias correspondían a las palmas de *Iriartea deltoidea* y de *Astrocarium*.

Durante estos meses también se registró de manera directa la visita de los monos a los saladeros en 2 ocasiones:

- 23-jul-08 a las 13:45 focal: luna y liana
- 06-ago-08 a las 12:00 focal: luna y liana

5.1. Variación de sodio del suelo con respecto a la distancia del saladero

Al comparar la concentración del sodio presente en las muestras colectadas en los saladeros y de las muestras colectadas a 5 y a 15 metros de los mismos, lo que se encontró es que no necesariamente hay más sodio en los saladeros que en los suelos adyacentes. De hecho, como tendencia general, hay menor concentración de sodio (en ppm) en los saladeros y la concentración aumenta a medida que nos alejamos (aunque no significativamente: $F=0,78$, gl. 2, valor $P= 0,468$) (Fig 1, Tabla 1).

Sin embargo, si tomamos en cuenta a cada saladero por separado vemos a cada saladero de forma individual vemos que el sodio definitivamente no es un factor que diferencia al suelo de los saladeros con el suelo del resto del bosque ya que en algunos casos como en el saladero de

GPS, el sodio aumenta a medida que nos alejamos, mientras que en otros casos, el sodio si disminuye como en el caso del saladero H-rio (Fig 2).

5.2 Comparación del sodio contenido en la dieta de los monos araña con el sodio presente en los saladeros

Al comparar el sodio en ppm entre los frutos consumidos por los monos en el período de estudio y el sodio contenido en los saladeros, se encuentra que la concentración de sodio en el suelo es bastante más alta que la concentración de sodio en los frutos (Valor T = -26,19 Valor P = 0,000 GL =13) (Figura 3). Como se esperaba, los frutos contienen niveles muy bajos de sodio.

6. Discusión

Los resultados con respecto a los niveles de sodio en los suelos no fueron los esperados, ya que lo que se esperaba era observar un gradiente de la concentración del sodio; es decir, encontrar más sodio en los saladeros y, que este se reduzca a medida que nos alejamos. Lo que se ve, en cambio, como tendencia general, es lo contrario. Esto no concuerda con otros estudios, en los que se ha encontrado que el contenido de sodio en los saladeros es más elevado que en los suelos adyacentes, apoyando así la idea de que la geofagia provee un suplemento importante de sodio (Mills & Milewski 2007).

En un estudio anterior en la misma EBT, Fabara, determinó que los elementos que predominan en los saladeros son principalmente el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) (Fabara). Sin embargo, no se realizaron comparaciones con suelos que no correspondan a los saladeros por lo que no se puede aun afirmar científicamente que diferencia al suelo de los saladeros y al suelo alejado de los saladeros. Sin embargo, de lo que se puede percibir visualmente, el suelo fuera de los saladeros por lo general está cubierto de materia orgánica, en cambio el suelo de los saladeros es más arcilloso, de una consistencia más plástica, algunos con colores grisáceos y otros con tonalidades mas bien rojizas. Puede ser mas bien que sea el material arcilloso, además de la disponibilidad, lo que hace que el lodo de los saladeros sea consumido por diversos animales, ya que el contenido de arcilla (caolinita especialmente) es un factor común en los suelos utilizados para la geofagia (Wilson 2003). Un factor que influye también es que los saladeros son sitios abiertos y libres de vegetación lo cual permite acceso y extracción fácil de estos "lodos".

En cuanto a las diferencias entre el sodio de los saladeros y el sodio en los frutos, estas son altamente significativas, el sodio en los saladeros es 100 veces mayor que el sodio en los frutos. Estas diferencias apoyan la hipótesis de que los monos araña ingieren lodo para obtener el sodio que su dieta carece. Dado que no tenemos estimados de la cantidad de comida consumida por unidad de tiempo para esta especie, estas suposiciones son tentativas. Sin embargo, si los estimados del contenido mineral de su dieta es mucho menor que sus requerimientos, su dieta regular probablemente es deficiente para ese mineral, en varios otros estudios se ha llegado a las mismas conclusiones (Rode et al. 2003).

En los meses que se realizó la colección de muestras (Junio y julio), los frutos colectados eran los únicos disponibles, por lo que se considera a los mismos como una representación casi total de la dieta de los monos araña para esos meses. Sin embargo, cabe mencionar que debido a que la cantidad de frutos disponibles era mínima, la dieta de los monos araña estaba complementada con hojas (Dew 2005), las cuales fueron bastante difíciles de colectar debido a la visibilidad (Strier 1991).

También se debe tomar en cuenta que la medición de sodio puede no ser del todo exacta ya que está sometida a errores de muestreo, a una dispersión inadecuada en el suelo, como suele ocurrir en suelos erosionados en los bosques tropicales (Wilson 2003), y también a errores en los análisis del laboratorio.

Desde hace varios años la EBT mantiene el proyecto cámaras con el propósito de documentar la presencia/ausencia de megafauna en senderos y saladeros de la estación. Del análisis preliminar de estos datos se puede apreciar como tendencia general que los monos acuden más a los

saladeros en la época seca, es decir de noviembre a marzo. En la época lluviosa (de marzo a julio) hay menos registros en los saladeros. A pesar de que es indudable que la alimentación está relacionada con la geofagia, hacen falta estudios que relacionen la fenología del bosque, es decir, la disponibilidad de frutos, por meses y la frecuencia con que los monos araña acuden a los saladeros.

Fue una pena no poder obtener los análisis de sodio del agua, ya que hubiera sido interesante comparar los niveles de sodio del agua con los del lodo. Lamentablemente las muestras se pudrieron antes de poder realizar los análisis. En un estudio en donde analizaban el contenido mineral de 5 saladeros en Malasia, se encontró que las muestras de agua tenían concentraciones de calcio, magnesio, potasio y sodio significativamente más altas que el agua de los controles (agua del río) (Matsubayashi et al. 2006). Izawa (1993) reportó la geofagia en *Ateles belzebuth* en Colombia. Análisis del suelo y el agua de los saladeros mostraron que los saladeros eran ricos en nutrientes, y que el agua de los saladeros era 3 veces más rica en sodio que agua de otros lugares.

Sin duda se requieren estudios más completos para tener un más claro entendimiento de la geofagia en *Ateles belzebuth*.

7. Conclusiones

De este estudio se concluye lo siguiente:

1. No existen diferencias significativas en el sodio de saladeros y el sodio de los suelos adyacentes.
2. La comida de los monos araña tiene niveles bajos de sodio que probablemente no cumple con sus requerimientos nutricionales. La dieta especializada de los monos araña y/o su fisiología digestiva pueden producir déficits dietéticos únicos que contribuyen a que tengan un comportamiento geofágico.
4. Aunque el sodio puede ser una de las razones por la que los monos araña acuden a los saladeros, esto no elimina otras posibilidades. Es muy probable que el lodo consumido actúe también como regulador del sistema digestivo, ya que su dieta incluye hojas que pueden tener muchos compuestos secundarios que les afecten (Izawa 1993). Además, la ingesta de suelo puede ayudar a los monos araña con niveles altos de taninos y otras toxinas en los frutos que consumen (Izawa 1993; Dew 2005).

8. Recomendaciones

La geofagia es un fenómeno multidisciplinario que ha atraído la atención de varios investigadores en los últimos años (Mahaney y Krishnamany 2003), por lo que no bastan pequeños estudios ya que abarca una comprensión ecológica mucho más grande y compleja, por esto, recomiendo investigaciones futuras complementarias como:

- Hacer una comparación de la dieta en época seca y en época lluviosa ya que en época lluviosa hay mayor disponibilidad de frutas por lo que la geofagia como suplemento mineral podría tener menos importancia.
- También sería interesante hacer comparaciones en cuanto a la composición de los grupos que acuden a los saladeros (hembras VS machos, juveniles VS adultos)
- Seguir un procedimiento estándar para el muestreo de suelos, como el recomendado por y Krishnamani 2003. "Understanding Geophagy In Animals: Standard Procedures For Sampling Soils".
- Realizar una descripción y caracterización más completa del suelo, que incluya el análisis de otros elementos.
- Tomar muestras de agua.
- Analizar si existe una relación entre la eliminación del sodio en la orina y la ingesta de sodio del suelo.

9. Referencias

- Abrahams, Peter W., and Julia A. Parsons. 1997. Geophagy in the tropics: an appraisal of three geophagical materials. *Environmental Geochemistry and Health* **19**: 19-22
- Belovsky, Gary y Meter A. Jordan. Sodium Dynamics and adaptations of a Moose population. 1981. *Journal of Mammalogy* **62**: 613-621.
- Botkin, D. B., P. A. Jordan, A. S. Dominski, H. S. Lowendorf, y G. E. Hutchinson. 1973. Sodium dynamics in a northern ecosystem. *Proc. Nat. Acad. Sci* **70**: 2745-2748
- Bravo, Adriana, Kyle E. Harms, Richard D. Stevens, and Louise H. Emmons. 2008. Collpas: Activity Hotspots for Frugivorous Bats (Phyllostomidae) in the Peruvian Amazon. *Biotropica* **40**(2): 203–210.
- Brightsmith, Donald J. y Romina Aramburu Mutioz-Najar. 2004. Avian Geophagy and Soil Characteristics in Southeastern Peru. *Biotropica* **36**(4): 534-543
- Campbell, Christina J., Filippo Aureli, Colin A. Chapman, Gabriel Ramos-Fernández, Kim Matthews, Sabrina E. Russo, Scott Suarez, and Laura Vick. 2005. Terrestrial Behavior of *Ateles* spp. *International Journal of Primatology* **26**: 1039-1051.
- Committee on Animal Nutrition, Ad Hoc Committee on Nonhuman Primate Nutrition, National Research Council. 2003. Nutrient Requirements of Nonhuman Primates: Second Revised Edition. The National Academies Press. Washington, D.C.
- De Souza, Luciane L. Stephen F. Ferrari, Marcondes L. Da Costa y Dirse C. Kern. 2002. Geophagy As A Correlate Of Folivory In Red-Handed Howler Monkeys (*Alouatta belzebul*) From Eastern Brazilian Amazonia. *Journal of Chemical Ecology* **28**: 1613-1620.

- Dew, J. Lawrence. 2005. Foraging, Food Choice, and Food Processing by Sympatric Ripe-Fruit Specialists: *Lagothrix lagotricha poeppigii* and *Ateles belzebuth belzebuth*. *International Journal of Primatology* **26**: 1107-1135.
- Fabara Rojas, José. 1999. Relación Entre La Diversidad Faunística y La Composición Química de los saladeros en un bosque húmedo tropical. Proyecto Final para el título de Ecología Aplicada. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Geissler, P.W., David L. Mwaniki, Frederick Thiong'o y Henrik Friis. Geophagy among school children in Western Kenia. 1997. *Tropical Medicine and international Health* **2**: 624-630.
- Heymann, E. y G. Hartmann. 1991. Geophagy in moustached tamarins, *Sanguinus mystax* (Platyrrhini: Callitrichidae) at the Rio Blanco, Peruvian Amazonia. *Primates* **32**(4): 533-537.
- Houston, D.C, J. D. Gilard y A. J. Hall. 2001. Soil consumption by Elephants might help to minimize the toxic effects of plant secondary compounds in forest browse. *Mammal Rev.* **31**: 249–254.
- Izawa, K. 1993. Soil-Eating by *Alouatta* and *Ateles*. *International Journal of Primatology*. **14**: 229-242.
- Johns, T. 1986. Detoxification function of geophagy and domestication of the potato. *J. Chem. Ecol* **12**: 635–646.
- Jordan, Peter A. 1987. Aquatic foraging and the sodium ecology of Moose: a Review. *Swedish Wildlife Suppl.* **1**: 119-137.
- Krishnamani, R. & William C. Mahaney. 2000. Review: Geophagy among primates: adaptive significance and ecological consequences. *Animal Behaviour* **59**: 899–915.

- Mahaney, William C., And R. Krishnamani. 2003. Understanding Geophagy In Animals: Standard Procedures For Sampling Soils. *Journal of Chemical Ecology* **29**: 1503-1523.
- Marsh, Laura K. 2004. Primate Species at the Tiptutini Biodiversity Station, Ecuador. *Neotropical Primates, a Journal of the Neotropical Section of the IUCN/SSC Primate Specialist Group* **12**: 75-78.
- Matsubayashi, Hisashi, Peter Lagan, Noreen Majalap, Joseph Tangah, Jum Rafiah Abd. Sukor and Kanehiro Kitayama. 2007. Importance of natural licks for the mammals in Bornean inland tropical rain forests. *Ecol Res* **22**: 742–748.
- Mills, A. y A. Milewski. 2007. Geophagy and nutrient supplementation in the Ngorongoro Conservation Area, Tanzania, with particular reference to selenium, cobalt and molybdenum. *Journal of Zoology* **271**: 110–118.
- Moore, B. D., K. J. Marsh, I. R. Wallis & W. J. Foley. 2005. Taught by animals: how understanding diet selection leads to better zoo diets. *Int. Zoo Yb.* **39**: 43–61.
- Rode, Karyn D., Colin A. Chapman, Lauren J. Chapman, and Lee R. McDowell. 2003. Mineral Resource Availability and Consumption by Colobus in Kibale National Park, Uganda. *International Journal of Primatology* **24**: 541- 573.
- Rothman, Jessica, Peter J. Van Soest, and Alice N. Oell. 2006. Decaying wood is a sodium source for mountain gorillas. *The Royal Society. Dept of animal Science, Cornell University. NY, USA.* **2**: 321–324.
- Setz, E. Z. F., J. Enzweiler, V. N. Solferini, M. P. Ameñdola and R. S. Berton. 1999. Geophagy in the golden-faced saki monkey (*Pithecia pithecia chrysocephala*) in the Central Amazon. *J. Zool., Lond* **247**: 91-103.

- Strier, Karen. 1991. Diet in one group of woolly spider monkeys, or Muriquis (*Brachiteles arachnoids*). *Am Journal of Primatology* **23**: 113-126.
- Sunquist, Fiona. 1991. "The Strange, Dangerous World of Folivory". *International Wildlife* January-February, pages 4-10.
- Voros, J., W. C. Mahaney, M. W. Milner, R. Krishnamani, S. Aufreiter, And R. G. V. Hancock. 2001. Geophagy by the Bonnet Macaques (*Macaca radiata*) of Southern India: A Preliminary Analysis. *Primates* **42**(4): 327-344.
- Wilson M. J. 2003. Clay Mineralogical and Related Characteristics of Geophagic Materials. *Journal of Chemical Ecology* **29**: 1525-1547.
- Yukiko Shimooka. 2005. Sexual Differences in Ranging of *Ateles belzebuth belzebuth* at La Macarena, Colombia, *International Journal of Primatology* **26**: 385-406.

10. Tablas y Figuras

Tabla 1. Contenido de Sodio (ppm) en los saladeros, a 0, 5 y 15 metros de distancia

Saladero	Concentración Sodio (ppm)		
	Punto 0	Punto 5	Punto 15
HP-S	1,0165	0,814	0,78
	0,781	0,8655	1,012
GPS	0,8185	0,8455	1,198
	0,8535	0,886	1,19
H1950	1,156	1,2125	1,21
	1,1705	1,198	1,176
H-rio	1,1635	0,914	0,831
	1,1135	0,905	0,837
S-bote	0,8755	1,173	1,165
	1,0945	1,172	1,161
Puma S	0,9625	1,181	1,067
	0,8405	0,915	1,208

Tabla 2. Contenido de sodio (ppm) en los frutos y hojas de la dieta de *Ateles belzebuth*

Frutos y Hojas			Sodio (ppm)
F1	Anacardeaceae	<i>Spondias mombin</i>	0,0288
F2	Arecaceae	<i>Iriarteia deltoidea</i>	0,0107
F3	Moraceae	<i>Ficus sp</i> (rojo chiquito)	0,0151
F4	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum ?</i>	0,0104
F5	Arecaceae	<i>Oenocarpus batagua</i>	0,0044
F6	Myristicaceae	<i>Iryanthera sp</i>	0,0052
F7	Arecaceae	<i>Spike de Iriarteia</i>	0,0049
F8	Burseraceae	<i>Protium sp</i>	0,0062
F9	N/I		0,0082
F10	Moraceae	<i>Ficus</i> (verde)	0,0172
F11	Arecaceae	<i>Spike de Astrocarium</i>	0,0031
F12	Arecaceae	<i>Astrocarium verde</i>	0,0042
H1	Menispermaceae	<i>Abuta sp</i>	0,0094

H2	Rubiaceae	0,0336
H3	N/I	0

Tabla 3. Puntos GPS de los Saladeros

Saladeros	Puntos GPS
HP-S	UTM 374314/ 9930122
GPS	UTM 371639/ 9930014
H1950	UTM 372198/ 9930965
H-rio	UTM 372103/ 9929751
Saladero BS	UTM 373360/ 9929863
Puma S	UTM 370868/ 9930905

Figura 1. Concentración (ppm) de sodio en los 3 puntos: punto 0 (en el saladero), punto 5 y punto 15 (a 5 metros y a 15 metros de distancia del saladero respectivamente)

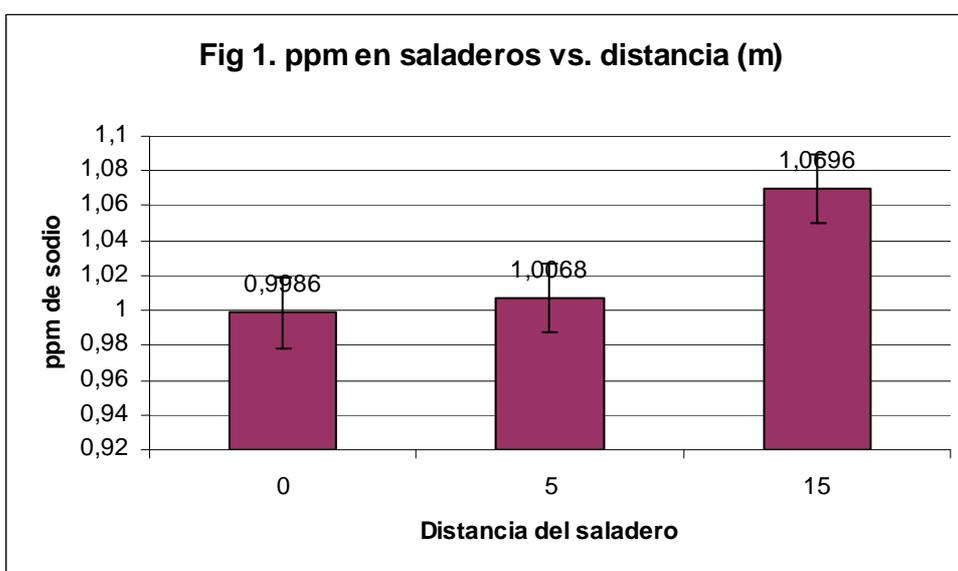


Figura 2. Concentración del sodio Saladeros vs muestras tomadas al azar

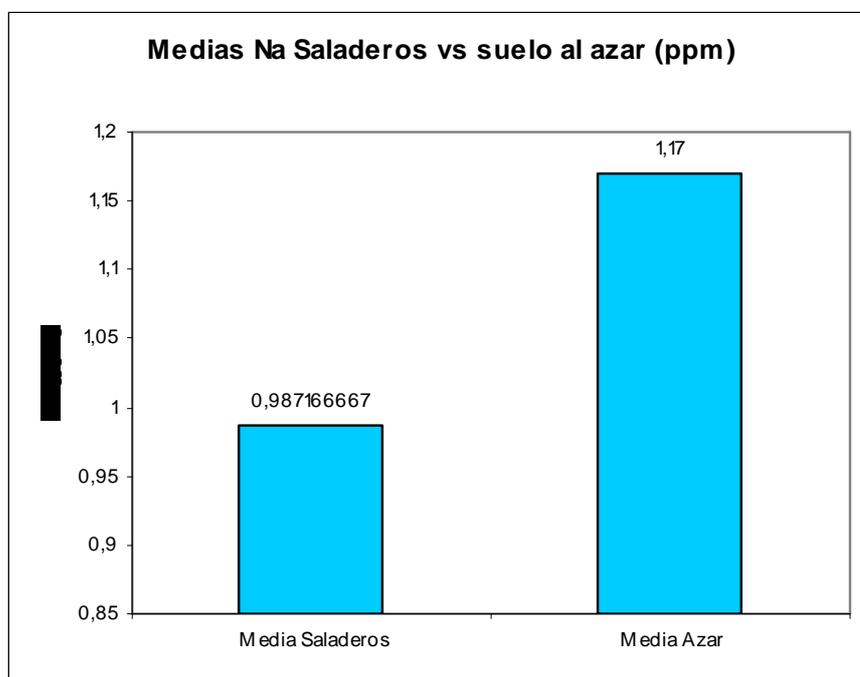


Figura 3. Concentración de sodio (ppm) en los diferentes puntos por cada saladero

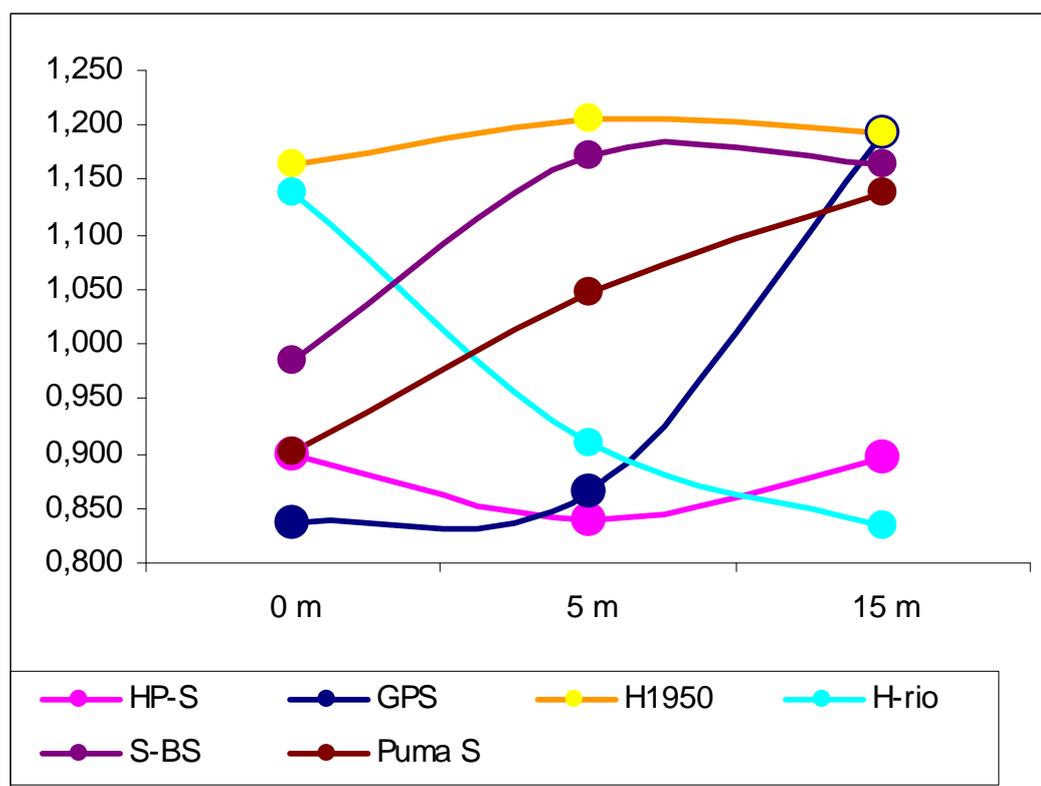
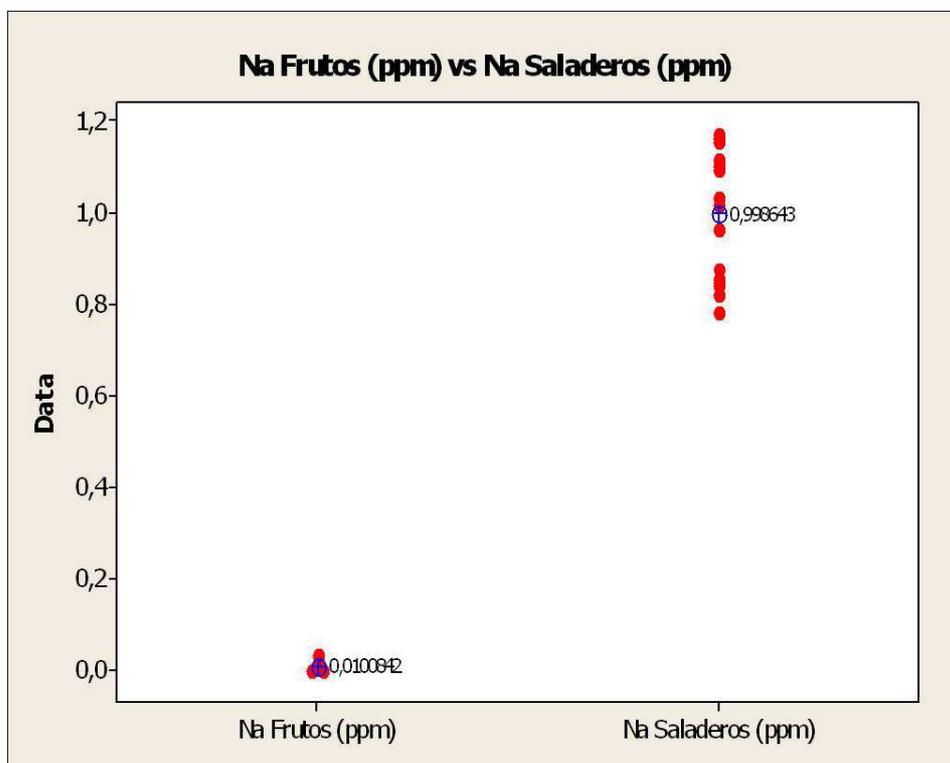


Figura 4. Concentración de Sodio (ppm) en los saladeros vs Concentración de Sodio en los frutos consumidos por A. belzebuth



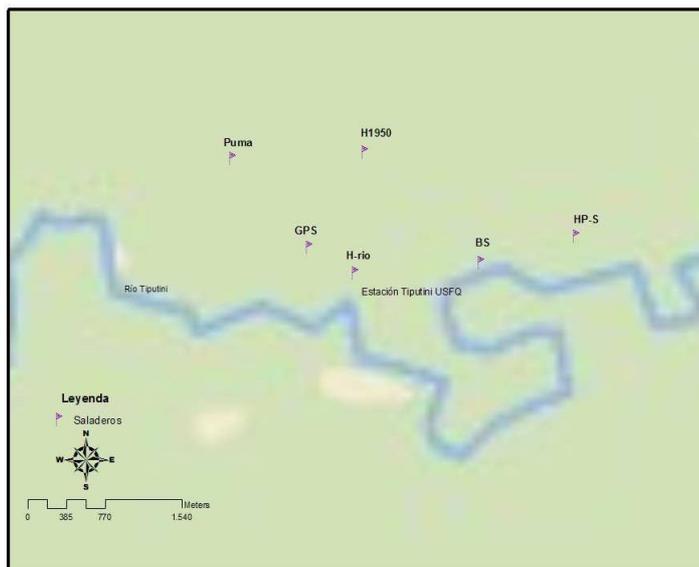
11. Anexos

Anexo 1. Vista de un saladero



Fuente: Fotografías personales

Anexo 2. Mapa de la ubicación geográfica de los Saladeros muestreados.



Anexo 3. Frutos e inflorescencias consumidos por los monos araña en junio y julio del 2008F1. *Spondias mombin*F2. *Iriartea deltoidea*F3. *Ficus sp*F4. *Abia*F5. *Oenocarpus batagua*F6. *Iryanthera*F7. *Spike de Iriartea*F8. *Protium*F9. *N/I*

F10. *Ficus verde*F11. *Spike de Astrocarium*F12. *Astrocarium verde*

Fuente: Fotografías personales

<http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/view.asp?chkbox=1729>