

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias Biológicas & Ambientales**

**Comportamiento y distribución del Pájaro Paraguas Longipéndulo  
*Cephalopterus penduliger* en el Occidente de Ecuador**

**Carlos Gustavo Morochz Andrade**

**Tesis de grado presentada como requisito para lo  
obtención del título de Licenciatura en Biología**

**Quito, Mayo del 2010**

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Comportamiento y distribución del Pájaro Paraguas Longipéndulo**  
***Cephalopterus penduliger* en el Occidente de Ecuador**

**HOJA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO FINAL**

**Carlos Gustavo Morochz Andrade**

Diego Cisneros - Heredia, MS.  
Director de Proyecto Final

.....

María de Lourdes Torres, Ph.D.  
Vicedecana del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

.....

Quito, Mayo de 2010

**© Derechos de autor**  
**Carlos Gustavo Morochz Andrade**  
**2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres por el apoyo continuo durante toda mi carrera universitaria, por haber confiado en todas las salidas de campo a realizar varios estudios. Agradezco a todos los profesores del COCIBA de la USFQ que me brindaron 5 años de buena educación. Agradezco a todos los ayudantes que hicieron posible este estudio en especial a Diego Cisneros, Dusty Becker, Jordan Karubian, Pascual Torres, Luis Benavides que me ofrecieron su experiencia y ayuda en temas de ornitología y trabajo de campo.

## RESUMEN

El Pájaro Paraguas Longuipéndulo (*Cephalopterus penduliger*) es una de las especies menos conocidas dentro de la familia Cotingidae en Colombia y Ecuador. Hasta el momento se tiene solo información acerca de distribución de semillas y comportamiento de anidación. Es una especie formadora de leks dispersos que cumplen cuatro condiciones : (1) No existe cuidado parental por parte del macho (2) los machos se reúnen en lugares concretos para llevar acabo despliegues (3) en los leks los recursos que las hembras encuentran están constituidos por los genes de los machos, el alimento y sitios para anidar (4) Las hembras son las únicas que eligen su pareja. Estas cuatro condiciones están limitadas cada una dependiendo del tipo de hábitat que ofrezca el lugar y el área de lek. En el estudio realizado en la cooperativa 23 de Junio utilizamos metodologías que permitan encontrar leks y analizar el comportamiento de la especie para saber mas de su biología básica. Se encontró que la especie es dependiente de el tipo de hábitat y la disponibilidad de alimento. El lugar de estudio es un hábitat secundaria, muy fragmentado y con pastizales por lo cual la especie se encuentra amenazada y es susceptible a pequeños cambios en el ambiente. Utilizamos un programa de entropía máxima (MAXENT) donde predijimos la distribución del nicho ecológico fundamental que coincide con lo esperado para la especie. Sin embargo comparando con la tasa de deforestación en el Ecuador el área disponible para *C. penduliger* disminuye en un 74% lo cual sugiere que se necesitan medidas necesarias de conservación y protección de la especie así como proyectos de reforestación.

**ABSTRACT**

The Long Wattled Umbrellabird (*Cephalopterus penduliger*) is one of the lesser known species within the family Cotingidae in Colombia and Ecuador. So far we have only information about distribution of seeds and nesting behavior. It is a dispersed lek-forming species that met four conditions: (a) There is no parental care by the male (2) the males gather in specific places to carry out displays (3) in leks resources that females are found consist of the male genes, food and nesting sites (4) The females are the only ones who choose their partner. These four conditions are limited each depending on the type of habitat that provides the location and area of lek. In the study on the Cooperativa 23 de Junio we use leks methodologies to find and analyze the behavior of the species to know more about its basic biology. It was found that the species is dependent on the type of habitat and food availability. The study site is a secondary habitat, fragmented and grasslands at which the species is threatened and is susceptible to small changes in the environment. We use a program of maximum entropy (Maxent) where we predicted the distribution of fundamental ecological niche that matches that expected for the species. Then comparing to the rate of deforestation in Ecuador the area of witch *C. Penduliger* needs, decreases by 74% which suggests that necessary measures are needed for conservation and species protection and reforestation projects.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	3
2.2 METODOLOGÍA DE CAMPO .....	4
2.2.1 <i>Búsqueda de leks</i> .....	4
2.3 MODELAMIENTO DE NICHO ECOLÓGICO.....	5
2.3.1 <i>Ajuste del modelo</i> .....	5
2.3.2 <i>Selección de especies</i> .....	6
2.3.3 <i>Capas ambientales</i> .....	6
2.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	7
2.4.1 <i>Evaluación de la búsqueda de leks</i> .....	7
2.4.2 <i>Evaluación del modelo</i> .....	7
2.4.3 <i>Análisis de SIG</i> .....	8
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>8</b>
3.1 COMPORTAMIENTO EN EL CAMPO .....	8
3.1.1 <i>Lek</i> .....	8
3.1.2 <i>Fuera del Lek</i> .....	8
3.2 MODELO .....	10
3.2.1 <i>Evaluación Cuantitativa</i> .....	10
3.2.2 <i>Evaluación Cualitativa</i> .....	10
3.3 CONSERVACIÓN .....	11
<b>4 DISCUSIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>6 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>18</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

El estudio de la distribución y la ecología del comportamiento y reproductiva es un aspecto importante para el desarrollo de planes efectivos de conservación de especies amenazadas y comunidades altamente biodiversas. El Pájaro Paraguas Longuipéndulo (*Cephalopterus penduliger*) es un ave rara y en peligro de extinción, sobre la que se han desarrollado pocos estudios (Granizo 2002). El Pájaro Paraguas, perteneciente a la familia Cotingidae, es endémico de la ladera occidental de los Andes desde el suroeste de Colombia hasta el noroeste de Ecuador (Jahn 1999). Se alimenta principalmente de frutas grandes de árboles de familias como Arecaceae, Lauraceae, Meliaceae y Myristicaceae, aunque también incluyen varias frutas pequeñas, invertebrados y vertebrados pequeños (Snow 1982, Berg 2000, Ridgely and Greenfield 2001). Los nidos han sido observados en los meses de Junio y Enero en el tope de helechos arbóreos del género *Cyathea* hasta 5 metros sobre el suelo en bosque secundario (Karubian 2003). Si bien parece tolerante en su selección de sitios de anidación, pudiendo escoger hábitats degradados por actividades humanas, es posible que dependan de bosques maduros para su alimentación y formación de leks (Karubian 2003). Esta especie cumple con una actividad de comportamiento reproductivo en Arena llamados leks que se encuentra en bosques lluviosos y húmedos desde los 80 hasta los 1800 metros de altura (Ridgely 1994). Según Charles Darwin los leks son un mecanismo de selección sexual que puede trabajar de dos maneras. La primera se llama selección intrasexual y es por medio de la competencia social directa entre los machos en las posiciones de apareamiento en el lek y la segunda es la selección intersexual que implica la selección de un individuo entre varios machos por parte de la hembra (Selander 1972; Williams 1975; Maynard Smith 1978; Andersson 1982a). Los sistemas de emparejamiento de lek o comportamiento en el lek se han convertido en alguno de los problemas más estudiados en la ecología de comportamiento y evolución. Los machos defienden los territorios de exhibición que las hembras visitan para copular. Hay 4 condiciones que deben cumplir (Bradbury, 1981): (1) No existe cuidado parental por parte del macho; (2) los machos se reúnen en lugares concretos para llevar a cabo despliegues; (3) el único recurso que las hembras encuentran en los leks está constituido por los genes de los machos; (4) Las hembras pueden seleccionar su pareja. Los machos de las especies que tienen un ritual en lek pasan del 80% al 90% de su tiempo en su área de apareamiento o cerca de ella. (Snow



1963,1976). El comportamiento en los leks en especies tropicales puede continuar a lo largo de 7 a 9 meses de temporada de apareamiento. (e.g Stiles and Wolf, Levey and Stiles 1994). Periodos extendidos de tiempo dentro del lek pueden ser necesarios por dos razones. Primero, la competición intrasexual es fuerte y prolongada en las interacciones machos- machos. Estas interacciones son frecuentes y definen el dominio de las relaciones entre machos o usadas por las hembras como señales para elegir machos (Avery 1984, McDonald 1989a, Atwood, Fitz y Bamedberger 1991). El canto continuo y la danza de un macho en el lek es una indicación esencial de ser dueño del área. (Snow 1974). Segundo, los escenarios iniciales de cortejo, seguidos por la copulación, ocurren dentro del lek. Por lo tanto, para maximizar las oportunidades de apareamiento, los machos tienen que estar disponibles cuando una hembra arribe al lek (Stiles and Wolf 1979). Una condición necesaria para la evolución del comportamiento de los leks es tener tiempo suficiente más allá del requerido por el auto-mantenimiento como actividades de alimentación. (Snow 1962,1963). De hecho, la evolución de los leks es probablemente limitada a las especies en cuales los machos pueden dedicar la mayoría de su tiempo a la defensa del territorio de lek y al cortejo.(Stiles y Wolf 1979)

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

*Cephalopetrus penduliger* es considerada como una ave endémica del choco Ecuatoriano-Colombiano por lo tanto es importante considerar su rareza y la falta de estudios científicos sobre su ecología, evolución, comportamiento y distribución que hacen difícil el desarrollo efectivo de estrategias que permitan su conservación a largo plazo. De manera que es importante iniciar con un proyecto de monitoreo de la población al Noroccidente del Ecuador que permita incrementar la información sobre la especie, en particular en un área de importancia para las aves como es el choco andino. El hábitat del Pájaro Paraguas se ha visto afectado por áreas muy fragmentadas debido a la agricultura, ganadería y tala selectiva de los bosques. Por esta razón es necesario estudiar esta especie y si estos impactos podrían afectar las poblaciones que solo habitan en bosques primarios. Una de las poblaciones más grandes se encuentra en la Reserva Bilsa en la Provincia de Esmeraldas de la cual se han realizado estudios sobre esta especie. Por lo tanto es importante comparar y aportar con más datos útiles para entender el comportamiento y los hábitats requeridos por *C. penduliger*.

### 1.3 OBJETIVOS

- Incrementar el conocimiento sobre la distribución y ecología del Pájaro Paraguas.
- Mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los individuos en el lek.
- Promover la conservación de la especie en el noroccidente del Ecuador y la región del choco Ecuatoriano-Colombiano.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio lo realizamos en la Cooperativa 23 de Junio que se encuentra en el cantón de San Miguel de los Bancos (79°50'W, 0°01'S), en la provincia de Pichincha al norooccidente de Ecuador (Figura 1). Su riqueza biológica y sus niveles de endemismo de flora y de avifauna son significativos, pero durante las últimas décadas la región ha estado propensa a un intensivo proceso de colonización y explotación no sustentable de sus recursos por campesinos itinerantes. Su diversidad paisajística lo convierte en una zona con alto potencial para el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ecosistémicos. El estudio lo realizamos en los meses de Agosto del 2009 a Abril del 2010. Su formación vegetal posee una flora extensa caracterizada por el Bosque Siempreverde Montano Bajo (1300-1800 msnm) y Piemontano, además de pastizales: Aguacatillo (*Nectandra* sp.); Ají de monte (*Chysochlamys* sp.); Aliso (*Alnus ferruginea*); Arrayán lacre (*Eugenia uniflora*); Arrayán rojo (*Eugenia* sp.); Balsa (*Ochroma pyramidale*); Canelo amarillo (*Licaria limbosa*); Canelo blanco (*Ocotea cernua*); Canelo negro (*Licaria limbosa*); Carachacoco (*Virola* sp.); Cascarillo (*Cinchona mycrophylla*); Cedrillo (*Guarea ruagea*); Cedro (*Cedrela montana*); Ceibo (*Ceiba pentandra*); Chachacomo crema (*Escallonia myrtilloides*); Chilca (*Baccharis quitoensis*); Chumbil (*Clusia alata*); Colca (*Brachyotum graciencens*); Colorado (*Mauria birringo*); Colorado manzano (*Mauria hirringo*); Copal (*Dacryodes capularis*); Duco (*Clusia glabra*); Gramalote (*Axonopus scaparius*); Guarumo (*Cecropia* sp.); Guayabilla (*Psidium guineense*); Helecho de árbol (*Alsophyla* sp.); Hoja de cura (*Gunnerappilosa*); Holco (*Holcus lanathus*); Jigua (*Nectandra reticulata*); Lacre (*Dacryodes kukashyana*); Lashipa (*Hymenophyllum fuccoides*); Lirio del cerro (*Isis germanical*); Malva (*Althaea rosea*); Matapalo (*Cousapoa* sp.); Mora (*Herytella sylvestris*); Motilón (*Hyonima asperifolia*); Olivo (*Olea europea*); Ortiga (*Loasa* sp.); Roble (*Trema integerrina*); Saboya (*Penicum maximum*); Sangre de

gallina (*Vismia baccifera*); Sanshi (*Coriaria thymifolia*); Sapán de paloma (*Trema integerrina*); Suro (*Chusquea scandens*); Tachuelo (*Zantoxylum tachuelo*); Tangare (*Carapa guianensis*); Tarqui (*Herosmun seabrum*); Yesca (*Senecio iscoensis*); Zabaleta (*Banara guianensis*), Zig-zig (*Cortaderia radiuscula*). El dosel se encuentra entre los 25 a 30 metros de altura, las epifitas, musgos, helechos y orquídeas son abundantes debido a la gran precipitación que existe (Sierra, 1999).

## **2.2 METODOLOGÍA DE CAMPO**

En el estudio realizamos búsquedas de leks de Pájaro Paraguas Longuipéndulo (*Cephalopterus penduliger*) y observamos el comportamiento de la especie desde puntos de observaciones precisas generando el menor impacto posible.

La búsqueda de leks se dividió en diferentes etapas. Cada una de estas etapas tuvo su respectivo equipo de campo y sus respectivas metodologías. En la primera hallamos puntos estratégicos ubicándonos en sitios donde se han observado individuos. La segunda etapa verificamos y confirmamos la presencia de un lek. La tercera establecimos el punto óptimo y preciso para la observación del comportamiento fuera y dentro del lek sin generar impacto.

### **2.2.1 Búsqueda de leks**

Durante cinco meses nos enfocamos en la audición, ubicándonos en puntos estratégicos de registro de *Cephalopterus penduliger*. Para los horarios de leks y rituales de *C. penduliger* tomamos en cuenta horarios de *Rupicola peruviana* especie de la misma familia con lek clásicos al noroccidente del Ecuador que comparten territorio con *C. penduliger* y sus horarios van desde las cinco y media de la mañana hasta las nueve de la mañana. Espere en los sitios de dos a cuatro horas, y realizamos observaciones marcando puntos con GPS (Global Positioning System) para evitar volver al mismo lugar. Desde estos puntos escuchamos el canto que indica el ritual de *C. penduliger* y determinamos el punto como un posible sitio de lek.

Desde los posibles sitios de lek, ratificamos la presencia de estos teniendo registro de cinco a 10 días seguidos de presencia de cantos y observación de individuos. Colectamos cantos en intervalos de 10 minutos. Los intervalos comenzaron desde la hora del primer canto y terminaron con el último o con la observación del individuo fuera de el área. Analice

factores de dependencias con el clima , que son de buen interés para correlacionar los comportamientos de cantos de manera que me ayuden a entender el comportamiento dentro del Lek. Los cantos fueron llamados “balar” debido a la similaridad del mugido de un toro. Es por esto su nombre común Pájaro Toro. Finalmente determinamos puntos de observación para investigadores y turistas que generen el menor impacto posible a los leks.

Para el comportamiento de los individuos realizamos observaciones generales como su percha, forma de vuelo, hábitos alimenticios, congregaciones de machos, características físicas y morfológicas. Apoyados por evidencia fotográfica y de video. Esto ocurría luego de su cortejo dentro del lek.

### **2.3 MODELAMIENTO DE NICHOS ECOLÓGICOS**

El modelo de nicho ecológico esta basado en la localización de especies y de información espacial de variables ambientales que está formado por factores bióticos y físicos que forman parte de una n-dimensión de espacio donde interacciones intrínsecas proveen las condiciones necesarias para mantener poblaciones viables de especies (Hutchinson 1957). Integramos el modelo en un sistema de información geográfica (Sig) para que lo análisis infieran en el nicho fundamental usando algoritmos estadísticos.

#### ***2.3.1 Ajuste del modelo***

Para modelar nichos ecológicos hay varios métodos que varían según como la distribución responda. La idea es estimar la distribución encontrando la distribución de máxima entropía es decir lo más cercano a lo uniforme. Definimos las funciones para cada variable, y medimos sus contribuciones. De esta manera aseguramos el método mas apropiado. Para *C.penduliger* escogimos registros de presencia y ausencia. Los datos fueron tomados de libros de Colombia y Ecuador (Tabla1)

La distribución geográfica de la especie fue modulada de la lista de localidades georeferenciadas de ocurrencia de *C. Penduliger* de Ecuador y Colombia. La clave es predecir que áreas dentro de las regiones satisfacen los requerimientos de nichos ecológicos de la especie y esto forma parte de el potencial de la distribución de la especie (Anderson & Martinez-Meyer, 2004). Analizamos los datos de presencia en MAXENT-Método de Entropía Máxima. Usamos este método debido a que trabaja muy bien con solo

presencia de la especie. MAXENT esta basado en el principio que las distribuciones estimadas deben estar de acuerdo con toda la información obtenida de condiciones ambientales en la localidades de ocurrencia. (Pearson *et al.* 2007; Phillips y Dudik 2008). La definición matemática de MAXENT, su ejecución y prueba son presentadas por Phillips *et al* (2004,2006). La parametrización, prueba estadísticas, verificación, validación, sensibilidad y afinación y la introducción de nuevas extensiones para mejorar su rendimiento fueron presentados por Phillips y Dudík (2008). Utilizamos MAXENT porque supera constantemente la mayoría de los métodos que son de solamente presencia (incluyendo GARP), teniendo una mejor discriminación entre las áreas convenientes de las inadecuadas (Phillips *et al*, 2006); teniendo la capacidad de encajar las respuestas complejas, incluyendo interacciones y seleccionando un sistema relevante de variables, produciendo de esta forma el buen funcionamiento en diversos niveles regionales y taxonómicos, y producir resultados útiles con los tamaños de muestras pequeñas de los datos del lugar, aun tan pequeño como cinco ocurrencias (o presencias), siendo los métodos mas capaces en la mayoría de las evaluaciones.

### **2.3.2 Selección de especies**

Implementamos MAXENT usando la versión 3.3.2. . Corrimos 320 veces el modelo con un multiplicador de regularizacion de 0.45. De las 31 localidades de ocurrencia un 25 % se uso para probar el modelo, y el 75 % para entrenar al modelo y con resultados cumulativos. El programa uso 10000 puntos al azar mas los de ocurrencia para determinar la distribucion.

### **2.3.3 Capas ambientales**

La parametrización estuvo basada en la altitud y en BioClim que incluye 19 variables bioclimáticas que son importantes para caracterizar el rango de las especies derivadas de la temperatura mensual y la climatología de lluvias (Hijmans *et al*, 2005).

MAXENT es muy robusto a la covariancia entre variables, por lo tanto redujimos los datos para mejorar la interpretación de la información ambiental. Del total de 20 variables de capas se redujo a una cantidad mas informativa y de menos correlación de variables. Primero corrimos el modelo para todas las localidades de *C. penduliger* con todas las 20 capas (Bioclim+altitud) y estudiamos el análisis de contribución de las variables proveídas por MAXENT, incluyendo las pruebas de Jackknife de la importancia de las variables.

Evaluamos cada una de ellas para la especie y las mas relevantes y informativas fueron preseleccionadas. Como resultado , el conjunto de datos se redujo a 13 variables (Tabla 2).

## **2.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS**

### ***2.4.1 Evaluación de la búsqueda de leks***

De la base de datos obtenidas para *Cephalopterus penduliger* analizamos los diferentes comportamientos que dependieron de la tasa de cantos en los días que realizamos las observaciones, Estas secuencias permitieron analizar factores de dependencias y interacciones comunicativas entre el grupo que son los principales puntos de interés. Y correlacionamos los comportamientos por el numero de cantos para entender el comportamiento dentro del Lek tomando en cuenta variables climáticas.

### ***2.4.2 Evaluación del modelo***

Evaluamos los modelos a través de pruebas cuantitativas y cualitativas, incluyendo la prueba del umbral independiente y dependiente, a través de evaluaciones visuales, y la importancia de las variables y curvas de respuestas (Cisneros, 2008) Usamos la área bajo de la curva (AUC) de un cuadro de un operador de recibimiento de características (ROC) como la medida de lograr el éxito de la predicción. Los valores de AUC van de 0 a 1; 0.5 indicando que el modelo no tiene poder de predicción siendo así no mejor que una predicción al azar, modelos con valores  $> 0.9$  son considerados altamente exactos, discriminando bien entre áreas donde la especie se sabe que ocurre de las áreas donde no lo hace, mientras que los valores debajo de 0.5 indicarían una relación peor que esperado por casualidad (Cisneros,2008). El rendimiento del modelo lo evaluamos seleccionando dos umbrales: el umbral de balance y el de la especificidad y la sensibilidad equitativa del modelo, donde el nivel de significancia, omisión y área predicha fueron estudiados. Para evaluar la importancia de cada una de las variables, estudiamos las curvas de repuestas, los análisis de contribución de cada variable y las pruebas de Jacknife de la importancia de variables. En las evaluaciones cualitativas incluimos comparaciones visuales de los rangos predichos con otros mapas, los rangos conocidos de distribución de la especie, y inspeccionamos la capacidad de discriminar patrones biogeográficos y características topográficas conocidas.

### **2.4.3 Análisis de SIG**

Desarrollamos un sistema de información geográfica que fue basado en los mapas de MAXENT. Utilizamos ArcView.GIS 3.3 (ESRI) con análisis espacial para analizar datos y producir información pertinente. Creamos Mapas a través de las celdas graficas de MAXENT evaluados en la misma sensibilidad y el umbral de la especificidad. Combinamos las capas con una capa de deforestación del 2001- (PROMSA-CDC 2001) mediante el cálculo del mapa en ArcView.

## **3 RESULTADOS**

### **3.1 COMPORTAMIENTO EN EL CAMPO**

#### **3.1.1 Lek**

##### Lek 1

Tras observaciones en un periodo de 5 meses en Enero del 2010 hallamos el primer lek (S0 02 07.9 W78 52 53.8) a 1181 m.s.n.m. Despues de hallar el lek realizamos durante dos meses observaciones y audiciones a una distancia de 255 m y colectamos la tasa de cantos por horarios con intervalos de 10 minutos. Asi definimos los horarios de inicio y finalización del comportamiento en el lek de 5:30 hasta las 6:45 am (Tabla 3). El tiempo de mayor actividad de cantos fue de 6:15 a 6:25 am (Figura 2). Analizamos variables climáticas versus la tasa de cantos que indican que prefieren un clima ligeramente nublado y garúa. Y evitan los dos extremos soleado y lluvia (Figura 3).

##### Lek 2

Encontramos en Marzo del 2010 (S0 03 28.0 W78 51 37.6) a 1546 m.s.n.m. y no se colectaron registros de cantos de los individuos en el lek dos por falta de tiempo y la complicidad del terreno. Para este lek realizamos observaciones de características generales de la especie una distancia de 155 m.

#### **3.1.2 Fuera del Lek**

La actividad diaria en el lek la dividimos en 5 eventos en las 12 horas del día que estaban activos. *Cephalopterus penduliger* dedica una hora a su cortejo, 30 minutos perchado luego

de su cortejo, una hora para alimentarse , 30 minutos perchado luego de alimentarse y el resto de tiempo a descansar en el área de lek que es su territorio a ser defendido (Figura 4). La percha ocurrió por posibles casos de depredación ya que observamos que se asustaban del orden Falconiformes.

Observamos características generales del comportamiento de los individuos al momento de salir de su área de lek. La Percha, forma de vuelo, hábitos alimenticios, congregaciones de machos, características físicas y morfológicas fueron evidenciadas por fotografías y videos. La forma en como realizan su ritual es única para la especie. El aleteo es la forma de seducir a las hembras y defender el territorio. El despliegue o ritual es igual al mugido de un toro y erizan sus plumas e inflan su corbata con movimientos balanceándose hacia delante y atrás. El canto lo emiten la segunda vez que van hacia delante. Su percha es en el dosel de los árboles. La forma de vuelo es parecida con batidas de alas dos veces y un planeo continuo (figura 5) . Obtuvimos registros de dos a ocho machos que se congregan luego del horario de lek y se los ve alimentándose en un mismo árbol realizando su ritual de lek en áreas abiertas. En este lugar escuchamos su canto y gruñíos. Estimamos que los machos miden 40 cm y poseen una corbata de 50 a 60 cm de largo. Su plumaje cuando son adultos es negro y al desplegar sus alas la parte interior es blanca. Los juveniles no tienen bien formada su cresta y corbata, muchas veces confundiéndolos con hembras. Las hembras son de menor tamaño, no poseen corbata y su cresta es muy pequeña. Las hembras son mas ariscas que los machos y son difícil de hallarlas ya que no defienden un territorio de lek. Solo observamos una hembra lejos del área de lek 1 y varias hembras en el lek 2.

Los machos se alimentan en áreas abiertas cerca del lek, colectamos dos muestras de alimento de familias de Lauraceae y Moraceae de las especies (*Nectandra reticulata* y *Ficus spp*). *Cephalopterus penduliger* es especialista en su tipo de alimento. En el lek uno *C.penduliger* se alimento de *N.reticulata* en el mismo árbol durante casi dos meses. En el lek dos no se obtuvieron registros de cantos y morfología los individuos por falta de tiempo. Pero se observo a *C.penduliger* alimentándose de *Ficus spp*. antes su regreso al lek. Se alimentaban de cinco a ocho frutos todos los días en la mañana (Figura 6 y 7)



Se realizaron observaciones en la tarde pero no hubo registros de rituales ni cantos en el área de lek. La observación de individuos es menor y no se los encuentra alimentándose en el área del lek.

### **3.2 MODELO**

MAXENT estimo la distribución de destino encontrando la entropía máxima de distribución (cercana a lo uniforme) sujeto a la restricción que el valor esperado de cada característica bajo esta distribución estimada concuerda con su promedio empírico. Esto resulta ser equivalente, en virtud de la dualidad convexa, para encontrar la probabilidad máxima de la distribución de Gibbs (distribución que es exponencial en una combinación lineal de características). Las localidades de ocurrencia de la especie sirvieron como puntos de muestreos, la región geográfica de interés es el espacio en donde la distribución es definida y las características son las variables ambientales (Figura 8).

#### ***3.2.1 Evaluación Cuantitativa***

Los nichos ecológicos para *C. Penduliger* produjeron mejores predicciones que al azar. Todas las predicciones tienen un alto significado de AUC ( $p < 0.001$ , prueba binomial de omisión de un extremo) para los 320 modelos. La media de todos los AUC sobrepasa 0.90, sugiriendo que todas las predicciones son bien exactas (Figura 9).

El umbral equitativo de la sensibilidad y especificidad de los 320 modelos tienen un promedio de 16.4811 y todos son altamente significativos ( $p < 0.001$ ).

Las capas ambientales con la mayor ganancia de aislamiento y con la mejor información de estas mismas para *C. penduliger* son la altitud, bio4 y bio18. Las que contribuyen menos fueron bio 13 y bio10.

#### ***3.2.2 Evaluación Cualitativa***

Generamos 320 mapas que predijeron bien el umbral equitativo de sensibilidad y especificidad. Las predicciones discriminaron bien características geográficas donde *C. penduliger* no se encuentra como en los paramos, en la parte seca de golfo de Guayaquil y las tierras bajas de Colombia; el modelo predijo con ocurrencia desde la parte suroeste de Colombia, el occidente de Ecuador hasta el sur con el último registro en el oro se tomó el promedio de todos los gráficos (Figura 10).

Las predicciones de MAXENT para cada celda fueron valores acumulativos, representados en porcentajes que son la probabilidad estimada de la distribución de cada análisis. Este programa uso algoritmos que convierten la probabilidad óptima de distribución. Así estimamos la distribución más uniforme del área estudiada tomando en cuenta las variables ambientales. De estos gráficos utilizamos un sistema de información geográfica para sacar los promedios y delimitar la distribución óptima. Utilizamos un mapa de la deforestación del Ecuador del 2001 y restamos las áreas deforestadas de la distribución óptima. El área de nicho fundamental para la especie fue de 95.567 km<sup>2</sup> representado por las áreas verdes (Figura 11) y la deforestación solo representada en el Ecuador disminuyo un 74% el nicho fundamental y dejo un área de 23.500km<sup>2</sup> representadas por las áreas rojas (Figura 12)

### **3.3 CONSERVACIÓN**

Georeferenciamos localidades de ocurrencia, de un conjunto de coordenadas geográficas donde la especie fue observada. Adicionalmente utilizamos datos de variables ambientales como temperatura mínima, media, máxima y la precipitación. Estas fueron medidas o estimadas en una región de interés que predijeron que áreas en las regiones satisfacen los requerimientos del nicho ecológico fundamental de *Cephalopterus penduliger* y esto forma parte de la distribución potencial de la especie. (Anderson & Martinez- Meyer, 2004). La distribución potencial nos mostró donde las condiciones son mas cómodas para la supervivencia de la especie y la gran importancia para la conservación.

#### 4 DISCUSIÓN

La cooperativa 23 de Junio es una zona altamente deforestada y los únicos fragmentos de bosque que quedan intactos son las quebradas. Ambos leks son de gran importancia para la conservación de la especie. Notamos que el comportamiento en cada lek difiere en horarios de cantos, hábitos alimenticios, disponibilidad de hembras y machos, topografía del terreno. Entonces ¿Cual es la preferencia de los *C.penduliger* al escoger el lugar del lek?. Y ¿cual seria la función de que este ubicado en este lugar?.

Los dos leks están separados a una distancia de 3 Km a diferentes altitudes. El lek uno se encuentra en un área de ocho hectáreas y a sus alrededores se encuentran fincas donde se los encontró alimentándose. El fragmento de bosque es un centro de atención, un punto de interés en el que los machos y hembras llegan de diferentes direcciones y el canto se lo escucha 300 metros a la redonda que dependiendo de la topografía. El Lek dos posee características diferentes comparando con el primero. Las características del bosque igual sugieren que el lek esta formándose o separándose por ser una zona muy intervenida por la agricultura y ganadería. La topografía donde se encuentra el lek dos es en una unión de siete quebradas. En el lek dos no colectamos cantos que nos den una idea de horarios y tasa de cantos como en el primero. Pero sin duda la veces que realizaron su display los cantos empezaron más temprano. Los horarios de inicio comenzaban a las 5:45am y terminaron a las 6:25am. Mas temprano que en el lek uno. Esto es debido a que en esta área amanece mas rápido y la actividad comienza antes.

A diferencia de otras especies que tienen lek clásicos *C. penduliger* es una especie formadora de lek dispersos (Payne, 1984). En los lek dispersos, los machos se exhiben separados por distancias considerables (Bradbury, 1981). Consecuentemente, los machos defienden territorios mas extensos en los que las hembras pueden alimentarse e, incluso anidar (Ligon, 1999) lo que incumple con la tercera condición propuesta por Bradbury. En el estudio *C. penduliger* cumple con las cuatro condiciones de Bradbury y también es un lek disperso. Según Payne *C.penduliger* está clasificado como formador de lek dispersos. En el estudio observamos congregaciones de dos a ocho individuos muy parecidos a los comportamientos de lek clásicos. En términos de evolución los rituales de lek evolucionaron independientemente en el caso de 11 familias de aves, y entre la mayoría los

leks evolucionaron en varias instancias independientes. Esto quiere decir que en el caso del *C. penduliger* de la familia cotingidae y la familia pipridae (manakins) que son una taxa hermana. Podemos creer que el ritual de lek clásico o disperso en estas familias es común, sin embargo los resultados de Hoglund's demuestran que el ancestro común no tenía ninguna actividad relacionada con leks. Por lo tanto no es correcto asumir que el ritual de lek disperso para *C. penduliger* es común y clasificado como lek disperso entre las cotingas simplemente por evolución común, ya que los rituales de lek solo a evolucionado un mínimo de tres veces en este grupo. (Hoglund's 1989). Puede también ser que el nivel de congregación de los machos puede variar dependiendo de variables como la densidad de la población, la tasa de encuentro con las hembras, la disponibilidad de hembras y la disponibilidad de territorio. *Cephalopterus penduliger* es una especie vulnerable y en la cooperativa 23 de Junio se encuentra marginada a vivir en pequeños fragmentos de bosque y por lo tanto puede ser el motivo por el cual se reúnen en grupos.

En el estudio no observamos agresividad ni competitividad entre machos lo cual puede ser un factor importante por el cual la paradoja de (Borgia, 1979) puede ser descartada. Esta se define en relación a la intensidad en que las hembras escogen machos con exagerados rasgos secundarios (Agresividad y competencia por territorio) como indicación de mejores genes, la selección unánime de estos machos llevara a una perdida rápida de la variación en la calidad genética de los machos y la hembras no ganarían nada de su elección. El potencial de las hembras en los leks dispersos para escoger machos es mayor que en los leks clásicos. Ya que la posibilidad de aprovechar los recursos del territorio del macho durante la visita son más amplios y la interferencia entre machos es menor, esto permite que las hembras se queden por más tiempo y hagan una mejor evaluación de la calidad fenotípica del macho según sus preferencias, por lo tanto aumentando los beneficios la elección de su pareja y así no habría perdida de variación genética.

La evolución de los leks en aves y otros vertebrados puede ser mejor entendida considerando, en adición a los factores ecológicos y filogenéticos, las características y consecuencias del procesamiento de comida después de la ingestión. La alimentación de frutas es predominante en las especies de leks. Aproximadamente de 130 especies conocidas que hacen lek, al menos 100(Payne, 1984) se alimentan exclusivamente de frutas. La mayoría de las frutas son energéticamente pobres, nutricionalmente

voluminosas, y tienen una porción considerable de semilla indigestible (Morton 1973, Stiles 1980, Moerdmond y Denslow 1985). *Cephalopterus penduliger* en el estudio se alimenta de frutos y su permanencia en el lek era mas importante que la cantidad de alimento que ingiere. Existen limitaciones en la cantidad de alimento que se procesa y tiene dos implicaciones importantes para la evolución del comportamiento en el lek de *C. penduliger*. La primera propone una restricción en el presupuesto de energía limitando la cantidad en que el alimento puede convertirse en energía usable. Y segundo, se determina que una larga porción del presupuesto de tiempo diario debe ser usado en digestión y absorción de comida. (Diamond et al. 1986). Estas limitaciones permiten a *C. penduliger* asignar la mayoría del tiempo en el día a un comportamiento territorial y de cortejo en el lek sin arriesgar su energía consumida. Más importante, el tiempo usado en digestión de comida puede ser usado simultáneamente en el ritual de lek o en otras actividades sin comprometer el límite más alto de adquisición de energía. Bajo estas limitaciones la cantidad de adquisición de energía no puede incrementar, cuando se incrementa el tiempo dedicado al forrajeo. Entonces las especies como *C. penduliger* es un maximizador de energía en vez de minimizador de tiempo. Por lo tanto el Pájaro Paraguas longipéndulo está dedicando su tiempo de digestión en buscar pareja para aparearse y esto asegura la supervivencia de la especie.

En los mapas de MAXENT utilizamos un sistema de información geográfica para sacar los promedios y delimitar la distribución que se coherente. Utilizamos un mapa de la deforestación del Ecuador del 2001 (Figura 12) y restamos las áreas de su hábitat disponible (Figura 11). Esto disminuyo el área considerablemente que es la causa por la cual *C.penduliger* se encuentra marginado en grupos pequeños de individuos, afectados por la deforestación y la limitación de alimento que restringe la distribución de la especie.

En el Ecuador algunos lugares se encuentran escondidos y son maravillosos sitios de observación de aves. El aviturismo se ha puesto de moda desde hace 4 años en la región del Chocó por la cantidad de especies exóticas y endémicas. Este es el caso de la Cooperativa 23 de Junio donde realizamos el estudio que nos proporciona información de las características esenciales, así como su ecología, comportamiento y distribución del Pájaro Paraguas un ave rara y difícil de observar. La especie en la cooperativa se encuentra hábitats fragmentados y deforestados que alteran su actividad diaria haciéndola sentir

amenazada y desprotegida en sus sitios de lek. Los leks son lugares de gran atractivo donde los turistas quieren observar cuál es su comportamiento ya que proveen un escenario excelente de selección sexual. Sin embargo se necesitan límites y restricciones para la observación ya que puede alterar el comportamiento de la especie. La Cooperativa 23 de Junio debe tomar en cuenta que *C. Penduliger* es una especie en peligro de extinción y se necesita un buen manejo de cómo llevar a cabo un buen proyecto de aviturismo y tomar en cuenta consideraciones bioéticas que favorezcan a la cooperativa y a la conservación pájaro paraguas.

Con la información que obtuvimos de la observación y la búsqueda de leks de *C. penduliger*, da un peso extraordinario a la Cooperativa 23 de Junio que necesita conservar el lugar. Así ayudamos que la zona sea reconocida a nivel mundial y que se fomente la investigación a favor de la conservación de especies de flora y fauna. Esto atrae a los turistas que quieren observar sus especies de interés. Esta información será difundida a la Cooperativa 23 de Junio donde se deben tomar en cuenta consideraciones éticas que sirven en aspectos sociales, ecológicos, rigor científico, honestidad y profesionalismo para llevar a cabo un buen manejo del aviturismo y conservación. Los turistas de aves les importa la conservación de las especies de aves que a ellos les gustan por lo tanto es importante la conservación de los hábitats y recursos naturales de los leks de *C. Penduliger* en la Cooperativa 23 de Junio. Así se compromete con la conservación del patrimonio natural y en este caso de la especie en importancia. En la Cooperativa 23 de Junio debe considerarse el desarrollo de los grupos humanos que viven. La cultura y la naturaleza están muy ligados, ya que la conservación de los recursos depende de la concepción que tienen los seres humanos y su entorno por lo tanto es preferible que la cooperativa proteja la flora y fauna (*C. penduliger*) que son la única fuente de recursos e ingresos por turismo.

La estrategia de ofrecer mucho y cumplir poco perjudica a la cooperativa por lo tanto es importante que de los resultados de la investigación proporcionen datos interesantes que ayuden a la cooperativa a saber que no siempre van a cumplir con lo ofrecido en su publicidad (*C. penduliger*), ni podrán llenar las expectativas de sus clientes. Por ejemplo *C. penduliger* es un ave difícil de ver que muchas veces no pueden ser garantizadas, como es el caso de la cooperativa con sitios de poca infraestructura o horarios difíciles que

complican lo propuesto. Esto decepciona los turistas dando una terrible fama y credibilidad, disminuyendo la clientela.

El guía de turismo juega un papel muy importante, ya que es él quien transmite la información y conduce al grupo proveyéndole información de las aves y en especial de *C. penduliger*. Se requiere de Profesionalismo al momento de llevar turistas a observar el Pájaro Paraguas: los servicios deben ser buenos, la puntualidad y seriedad es importante cuando se trata con especies amenazadas y se necesita que los datos de observación sean reales.

Estas estrategias necesitan de un buen manejo del negocio. El aviturismo puede ser bien organizado si se respeta y se mantiene el equilibrio en la naturaleza. La Cooperativa 23 de Junio se podría beneficiar de estos recursos que no alterarían el medio ambiente si se los maneja con orden y con criterios profesionales que no destruyan la naturaleza. Es importante que se tomen medidas específicas en el caso de *C. penduliger* que al ser una especie en peligro de extinción se necesita un cuidado y unas normas mas rigurosas para mantener la población viable. En la cooperativa y sus alrededores por el momento esta especie es la única razón por la cual visitan el lugar, y con la perdida de hábitat, la continua deforestación y el mal manejo del turismo se perderían, y por ende la especie emigraría y su única fuente de ingreso por turismo se perdería.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los puntos de observación para investigadores y turistas que generen el menor impacto posible a los leks serán de información importante para la cooperativa 23 de Junio para futuros proyectos de conservación y protección de esta especie, además de proyectos de turismo controlados.
- La actividad máxima de cantos indico que son leks activos. Y por lo tanto es importante que se sigan investigaciones del comportamiento reproductivo para entender patrones de selección sexual.
- La deforestación es uno de los mayores problemas de conservación ya se observo que son dependientes del tipo de alimento que esta disponible según el área.
- Las áreas privadas son importantes para disminuir el impacto de la deforestación
- La disponibilidad de alimento en la cooperativa 23 de Junio limita la distribución de *C.penduliger* a pasar mas tiempo en el área de lek. Siendo así un minimizador de tiempo y maximizador de energía prefiriendo la posibilidad de copular antes que alimentarse.
- Los modelos ecológicos proveen importante información para estimar los efectos de la deforestación y el cambio climático y para realizar decisiones efectivas de conservación. Sin embargo, se debe reconocer que los modelos son predicción, y se debe mejorar tanto los datos ingresados como la calibración, parámetros y regularización para mejorar su poder y reflejar diferencias taxonómicas, biogeográficas y ecológicas.



## 6 BIBLIOGRAFIA

- Andersson, M. (1982a). Sexual selection, natural selection, and quality advertisement. *Biol. J. Linn. Soc.* 17:375-393.
- Atwood, J.L., V. L. Fitz and J.E. Bamesbergera (1991). Temporal patterns of singing activity at leks of the White-bellied Emerald. *Wilson Bulletin* 103: 373-386
- Avery, M. I. (1984). Lekking in birds: Choice, competition and reproductive constraints *Ibis* 126: 177-187
- Berg, K. S. (2000) Field notes on the biology of the Long-wattled Umbrellabird *Cephalopterus penduliger* in west Ecuador. *Cotinga* 14: 26–29.
- Cisneros-Heredia, D. F. (2008). Habitat loss and climate change impacts on Neotropical anurans: Implications for in-situ Conservation. A case study with Glassfrogs from eastern Ecuador
- Diamond, J.M., W.H. Karasov, D. Phan y F.L. Carpenter. (1986). Digestive physiology is determinat of foraging bout frequency in hummingbirds. *Nature* 320: 62-63
- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M., Guerrero M., Suarez, L. (Eds.). (2002). Libro rojo de Internacional/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2, Quito, Ecuador.
- Hernandez, P. A., Graham, C. H., Master, L. L. and Albert D. L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29: 773 □ 785.
- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, and Jarvis A (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Available at <http://www.worldclim.org>. Cited 24 March 2009. *Int. J. of Climatol.*, 25: 1965-1978.
- Hoglund, J (1989). Size and plumage dimorphism in lek breeding birds: a comparative analysis. *American Naturalist* 134: 72-87.

- Hornbuckle, J., Mudd, A. and Berg, K. (1997) Survey of the birds of Bilsa Biological Reserve
- Hutchinson GE (1957). Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22: 415-427., Ecuador. September 1996. Unpublished report.
- Jahn, O., Grefa, E.E.V. and Schuchmann, K.-L. (1999) The life history of the Longwattled Umbrellabird *Cephalopterus penduliger* in the Andean foothills of northwest Ecuador: leks, behaviour, ecology and conservation. *Bird Conserv. Int.* 9: 81-94.
- Maynard, J. (1978). The evolution of sex. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Macdonald, D. B. (1989). Correlates of male mating success in a lekking bird with male-male cooperation. *Animal Behavior* 37: 1007-1022
- Moerdmond, T. C. y J. S. Denslow. (1985). Neotropical Frugivores: Patterns of behaviour, Morphology and Nutrition with consequences for fruit selection. pp.865-897 *In* : P. A Buckley, M.S. Foster, E.S. Morton, R.S. Ridgely and F.G Buckley (eds.). Neotropical Ornithology. Ornithological Monograph No. 36, American Ornithologist's Union, Washington, D.C.
- Morton, E.S. (1973). On the evolutionary advantages and disadvantages of fruit Ealing in tropical birds. *American Naturalist* 107: 8-22.
- Payne R. B (1984). Sexual Selection, Lek and Arena Behavior, and Sexual Size Dimorphism in Birds. Ornithological Monographs No. 33. American Ornithologist's Union, Washington, D.C.
- Phillips SJ, Dudik M (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161-175.
- Pearson RG, Raxworthy CJ, Nakamura M, Peterson AT (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J. Biogeogr.*, 34: 102-117.
- Ridgely, R. S. and Greenfield, P. J. (2001) The birds of Ecuador. Ithaca, NY: Cornell

University Press.

- Sierra, R ., (ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un sistema de Clasificacion de Vegetacion para el Ecuador Continental. Proyecto Ministerio de Ambiente (MAE)/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Stiles, E. W. 1980. Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird disseminated woody plants in eastern deciduous forest. *American Naturalist* 116: 670-688
- Stiles,F. G. && Wolf. L.L.(1979). Ecology and evolution of lek mating behaviour in the long tailed hermit hummingbird. *Ornithological Monographs*, 27: 1-77
- Selander, R.K. (1972) .Sexual selection and dimorphism in birds. Pp. 180-230, In B. G. Campbell (ed.), *Sexual election and the descent of man 1871-1971*. Aldine, Chicago, Illinois.
- Snow D. W. (1963). The evolution of manakin displays. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Ornithological Congress*, pp. 553-561
- Snow, D. W (1976). *The Web of Adaptation: Bird Studies in the American Tropics*. Quadrangle, New York.
- Snow, D. W. (1982) *The cotingas: bellbirds, umbrellabirds and other species*. LondonandIthaca,NY: British Museum of Natural History and Cornell University Press.
- Williams, G.C. (1975). *Sex and evolution*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

