



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE**

**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

Trabajo de Graduación

**Caracterización de la población de *C. atratus*
en la zona de influencia del Aeropuerto
Internacional Augusto. C. Sandino en el
municipio de Managua**

Autores:

Br. Nancy Urania Duarte Rodríguez

Br. Edward Samuel Green Forbes

Asesores:

Lic. Miguel Ángel Garmendia Z.

Ing. MSc. Andrés Agustín López

Managua, Nicaragua

Mayo, 2015

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCION	PAGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
GLOSARIO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
III MATERIALES Y METODOS	3
3.1 Descripción general del área de estudio	3
3.1.1 Localización	3
3.1.2 Clima	4
3.1.3 Topografía	4
3.1.4 Zona de vida de Holdridge	4
3.2 Generalidades del <i>C. atratus</i> (zopilote)	5
3.3 Proceso Metodológico	6
3.3.1 Planificación	7
3.3.2 Trabajo de Campo	9
3.3.3 Análisis de información	9
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	13
4.1 Población	13
4.1.2 Estimación del tamaño poblacional de los zopilotes	14
4.1.3 Trayectorias diarias de vuelo	15
4.1.4 Altura de vuelo de las aves	17
4.1.5 Horarios de actividad de los zopilotes	18

4.1.6 Aerovías en las que existe presencia de zopilotes	22
V CONCLUSIONES	25
VI RECOMENDACIONES	26
VII LITERATURA CITADA	27
VIII ANEXOS	29

DEDICATORIA

“Reconoce y valora a los que están a tu lado, ellos son en gran medida los causantes de tus éxitos”

Dedico este trabajo principalmente a Dios con todo mi amor y cariño por haber permitido que viniese a este mundo y dejarme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con mucho cariño a mis padres, porque me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, por guiar mis pasos y permitirme dar los míos propios, porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta.

A mis amistades sinceras, porque han estado conmigo en momentos difíciles ayudándome siempre que lo he necesitado y alentándome a seguir adelante. Regina López Martínez y Marlon Gutiérrez Peña desde lo profundo de mi corazón infinitas gracias por su apoyo, el reconocimiento más grande de mi persona hacia ustedes es el de mi corazón.

A mis profesores, los que me acompañaron en el trayecto de mis estudios y los que han estado conmigo en la elaboración de esta investigación, gracias por los conocimientos compartidos y la paciencia para conmigo. Este trabajo es de ustedes también y sin su ayuda no lo hubiésemos concretado.

Br. Nancy Urania Duarte Rodríguez

**“La muerte no nos roba los seres amados. Al contrario, nos los guarda y nos los
inmortaliza en el recuerdo”**

Quiero dedicar este trabajo a un ser querido que partió de mi lado hace algunos años, cuando yo iniciaba mis estudios universitarios, mi hermanito Darwin Green Forbes, se fue de este mundo pero no de mi corazón ni del corazón de todos aquellos que lo amábamos. Él es hasta ahora la razón por la que yo he logrado culminar mis estudios, porque él es mi motivación, mi orgullo, es quien me hace pensar que debo lograr todo lo que quiero y lo que me propongo. Por mí, pero principalmente por ti hermanito es que quiero ser un profesional, porque sé que desde donde estas te sientes orgulloso de mí y de lo que hasta ahora hemos logrado, y digo hemos porque me acompañas en todo lo que hago, me proteges cuando te he necesitado y todo lo que hago, todo lo que logre será dedicado en primera instancia para ti... **from the bottom of my heart this and all I can be is for you brother... “I love you Shaba”**

En segundo lugar quiero dedicarlo a mis padres y a mi padrastro porque han estado al pendiente de mí y de los pasos que doy, porque me han apoyado en todo momento y sin su ayuda me habría sido muy difícil llegar hasta donde estoy ahora.

Y de manera especial agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera ha estado cerca de mí y me han apoyado siempre.

Br. Edward Samuel Green Forbes

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria por ser la impulsadora de nuestra formación profesional y por brindarnos el apoyo con los recursos necesarios para la realización de esta investigación, en especial a la decanatura de FARENA por la disponibilidad y siempre apoyo administrativo del presente estudio.

A la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (EAAI) por todos los equipos e información proporcionada para la realización de este estudio y por el apoyo en términos de financiamiento. También agradecemos a la unidad de SMS del Aeropuerto por su apoyo incondicional y de manera especial a la Lic. María Mercedes Moreno por su disposición de acompañamiento en toda la etapa de campo de esta investigación.

A la Policía Nacional por su acompañamiento y resguardo en las giras realizadas en esta investigación.

Agradecemos cordialmente a la Fuerza Aérea de Nicaragua por su apoyo con medio de transporte aéreo en las giras aéreas realizadas.

Los presentes resultados no hubieran sido posibles sin los permisos de entrada y apoyo de los religiosos del Santuario Nuestra Señora de Fátima en la Gruta Xavier, la empresa Arenas de Nicaragua, la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

Por último pero no menos importante a esas personas que se involucraron y comprometieron hombro a hombro con nosotros para la culminación de este trabajo; Lic. Miguel Garmendia Z, Ing. Zenia Silva e Ing. Andrés López por sus aportes en esta tesis, por el asesoramiento brindado y por el apoyo que siempre mostraron ante las inquietudes presentadas.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Localización. geográfica del área de estudio	3
2. Zonas de vida de Holdridge para Nicaragua	4
3. Fotografía de <i>C atratus</i>	5
4. Distribución de <i>C. atratus</i>	6
5. Proceso metodológico del estudio	6
6. Ilustración de la manera en que se aplican las identidades trigonométricas al cálculo de la altura de vuelo de los zopilotes	10
7. Sitios exactos donde se encontraron las dos colonias de zopilotes. Población Este indicada por el círculo negro a la derecha; población Oeste círculo rojo a la izquierda.	14
8. Trayectorias de vuelo de zopilotes en el sector Oeste de la ciudad de Managua	16
9. Porcentaje de frecuencias de avistamientos de zopilotes por rangos de alturas en el sector Este	17
10. Porcentaje d frecuencias de avistamientos de zopilotes por rangos de alturas en el sector Oeste	18
11. Horario de actividad de los zopilotes de la población Este	19
12. Horario de actividad de los zopilotes de la población Oeste	19
13. Análisis de relación de los horarios y alturas de vuelo de los zopilotes sector Este	21
14. Análisis de relación de los horarios y alturas de vuelo de los zopilotes sector Oeste	21
15. Aerovías de salida Este y Oeste, puntos de atracción de zopilotes y el aeropuerto	23
16. Aerovías de llegada Este y Oeste, puntos de atracción de zopilotes y el aeropuerto	24

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Descripción taxonómica del zopilote	30
2. Formulario de toma de datos de campo	31
3. Lista de los sitios considerados atractivos, puntos de observación, dormideros para zopilotes en el área de estudio y coordenadas	32
4. Estadística de incidentes con aves zopilotes para el 2004-2005	34
5. Dossier de fotografías	35

GLOSARIO

AERONAVE: Vehículo capaz de navegar por el aire.

AEROVIA: En aviación, una aerovía, o ruta aérea es una ruta designada en el espacio aéreo.

BANDADA: Es un grupo de aves que actúan de modo homogéneo mientras vuelan o se alimentan. Este término es similar al concepto de manada entre los mamíferos.

COLISIÓN: Encuentro directo de dos cuerpos que se dirigen en direcciones contrarias. Choque entre dos aves.

EJEMPLAR: Individuo de una especie o de un género.

ENVERGADURA: El ancho que tienen de frente las aves u otros animales alados (como pterodáctilos, murciélagos o insectos) con las alas totalmente extendidas hacia los lados.

FOCO: Lugar real o imaginario en que está como reconcentrado algo con toda su fuerza y eficacia, y desde el cual se propaga o ejerce influencia.

VOR-DME: Es un acrónimo para la frase en inglés *VHF Omnidirectional Radio Range*, que en castellano significa Radiofaro Omnidireccional de Muy Alta Frecuencia. Se trata de una radio ayuda a la navegación que utilizan las aeronaves para seguir en vuelo una ruta preestablecida. Los VOR suelen ir acompañados de otra radio ayuda llamada DME (Distance Measurement Equipment), que ayuda al piloto a conocer la distancia que hay entre la aeronave y la estación VOR-DME.

RESUMEN

El presente estudio consistió en la caracterización de la población de *Coragyps atratus* Bechstein (Zopilote) para diseñar estrategias de manejo y control de la especie que disminuyan los riesgos de peligro aviario en la zona de influencia del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino en el municipio de Managua en un área de 1086.86 km². Se emplearon diferentes métodos para la toma de datos que incluyeron conteos y observaciones por medios terrestres y aéreos. Los resultados obtenidos permiten determinar para cada población su comportamiento durante el día e identificación de la existencia de dos colonias principales de zopilotes; una en el sector Oeste del municipio de Managua correspondiente a las lagunas de Asososca y Nejapa, en la cual se estimaron 4384 individuos y otra en el sector Este, colindante con el municipio de Tipitapa con un estimado de 4,201 individuos. El patrón de desplazamiento en el sector Este fue de forma aleatoria contraria al sector Oeste que fue de forma gregaria con una trayectoria de vuelo que incluye el triángulo Nejapa – Chureca – Ciudad Sandino. La altura media a las que fueron observados los zopilotes en el sector Este fue de 261.18 m y 496.33 m en el sector Oeste siendo las horas de la mañana entre las 04:30am a las 12:00md las que reflejan mayor actividad en ambas colonias. Las aerovías más afectadas son las aerovías de salida o de llegada Nor-Este y las aerovías de llegada Nor-Oeste y Sur-Oeste, debido a su intersección con los sitios de alimentación de las aves. La disponibilidad de alimentos en cantidades suficientes parece ser el factor más importante que explica la permanencia de éstas aves en ambos sectores.

Palabras claves: Población, trayectorias de vuelo, aerovías.

ABSTRAT

The present study was to characterize the population of Bechstein Black Vulture (Vulture) to design strategies for management and control of the species that reduce the risk of bird strike in the area of influence of Augusto C. Sandino International Airport in the town of Managua in an area of 1086.86 km². Different methods of data collection that included counts and observations by ground and air assets were used. The results obtained for each population to determine their behavior during the day and identification of the existence of two major colonies of vultures; one in the western sector of the municipality corresponding to gaps Asososca and Nejapa, in which 4384 individuals were estimated Managua and another in the east, adjacent to the town of Tipitapa with an estimated 4,201 individuals sector. The pattern of displacement in the eastern sector was randomly contrary to the western sector was so gregarious with a flight path that includes the Nejapa triangle - Chureca - Ciudad Sandino. The height to which the vultures were observed in this sector was 261.18 m and 496.33 m in the western sector being the morning between 04:30 am to 12: 00md those reflecting increased activity in both colonies. The most affected are the airways departure or arrival Nor-East and airways arrival Nor-West and South-West, due to its intersection with feeding sites for birds. The availability of food in sufficient quantities seems to be the most important factor explaining the persistence of these birds in both sectors.

Keywords: Population, flying route, airways

I. INTRODUCCION

El *Coragyps atratus* (Zopilote) es la especie que representa el mayor peligro para el tráfico aéreo en Nicaragua (Garmendia et al., 2011), ya que una colisión con esta ave, puede provocar desde pérdidas económicas por los daños ocasionados al avión hasta poner en riesgo la vida de los pasajeros a bordo en un avión. Los choques entre aves y aviones y fundamentalmente cuando se produce la absorción involuntaria de las mismas en los motores, puede provocar incidentes muy peligrosos en las maniobras o fases de vuelo, aterrizaje y despegue de la aeronave.

La especie tiene una amplia distribución en el continente americano, quizás la más conocida de la familia Cathartidae. Los científicos e investigadores han enfocado sus estudios en el ave a fin de conocer su comportamiento y biología; así como también encontrar solución a esta problemática a través de diferentes técnicas para el manejo y control de la especie.

Parmalee (1954) habla sobre los movimientos, status económico y control de los buitres del nuevo mundo en Texas, haciendo énfasis en el *C. atratus* (zopilotes) y en *C. aura*. Ayarza, C (1982) estudiaron varios grupos de *C. atratus* (zopilotes) marcados en tres sitios diferentes de la ciudad de Panamá, en los cuales se determinaron sexo de todos los ejemplares marcados comparándose los resultados entre los sitios de marcado, donde uno de sus fines era averiguar ciertos aspectos de la dinámica de la población y el grado de relación intraespecífica en los individuos, tomando en cuenta las distancias recorridas por los zopilotes marcados hacia los sitios de alimentación.

Serrano (2009) muestra una descripción de la situación actual de los *C. atratus* (zopilotes) que se encuentran en vertederos y sus áreas de influencia, haciendo énfasis en la detección y caracterización de los focos atrayentes, así como también en la estimación del tamaño poblacional, definición de rutas de vuelo y medidas de ahuyentamiento.

Garmendia *et al.* (2011) determinó que el zopilote es la especie más peligrosa en las zonas de vuelo, por lo cual debe dársele mayor atención tanto en manejo como en investigaciones para minimizar el riesgo de choques de aves con aeronaves en el Aeropuerto Internacional de Managua.

A partir del resultado de Garmendia et al., (2011) la EAAI (Empresa Administradora de Aeropuertos) se ha planteado la necesidad de dirigir la atención al zopilote en términos de investigación con el objetivo de responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el estimado de la población en Managua?, ¿Cuántas poblaciones existen?, ¿Dónde viven y cuáles son sus trayectorias diarias de vuelo? y ¿A qué altura vuelan? Responder a dichas inquietudes es de prioridad para ajustar las operaciones aeroportuarias con la actividad de estas aves y para dirigir esfuerzos en su manejo, en especial para el Comité de Peligro Aviario y Fauna (CPAF) quien vela por la seguridad de los aeropuertos de Nicaragua en términos de incidencia con aves u otro tipo de fauna y para tal fin se realizó esta investigación en cooperación de la EAAI y la Universidad Nacional Agraria.

II. OBJETIVOS

2.1- Objetivo general

- Caracterizar la población de zopilotes (*Coragyps atratus* Bechstein) a través del tamaño, trayectorias y altura de vuelo en la zona de influencia del aeropuerto internacional Augusto C. Sandino de Managua.

2.2- Objetivos específicos

1. Identificar las poblaciones de *C. atratus* existentes en la zona de influencia del aeropuerto de Managua
2. Estimar el tamaño poblacional de la especie *C. atratus*
3. Determinar las trayectorias diarias, altura de vuelo y horas en que los zopilotes presentan mayor actividad
4. Identificar las aerovías de salida y de llegadas al aeropuerto en la que existe presencia de zopilotes.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción general del área de estudio

3.1.1. Localización

La presente investigación se realizó desde en un rango de tiempo que corresponde desde febrero a diciembre del año 2012 en la ciudad de Managua (capital de Nicaragua), departamento de Managua. El área de estudio se delimitó a solicitud de la EAAI, en un radio de 18.6 km, el cual corresponde a un área de 1086.86 km² que tiene su origen en el VOR-DME del Aeropuerto Internacional de Managua Augusto C. Sandino con el objetivo de identificar zonas potenciales de impacto entre zopilotes y aviones dentro del radio de monitoreo para las aeronaves en vuelo del VOR-DME y de especial interés por estar dentro de la ciudad, entre las latitudes Nortes 11°58'14" y 12°18'27" y longitudes Oeste 86°09'12" y 86°20'41" y abarcar los municipios de Managua, Ciudad Sandino y Tipitapa Ver figura 1.

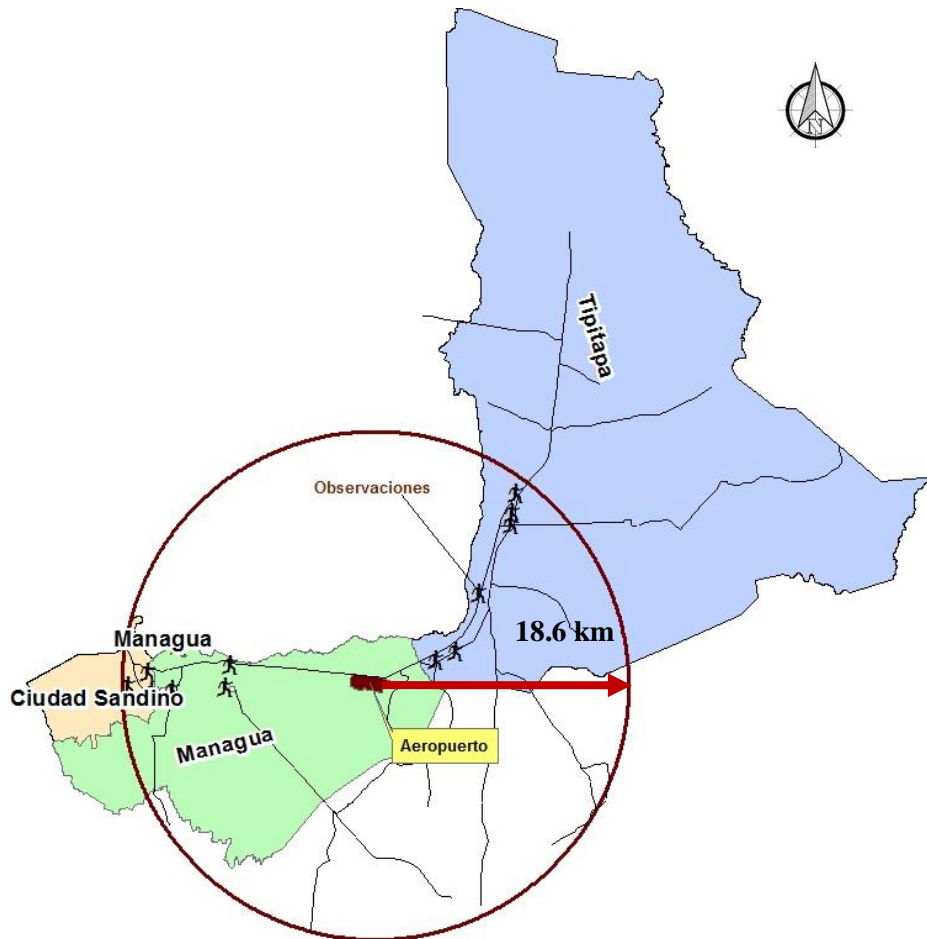


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

3.1.2 Clima

El área de estudio posee un clima tropical de sabana, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, con temperatura promedio de 26.9°C, precipitaciones anuales de 1119.8 mm, velocidad del viento de 12km/h y alturas desde los 23 a las 150 msnm.

3.1.3 Topografía

El área de estudio es en la mayoría de su extensión plana, con algunas formaciones montañosas como el cerro Motastepe que alcanza hasta los 350 msnm y la Gruta Xavier.

3.1.4 Zona de Vida de Holdridge

Según el sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge, la zona del Pacifico de Nicaragua está regida bajo el bsT (Bosque Seco Tropical), figura 2.

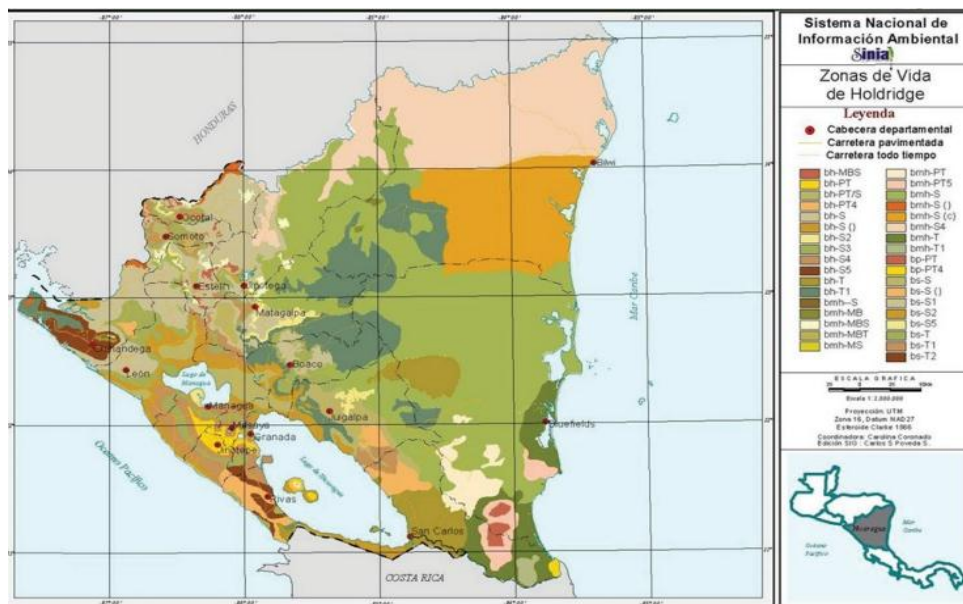


Figura 2. Zonas de vida de Holdridge para Nicaragua

3.2. Generalidades del *Coragyps atratus* (zopilotes)

El ave estudiada en esta investigación es la especie *Coragyps atratus* cuyas características morfológicas y de identificación son las siguientes:

–Cabeza negra y corta, gris y sin plumas, cuello largo. Cola corta y cuadrada. Las plumas enteramente negras a excepción de los parches blancuzcos en la parte terminal inferior de las alas. Patas grises



Figura 3. Fotografía de *C. atratus*

–Tamaño de 58- 64 cm de longitud, alcanzan una extensión de hasta 1.37 metros de envergadura y 1.9 kg de peso.

–Juega un papel ecológico muy importante puesto que se alimenta de carroña y basura que de no ser eliminada del ambiente permitirían la incubación de moscas y enfermedades.

–Su importancia económica es porque representa un peligro potencial cuando se encuentra en áreas aledañas a los aeropuertos por el riesgo de posibles colisiones con aeronaves así mismo importancia social por la pérdida de las vidas de los pasajeros de un avión o el daño a su salud física que una colisión implicaría.

–Se encuentran distribuidos altitudinalmente entre los 0-2800 metros sobre el nivel del mar, habita desde Norteamérica, especialmente desde el sudeste de los estados unidos, siguiendo una distribución homogénea hasta el centro de Chile y Argentina (Patagonia), tiene predilección por zonas tropicales y zonas templadas, no son encontrados con facilidad en zonas de páramos o de altas montañas y tampoco en áreas de estepa.



Figura 4. Distribución de *C. atratus*

3.3 Proceso Metodológico

No existe una fuente bibliográfica que recomiende protocolos internacionales o un método único para desarrollar este tipo de investigación, cada país, cada ciudad y cada aeropuerto tiene sus propias particularidades, sus propios problemas y, sus propios recursos para acceder a ciertas metodologías; sin embargo, existen trabajos similares en otros países como los realizados por Ayarza, C (1982); Avery *et al.* (2011), no obstante, la metodología empleada en esta investigación fue adaptada a partir de la de Serrano (2009), el cual emplea los conteos por puntos, método de transecto en franja, censo por fotografía y el conteo en las mismas con el fin de conocer el tamaño poblacional y rutas de vuelo, entre otras variables.

El proceso de trabajo se basó en tres etapas fundamentales en el orden siguiente:

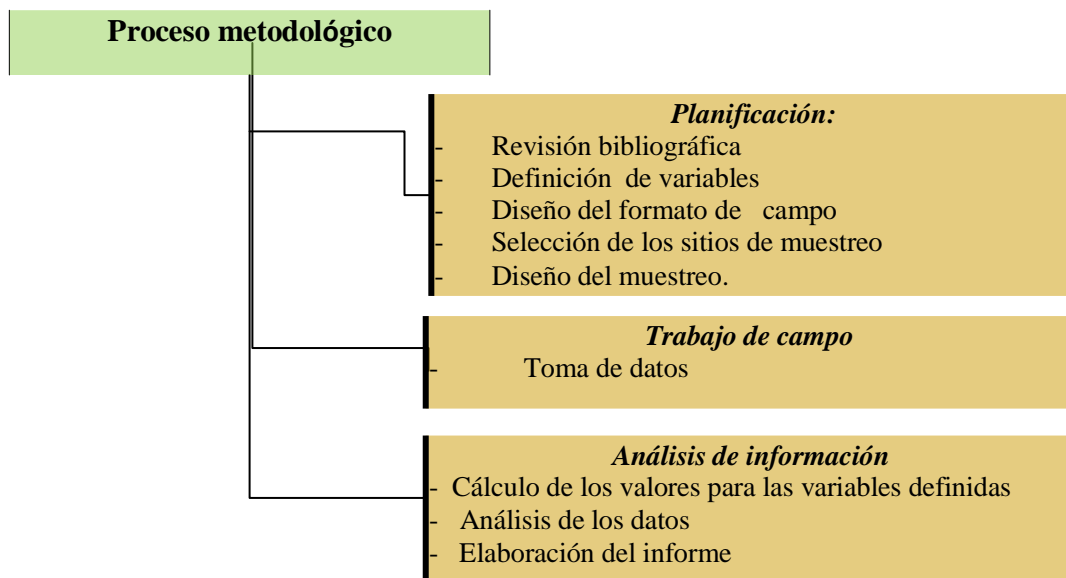


Figura 5. Proceso metodológico del estudio. 2012

3.3.1 Planificación

Revisión bibliográfica

Este proceso consistió en la recopilación de información secundaria relacionada al tema de estudio, mismo que fue realizado de forma planificada y considerando todas las posibles fuentes de información entre las cuales se encuentran las reuniones con el Comité de Peligro Aviario (CPAF) del aeropuerto de Managua, el cual suministró los primeros datos sobre incidentes de impactos de aeronaves con zopilotes, sitios ya identificados por el Comité como fuentes de alimentación para estas aves y los mapas de las aerovías de entrada y salidas de los aviones. Otras fuentes fueron obtenidas del Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA) de la Universidad Nacional Agraria, así como los diferentes sitios web que publicaran estudios relacionados.

Definición de variables

Tomando en consideración las interrogantes del estudio se definieron las variables siguientes: número de individuos, altura de vuelo del ave y horas de mayor actividad.

Diseño del formato de campo

El diseño del formato de toma de datos de campo fue tomado del documento Técnicas de Observación. Dicho formato es de observación externa o no participante, donde se contemplaba lo que debía observarse a lo largo de cada gira, los observadores son externos a la situación en estudio con nula interacción con los sujetos estudiados en el lapso de tiempo de un año.

Selección de los sitios de muestreo

Se seleccionaron aquellos sitios que más frecuentaban los zopilotes y donde más cantidad de individuos se observó, esto después de haberse realizado cinco giras de reconocimientos a lo largo de un mes en las áreas de incidencia (Managua, Tipitapa y Ciudad Sandino) durante aproximadamente cinco horas por gira. Este tiempo de observación fue distribuido entre todos los sitios seleccionados para el estudio; es decir, en ese lapso de tiempo se recorrió todos los puntos. Se georreferenciaron los sitios identificados como focos atrayentes utilizando GPS Navegador Garmin modelo MAP60 y se tomaron fotografías digitales de los mismos.

En el sector Este los puntos se identificaron a lo largo de la carretera Managua-San Benito en los puntos previamente reconocidos como focos atrayentes, principalmente (puente de Tipitapa, la Ceiba, San Benito, Campo Limpio, Wood Products y Corrales Verdes).

Para el sector Oeste, los puntos identificados fueron aquellos que facilitaban una observación panorámica debido a su altitud, estos sitios fueron (Gruta Xavier, Cuesta el Plomo, Cerro Motastepe, Peñón de Batahola, el Mirador de Tiscapa y un predio baldío con vista a la laguna de Nejapa).

Diseño del muestreo

El muestreo fue diseñado en base a dos actividades fundamentales: observación y cuantificación de los individuos.

La mejor técnica para el conteo de los zopilotes incluye la captura y el marcaje de los mismos, pero los costos económicos, el tiempo y el esfuerzo hicieron que esta técnica no fuese aplicada en esta investigación. Para ello se utilizaron técnicas de conteo en dependencia de la mejor opción basados en términos de recursos económicos disponibles.

Para la identificación de las poblaciones y la estimación de su tamaño se consideró la utilización de dos técnicas: transecto de líneas y el censo de puntos fijos. Ambas técnicas resultan prácticas para este estudio puesto que pueden ser aplicadas en cualquier época del año.

El transecto de líneas fue diseñado para su uso en el sector Este donde la topografía es más homogénea que en el otro sector. Los observadores se movilizaron a través de los puntos definidos para el transecto y en el recorrido contabilizaban y fotografiaban los zopilotes avistados.

El censo de puntos fijos o conteo por puntos fijos fue utilizado en el sector Oeste dada su fácil aplicación en ambientes heterogéneos. Desde todos los puntos ya definidos se visualizaban las aves con el uso de binoculares 10 x 50 mm (a una distancia aproximada de dos a 3 kilómetros) dependiendo de la densidad de la vegetación, el campo visual se inspeccionaba en un intervalo de cinco minutos. Cuando era registrado un número grande de zopilotes se evitaba el seguimiento continuo y el campo visual se inspeccionaba cada diez minutos registrando al instante el número de zopilotes y la hora en que fueron visualizados (Ralph et al., 1996).

El tiempo de observación para ambos sectores era de cinco horas por gira, tiempo que era distribuido entre todos los puntos definidos para tener una perspectiva más exacta de la actividad en toda el área de estudio.

Cuando era observado un grupo pequeño de zopilotes se procedía a su conteo inmediato y el registro de ellos en el formulario de campo; sin embargo, cuando las bandadas sobrepasaban los cincuenta individuos se realizaban tomas fotográficas en panorama de 180 grados, mismas que eran registradas con un código único vinculado con el formulario de campo (Anexo 5). Estas tomas facilitaban a los observadores la posterior cuantificación de las aves con la ayuda de un ordenador. Se tomaban también videos para contabilizar aquellas bandadas donde su número de individuos no permitía realizar un conteo inmediato de los mismos.

Las alturas de vuelo de las aves fueron estimadas con la utilización del clinómetro, en caso de que los investigadores observasen una bandada superior a los cincuenta individuos, se tomaba el dato al individuo que más alto volaba.

En caso de que un aeronave pasara por el sitio en observación, se repetía el ejercicio anterior, tomando la altura del aeronave aunque esta ya era de conocimiento en el sector del Oeste cuando pasaba por sectores determinados puesto que este dato fue facilitado por la EAAI,

también se le tomaba la altura al individuo que más alto volaba sobre él y al que estuviese inmediatamente bajo el aeronave.

3.3.2 Trabajo de campo

Toma de datos

La determinación de las trayectorias de vuelo también se definió a través de la observación directa de estas aves en su medio. Habiéndose avistado una bandada de zopilotes se les observaba con ayuda de los binoculares hasta que estos individuos se establecían en un lugar determinado. Previamente se determinaba a juicio del observador, basándose en el conocimiento del mismo sobre el sitio que observaba y los mapas de la zona de estudio, el sitio donde se habían ubicado y se plasmaba posteriormente en el mapa, en donde se registraron por medio de acetatos sobrepuestos las direcciones tomadas por las bandadas; dejando plasmados los trayectos de vuelo de esta especie.

Para la contabilización de los individuos; en las vías terrestres, los observadores se desplazaban por un tramo grande de carretera en vehículo y contabilizaban todas las bandadas por cada sitio observado en el trayecto. Esta técnica fue implementada en el sector Este, que corresponde la carretera nueva y vieja a Tipitapa, hasta llegar a San Benito en un trayecto de 23 km desde la U.N.A y 16 km desde donde inicia la carretera vieja a Tipitapa en la rotonda de la Garita hasta el empalme que une ambas carreteras, para un total de 39 km de recorrido en cada gira. Las bandadas avistadas fueron perseguidas a lo largo de la carretera donde el acceso era disponible a fin de establecer con mayor certeza su trayectoria de vuelo o conocer su sitio de descanso o alimentación.

Sin embargo, para el sector Oeste, los investigadores desde los puntos ya definidos para la observación y con la ayuda de binoculares hacían el conteo de las aves de manera directa por un periodo de tiempo determinado y se plasmaba en el formulario de campo la cantidad de zopilotes contabilizados, así como la hora del avistamiento.

La Fuerza Aérea de Nicaragua facilitó el medio de transporte aéreo en el cual participó el Lic. Miguel Garmendia Zapata, se realizó una exploración mediante la cual se validó el número de poblaciones en la ciudad de Managua y los municipios aledaños puesto que los sujetos de estudio fueron visualizados y claramente se observaron en áreas geográficas diferentes; es decir, cada cual en su sector correspondiente (Este y Oeste) y se le tomaron fotografías digitales por medio de las cuales se logró contabilizar posteriormente la cantidad de los individuos presentes en el sitio al momento de la observación.

3.3.3 Análisis de información

Calculo de los valores para las variables definidas

Cuantificación de individuos: La abundancia relativa total en los puntos de conteo de los transectos se estimó haciendo uso de las fotografías tomadas en campo. Se realizó el conteo usando el programa “paint brush” de Photoshop que consiste en definir primero el área de la foto donde se observaban las aves a través de círculos rojos, ya definida el área de conteo en la

fotografía se colocaba un punto de color sobre cada ave contada a través de un contador o “clic” manual donde se marcan las aves contadas con puntos rojos.

Estimación de alturas: Para el cálculo de las alturas de vuelo se necesitó el uso de las identidades trigonométricas de un ángulo agudo, utilizando el clinómetro se midió el ángulo entre el horizonte y el zopilote en vuelo. La distancia horizontal desde el observador hasta el ave se estimó con mapas impresos a escala de 1:5000 o 1:2500. El observador, anotaba el ángulo y con regla graduada en centímetros estimaba la distancia horizontal en el mapa, en caso que el observador tomase la medida desde un punto alto, al resultado se le sumaba la altura sobre el nivel del suelo de dicho punto, incluyendo la altura del observador.

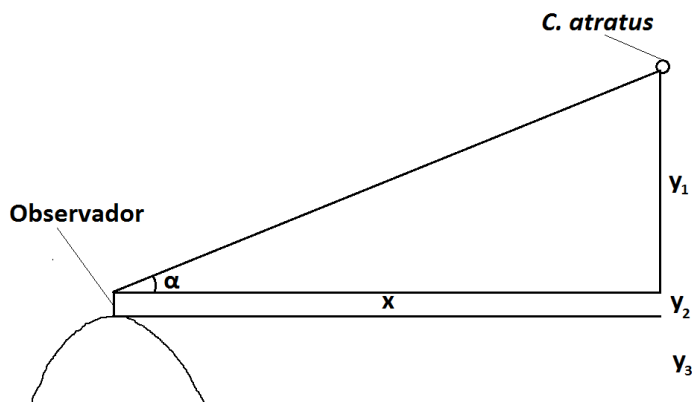


Figura 6. Ilustración de la manera en que se aplican las identidades trigonométricas al cálculo de la altura de vuelo de los zopilotes utilizando clinómetro.

$$y_1 = \text{Tan} \alpha (x)$$

$$\text{Altura total (y)} = y_1 + y_2 + y_3$$

Dónde:

y_1 = altura del ave al horizonte visual del observador

Tan = tangente

α = ángulo entre el horizonte y el ave en vuelo

x = distancia horizontal entre el observador y el ave

y_2 = altura del observador

y_3 = altura del punto de observación (caso opcional)

Determinación del horario de mayor actividad: Para determinar cuáles eran las horas en que los individuos de cada una de las poblaciones presentaban mayor actividad se filtraron en la base de datos elaborada en Excel los horarios en un rango de tres horas de observación y fueron contabilizados la mayor cantidad de avistamientos por rangos de horas, determinando así las horas en que los zopilotes se movilizaban mayormente para cada población.

Análisis de los datos

Bases de datos: Los datos han sido organizados y analizados en Microsoft Office Excel 2010 utilizando el formato convencional con columnas para las variables y filas para los registros. Los datos recolectados de manera física en cada gira fueron almacenados por cada fecha para contar con un respaldo de los datos en caso de cualquier imprevisto.

Diseño estadístico: Para realizar una descripción e inferencia óptima de los datos, se trabajaron dos aproximaciones: estadística descriptiva e inferencial. A continuación se describe cada una de ellas:

- a) Estadística descriptiva: En cuanto a estadística descriptiva se calculó como medida de tendencia central la Media Aritmética y como medida de dispersión la desviación estándar (SD). También se calcularon porcentajes y se elaboraron gráficos y tablas para la presentación de resultados, tanto preliminares ante los funcionarios del aeropuerto así como los resultados mismos al final del estudio.

- b) Estadística de inferencia: Se realizó una prueba de contraste de hipótesis, para determinar si existe una dependencia entre los horarios de mayor actividad y las alturas de vuelo. Como prueba de inferencia y para la comparación de frecuencia se utilizaron la prueba de ji cuadrado (X^2) con intervalo de confianza de 0.05. Para la comparación de dos datos se utilizó la prueba de ji cuadrado con la corrección de Yate (Fowler & Cohen 1999).

Identificación de las aerovías en la que existe presencia de zopilotes: Para identificar las aerovías con presencia de zopilotes se georreferenciaron todos los puntos identificados como focos atrayentes (basureros, empresas de productos cárnicos y sitios donde se suelen encontrar animales muertos) y se colocaron en el mapa de los municipios de Ciudad Sandino, Managua y Tipitapa. A esto se anexó las trayectorias de vuelo definidas de los zopilotes y finalmente las aerovías de salida y llegada Este y Oeste establecidas en las cartillas AIS / Publicaciones, Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil: AIP, SUP 01; AIP, SUP 02; AIP, SUP 03; AIP y SUP 04 para determinar cuál de ellas quedaban sobre los sitios de potencial presencia de zopilotes.

Elaboración del informe:

Realizada la toma de los datos y analizada la información recopilada a lo largo de la investigación se procedió a la elaboración del informe dirigido a la EEAI, mismo que contendría los resultados encontrados, los mapas de los sitios identificados como focos atractivos y las aerovías de entrada y salida afectadas por la presencia de los zopilotes.

Los mapas fueron elaborados utilizando las hojas cartográficas números: 2952 I, 2952 II y 2952 III año 2006 del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), se digitalizaron en el programa de cómputo ArcGIS 10. Las aerovías fueron obtenidas en la dirección de tránsito aéreo del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. Para todos los mapas se trabajó con datum WGS84 y con el sistema de medidas UTM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Población

En total se identificó dos poblaciones de zopilotes en los sectores Este y Oeste, mismas que han sido diferenciadas por encontrarse en lugares distintos en aproximadamente un mismo horario que va entre las ocho y las once de la mañana, sin ninguna conexión entre los individuos por observárseles explorando y alimentándose en su zona correspondiente (Este y Oeste) a través del recorrido aéreo realizado, aunque no se descarta la posibilidad de intercambio de individuos mediante migraciones locales y temporales.

Los principales sitios para el sector Este son los predios de la empresa de producto cárnico Pollo Estrella y las áreas aledañas a la carretera panamericana norte entre la empresa ya mencionada y el puente de Tipitapa, y para el sector Oeste la zona de la Chureca, laguna de Asososca y frente a la Gruta Xavier.

La población Este, se caracteriza por no tener un lugar específico para pernoctar, descansan muy cercanos a los lugares en donde están las fuentes de alimento. Estos individuos fueron encontrados durmiendo a lo largo de la carretera panamericana Norte desde la salida de Managua en el Km 14 hasta el sector de San Benito en el Km 23 tanto en la carretera vieja como en la carretera nueva a Tipitapa.

La panorámica en la población del Oeste cambia, ya que estos sí tienen sitios para pernoctar totalmente definidos, los cuales son la calma y comodidad que les ofrece el interior de las lagunas de Nejapa y Asososca, dicha característica le confiere a los zopilotes el lugar perfecto para anidar, puesto que en los paredones de la laguna de Asososca, en el costado Oeste, se observaron cuevas donde ellos anidan, distribuidos en alrededor de unos 900m a lo largo de los mismos.

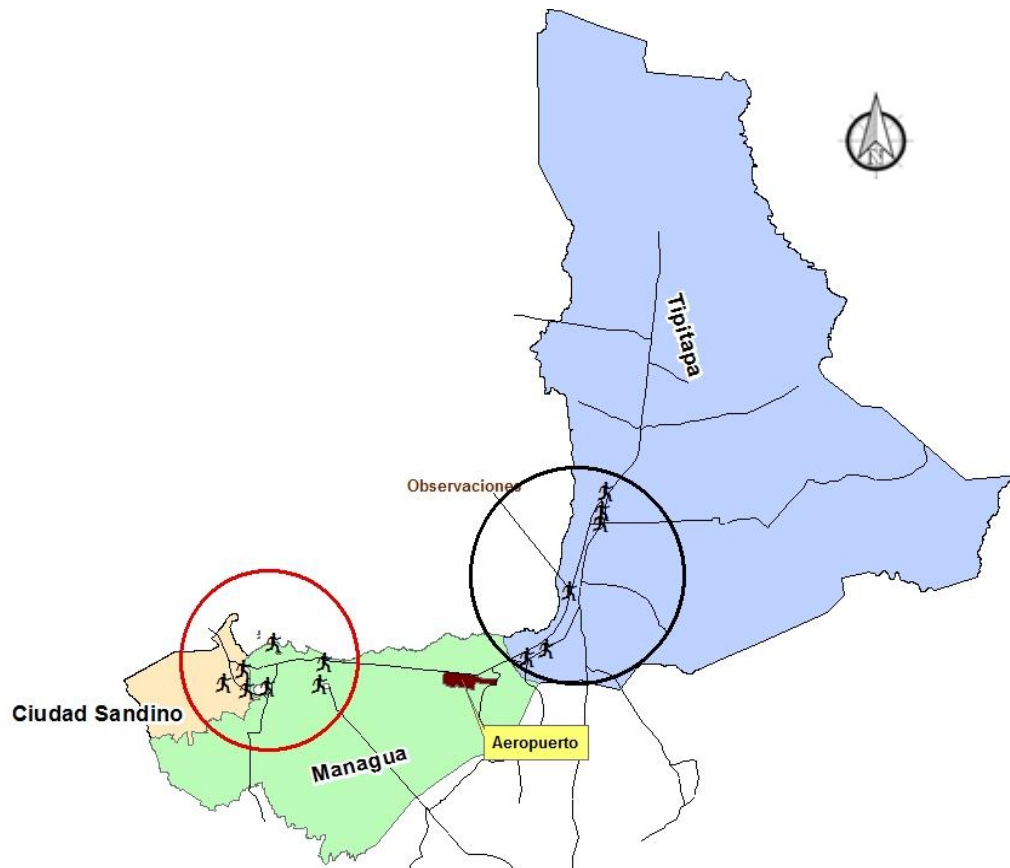


Figura 7. Sitios exactos en donde se encontraron las dos poblaciones de zopilotes. Población Este indicada por el círculo negro a la derecha; población Oeste círculo rojo a la izquierda.

4.1.2. Estimación del tamaño poblacional de los zopilotes

El tamaño poblacional de la colonia del sector Este es de 4,201 individuos mientras que la colonia del sector Oeste es de 4,384 individuos. Esta ligera diferencia puede deberse principalmente a una mayor y constante disponibilidad de alimentos ya que, Según Parmelee (1954), uno de los factores ecológicos más importantes que hacen que el número de zopilotes sea mayor es la abundancia de comida en los sitios de alimentación y la cercanía de estos con los sitios de descanso, por tanto la población estimada tendrá tendencia a incrementar si la disponibilidad de alimento permanece constante o incluso aumenta y Serrano (2009) hace mención a que sus hábitos carroñeros implica que su comportamiento de alimentación propendan por la búsqueda de focos atrayentes constituidos en alto porcentaje de los casos por botaderos a cielo abierto, mataderos clandestinos de animales que como particularidad pueden ubicarse en un área cercana a terminales de transporte aéreo, se suma a lo anterior la presencia de empresas de carácter agropecuario que generan subproductos que igualmente se comportan como atrayentes e inducen a la presencia de estas aves.

Para el sector Este la fuente de alimentación son la cantidad de basureros a lo largo de toda la carretera. Hasta la fecha se contabilizaron 15 basureros de considerable tamaño sin contar con los vertederos pequeños esparcidos o basureros temporales. Asimismo, esta cantidad aumenta debido a los basureros que se hacen en los alrededores del aeropuerto, muchos de ellos son reconocidos por la gente como sitios donde se depositan animales muertos, restos de peces y vísceras que hacen que la especie permanezca en el lugar, esto es reconocido también por Serrano (2009) que menciona que, se puede predecir que los zopilotes reconocen las actividades propias de cada lugar que oferta alimentos, lo cual explica la presencia y ausencia de individuos en los lugares que ofrecen alimento de forma intermitente.

Otra fuente indispensable de alimento en el sector Este son los desperdicios de las empresas de productos cárnicos, que aparentemente han utilizado los hábitos alimenticios de esta especie como un servicio sin costo, fácil y rápido de limpieza para deshacerse de los desperdicios. Este foco atrayente resulta ser la causa más evidente de la presencia de esta ave en las zonas aledañas a los aeropuertos, que coincide con lo expresado por Umaña (2010) *“los atractivos más evidentes para la fauna peligrosa suelen encontrarse en las zonas industriales, donde se pueden desarrollar actividades como el proceso de productos cárnicos o derivados a nivel industrial”*.

En el sector Oeste, existen sitios definidos donde el ave puede encontrar su alimento en grandes cantidades y de manera más constante, siendo estos: el basurero “La Chureca”, el basurero de Ciudad Sandino y en menor medida el Mercado Oriental.

El número de focos de alimentación no es lo que define la mayor cantidad de individuos en las poblaciones; sino, la disponibilidad de alimentos en cada uno de ellos. Si bien es cierto que el número de focos atrayentes es mayor en el sector Este, la cantidad de alimento que pueden encontrar en éstos es poco, si los comparamos con el sector Oeste donde la cantidad de comida es muy grande en cada sitio y de manera constante.

4.1.3. Trayectorias diarias de vuelo

Aunque en ambos sectores existe una actividad de esta ave motivada por la búsqueda de las fuentes y disponibilidad de alimentos, solamente pudo observarse con claridad las trayectorias de vuelo de los zopilotes para el sector Oeste (Figura 8), lo cual pudo deberse a que, los individuos de esta colonia tienen sitios de alimentación fijos que permite que su desplazamiento sea de forma más gregaria, es decir menos aleatoria, caso contrario ocurre en el otro sector.

La topografía accidentada del terreno fue otro elemento que permitió observar las trayectorias de vuelo del ave en el sector Oeste, no así en el sector Este, donde la carencia de puntos altos limitaba la visibilidad a los observadores para seguir la trayectoria de las aves; sin embargo, se asume que los movimientos de los individuos de la sector Este deben de estar asociadas con la probabilidad de encontrar fuente de alimento a lo largo de la carretera panamericana Norte en los puntos de atracción ya conocidos.

La trayectoria de vuelo al Oeste incluye el triángulo Nejapa – Chureca – Ciudad Sandino, con algunas incursiones más en dirección Este llegando hasta la laguna de Tiscapa. Las aves

inician su actividad de vuelo a las 04:30 de la mañana hasta las 07:30 am, siendo la movilización de las aves sumamente alta en este horario, debido a que durante ese intervalo de tiempo se están disponiendo a iniciar su rutina diaria dirigiéndose cada grupo a su lugar de alimento. Desde este punto, un grupo se dirige hacia el Norte buscando el basurero La Chureca y el otro se dirige hacia el Oeste buscando el basurero de Ciudad Sandino y los mataderos de ese sector.

A las 07:30 am en el área de Nejapa - Motastepe queda libre de zopilotes ya que a esa hora se desplazan en pequeñas bandadas de menos de 40 individuos en dirección a La Chureca, Ciudad Sandino y en menor medida hacia la Laguna de Tiscapa y el mercado Oriental pero la actividad disminuye significativamente comparada con el horario anterior.

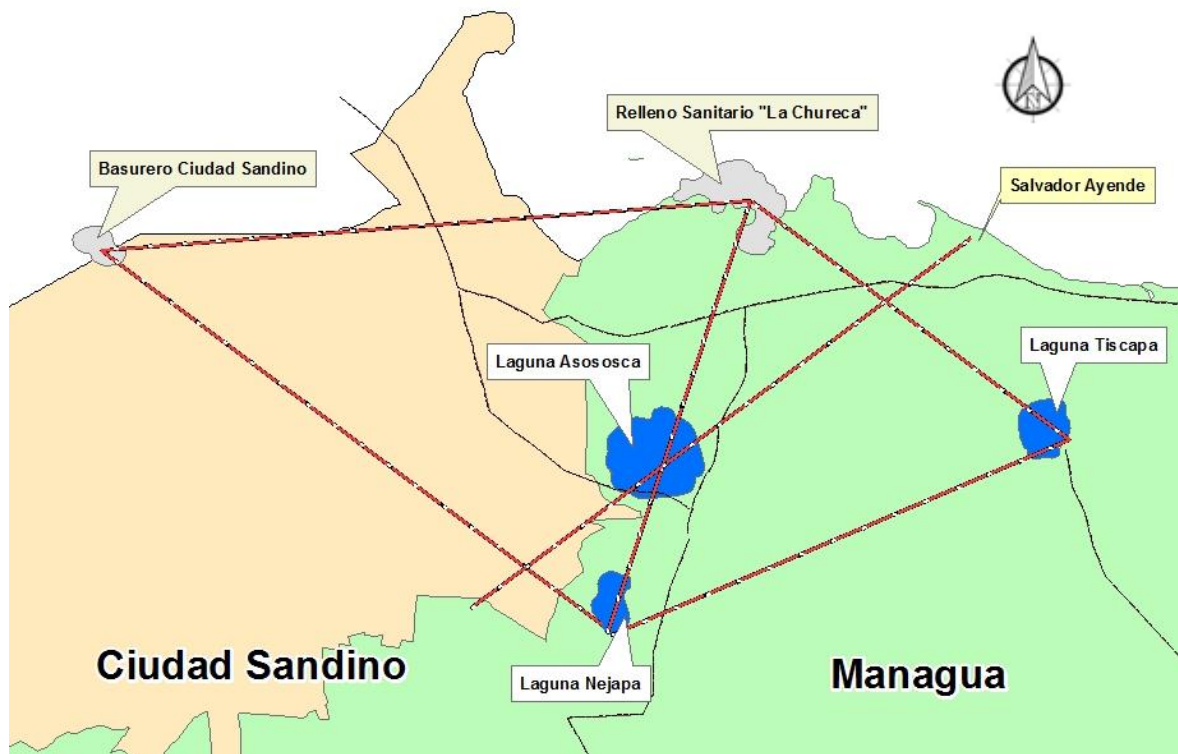


Figura 8. Trayectorias de vuelo de Zopilotes en el sector Oeste de la ciudad de Managua.

Se observó que las trayectorias de vuelo de los Zopilotes en el sector de las lagunas (Nejapa–Asososca) están cambiando paulatinamente debido al manejo del basurero La Chureca, de tal forma que los animales se están dirigiendo con más frecuencia al basurero de Ciudad Sandino, en donde la disponibilidad de alimento es mayor, de igual manera lo menciona Serrano (2009), el cual establece que las trayectorias de vuelo indican que los zopilotes se mueven constantemente en busca de alimento de acuerdo al sistema de actividad de cada foco.

4.1.4. Altura de vuelo de las aves

Para la población Este , se encontraron alturas máximas de 897 metros y mínima de 7 metros. (Ver Figura 9.)

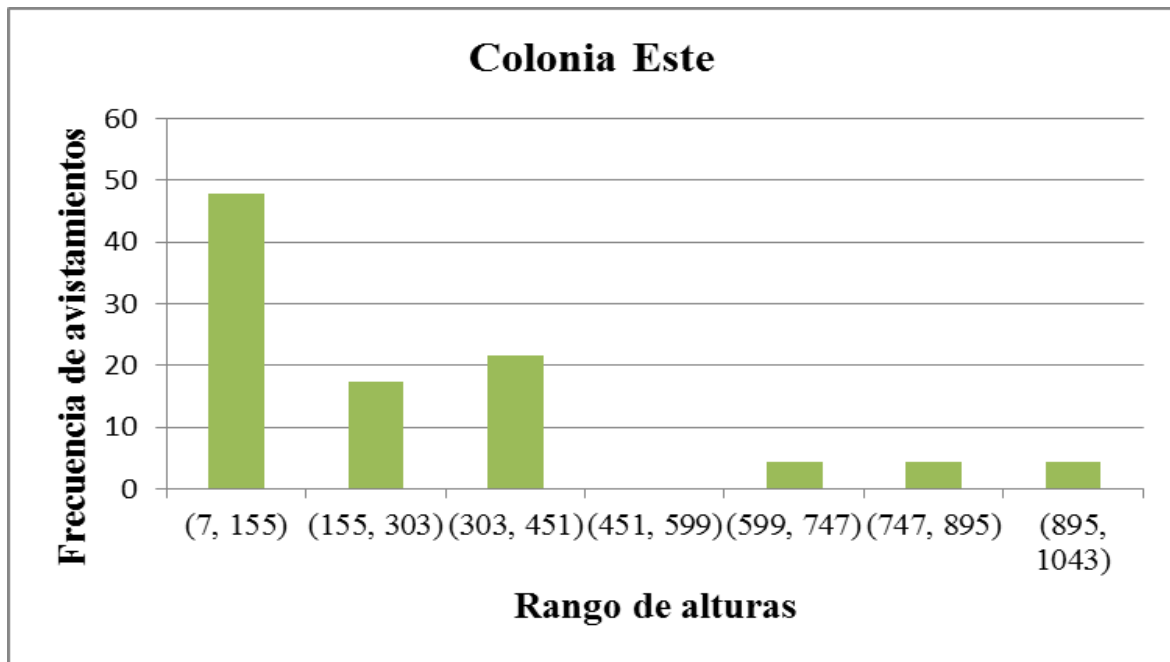


Figura 9. Porcentaje de frecuencias de avistamientos de zopilotes por rangos de altura en el sector Este.

El grafico muestra los diferentes rangos de alturas a la que vuelan los zopilotes en este sector y su distribución porcentual, esto obedece a dos razones hipotéticas, siendo la primera que en este sector los sitios de alimentación están relativamente cerca y por tanto no tienen que desplazarse grandes distancias para alimentarse, una media entre la distancia de cada fuente potencial de alimento es de 1.13 ± 1.24 km de distancia a lo largo de la carretera Norte, la otra razón hipotética obedece a la topografía del terreno del sector Este, donde el relieve es plano y por tanto no necesitan elevarse a grandes alturas para tener una buena visión y localizar la fuente de alimento.

En cambio, para el sector Oeste las alturas son mayores, la altura máxima registrada fue de 995 metros y la mínima de 30.48 metros.

Para este sector encontró que la topografía es completamente diferente a la del sector Este pues aquí la topografía es accidentada con puntos de elevación superior a los 250 metros de altura como es el caso del cerro Motastepe y por ello las aves tienen que elevarse a mayores alturas para tener una visión horizontal y poder explorar para encontrar alimento y aprovechar

así las bolsas de aire que les permitan planear y desplazarse a los otros sitios cuya distancia media se encuentran entre los $0.77\text{km} \pm 5.52$. (Ver Figura 10.)

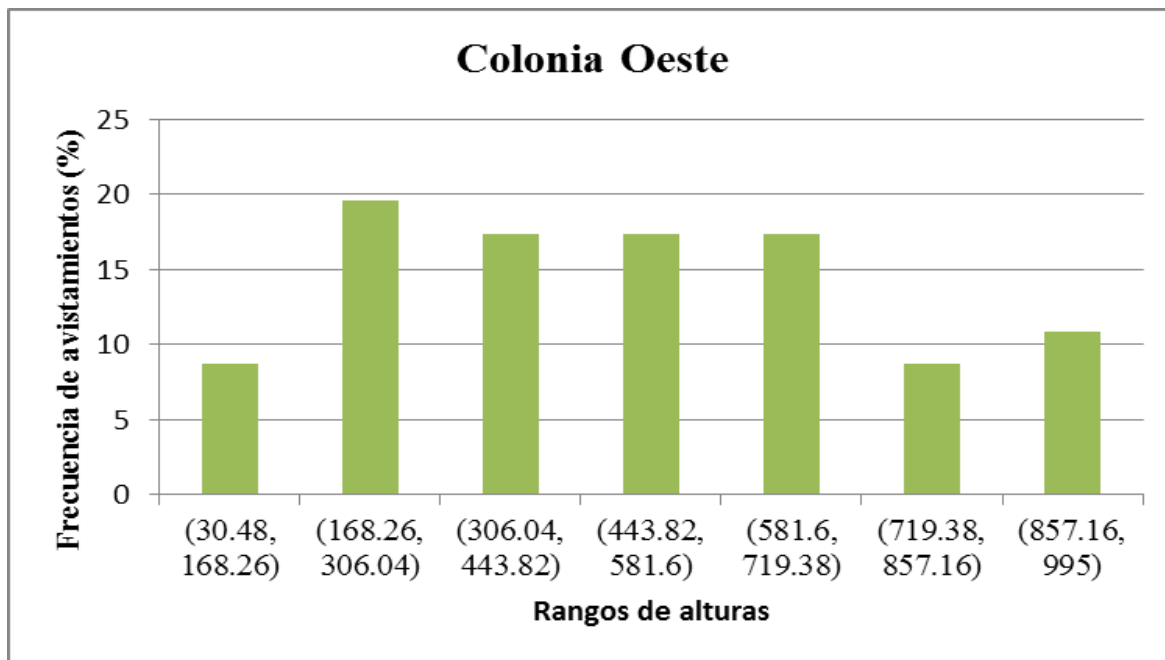


Figura 10. Porcentaje de frecuencias de avistamientos de zopilotes por rangos de altura en el sector Oeste.

Avery *et al.*, (2011) determinaron una máxima altura de 1578 metros (5175.84 ft) para *C. atratus* (zopilotes) en la población de Carolina del Sur, siendo este dato similar a la altura máxima reportada por los pilotos del aeropuerto internacional Augusto C. Sandino que es de 1828.26 metros (6000 ft) lo cual demuestra el ajuste entre los encontrados en la literatura y la medida en el campo.

4.1.5. Horarios de actividad de los zopilotes

Los horarios de observación fueron divididos en bloques de observación de entre 2.5 y 3 horas de observación que comprenden las horas que van desde las 04:30am hasta las 6:00pm para ambos sectores.

En el sector Este se encontró que la mayor actividad se da entre las 05:00- 08:59 am, con un total de 33.33% de avistamientos, posteriormente el horario de las 15:00- 17:59pm presenta el 26.98% de avistamientos (ver figura 11). Estos horarios son en los cuales las aves se dirigen de su sitio de pernoctación hacia los sitios de alimento y en la tarde regresan nuevamente hacia los lugares de descanso, aunque estos estén relativamente cerca los pequeños grupos realizan vuelo en círculos (exploratorios) antes de dirigirse finalmente a su sitio de descanso.

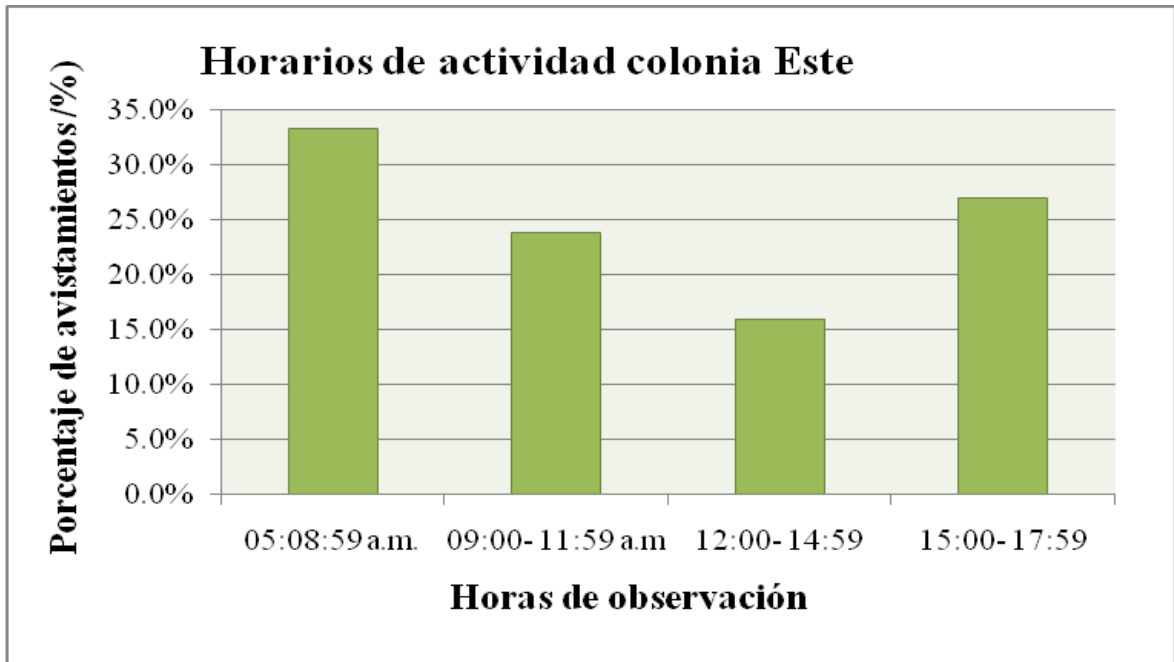


Figura 11. Horarios de actividad de los zopilotes de la población Este.

Para el sector Oeste la situación es diferente, el horario en el que las aves presentan mayor actividad es entre las 15:00 hasta las 17:59 horas con un total de 45% de avistamientos y entre las 04:30 hasta las 06:59 de la mañana se encuentra el 32.50 % de la actividad (ver figura 12).

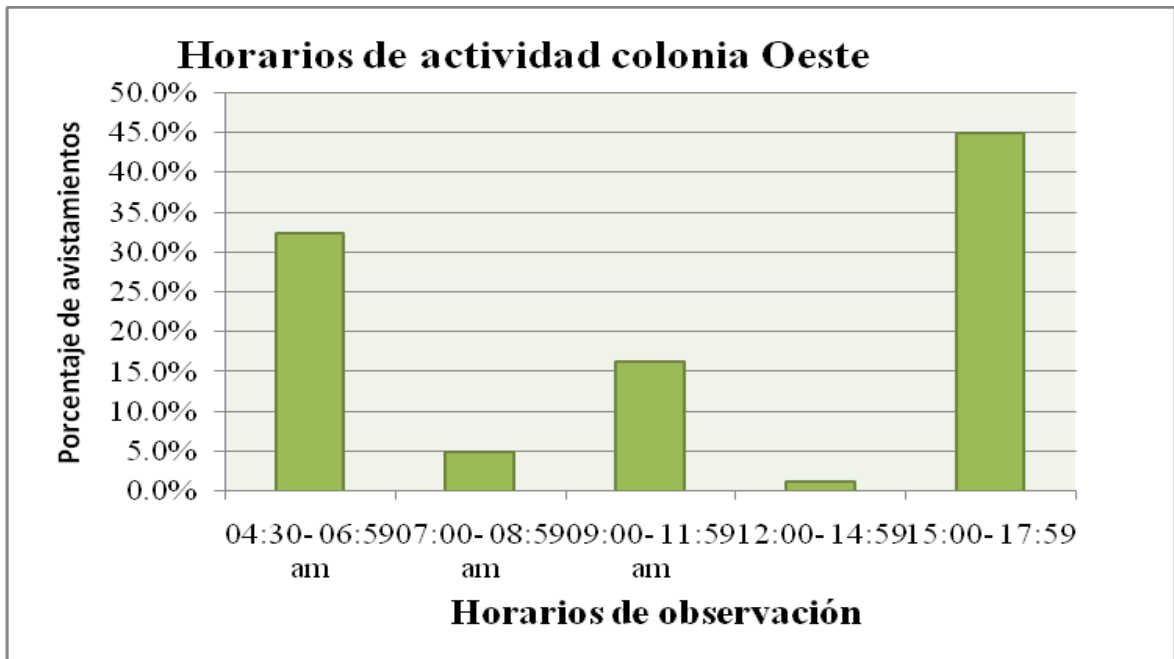


Figura 12. Horarios de actividad de los zopilotes de la población Oeste.

Amaya-Espinel y Rico, citado por Serrano (2009) determinaron que las actividades de los zopilotes están directamente relacionadas a los momentos más soleados del día, comparando estos resultados con los encontrados en esta investigación sobre las horas de mayor actividad de los zopilotes, nótese la similitud en las horas en la que estas aves presentan mayor movilización. Cala et al, (2006) establece que este fenómeno coincide con el incremento de la temperatura y la consecuente aparición de corrientes térmicas, condiciones propicias para el secado de alas y el posterior sobrevuelo.

Los resultados de Serrano (2009) demostraron que los zopilotes inician su actividad aproximadamente a las 05:00 am, cuando se dirigen presurosos hacia la vertiente del río de oro, perchando en árboles ubicados a lo largo de este cañón. La mayoría espera a que el sol esté más radiante, aproximadamente a las 08:00 am para tomar las corrientes de aire ascendentes y planear sin esfuerzo. Así mismo evidenciaron que el horario de mayor actividad se presentó entre las 09:00 horas y las 16:00 horas, esto podría deberse a negligencia en el manejo de los desechos orgánicos en la ciudad.

Este fenómeno es similar a la situación observada en este estudio puesto que las actividades inician entre las 04:30 y 05:00 de la madrugada en ambos sectores, posteriormente hay un descenso en los movimientos reanudándose los movimientos a las 09:00 de la mañana. Para el horario vespertino a partir de las 15:00 horas hay un incremento en las actividades de vuelo de estas aves.

Se realizó para ambas poblaciones un análisis estadístico para determinar la relación de horarios de vuelo y alturas mediante el estadístico de prueba χ^2 cuadrado con la corrección de Yates a un nivel de significancia del 5% para determinar si las variables están relacionadas y se determinó que las mismas eran independientes por lo que no existe una correlación entre ellas y las aves no están sujetas a volar a mayor o menor altura según la hora. (Figura 13)

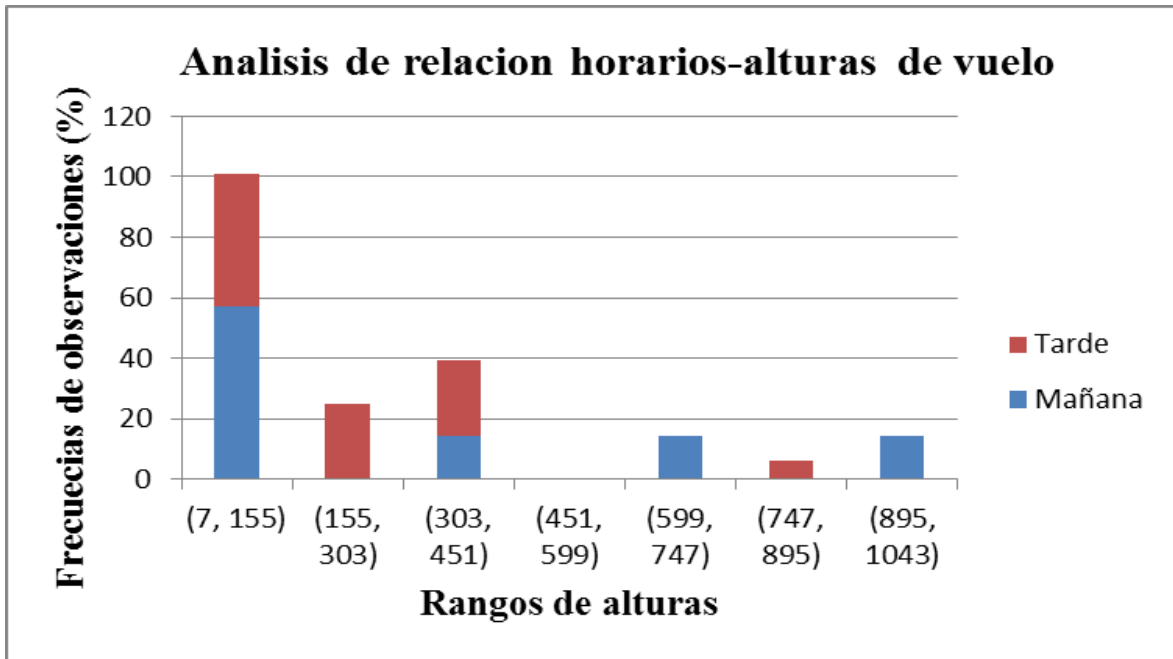


Figura 13. Analisis de relacion de los horarios y alturas de vuelos de los zopilotes sector Este.

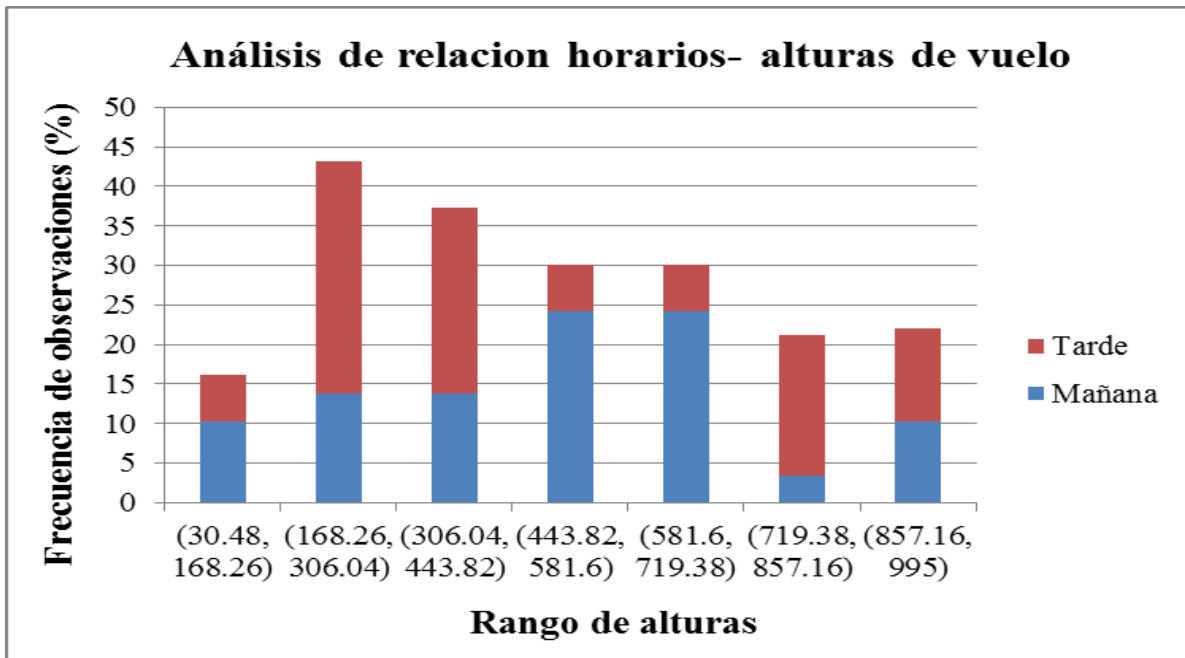


Figura 14. Analisis de relacion de los horarios y alturas de vuelos de los zopilotes sector Oeste.

Ambos graficos muestran la independencia de ambas variables, puesto que los valores de alturas varían para ambos sectores, lo cual demuestra que los zopilotes vuelan a grandes alturas sin importar el horario.

La variable climatologica en cambio, podría ser determinante en los horarios de actividades de los zopilotes puesto que como lo observa Cala et al., (2006) las jornadas de estas aves incrementan paralelo a la variación de las temperaturas y la consecuente aparición de corrientes térmicas, condiciones propicias para el secado de alas y posterior sobrevuelo.

4.1.6. Aerovías en las que existe presencia de zopilotes

Las aerovías más afectadas son las aerovías de salida o de llegada Nor-Este. Las aerovías de salida (Figura 13) afectadas fueron G436 RAKEL, G877 NAGOR, RO47° TO LAS MINAS y KAVLO R878 principalmente porque estas pasan justamente sobre los puntos rojos que corresponden a sitios atractivos para los zopilotes (basureros, empresas de productos cárnicos, sitios donde se han encontrado animales muertos fuera de los basureros y sitios confirmados dormideros de zopilotes). El problema es que sobre esos puntos es más probable que un grupo grande de zopilotes se concentre, o se asume que en esos puntos la presencia de zopilotes es constante.

En particular, todas las aerovías de salida Nor-Este están afectadas desde la salida del aeropuerto por dos empresas de productos cárnicos (NICAFISH y PROINCASA) y un basurero (km 15 carretera vieja a Tipitapa). La aerovía G439 RAKEL queda libre de hacer contacto con algún punto de atracción porque más del 63.6 % de su trayectoria lo hace a la orilla del lago, RO47° TO LAS MINAS y KAVLO R878 se aleja de los puntos de atracción después de haber recorrido 9.7 y 8.2 km respectivamente desde el aeropuerto. Las aerovías de salida Sur-Este no tienen mucho problema de encontrarse con un punto de atracción de zopilotes a excepción de un par de basureros localizados en Cofradía.

Las aerovías de salida Oeste solamente son afectadas en las cercanías del aeropuerto, después de salir del perímetro de 5 km de radio del aeropuerto estas aerovías aparentemente no tienen ningún problema de encontrarse con zopilotes.

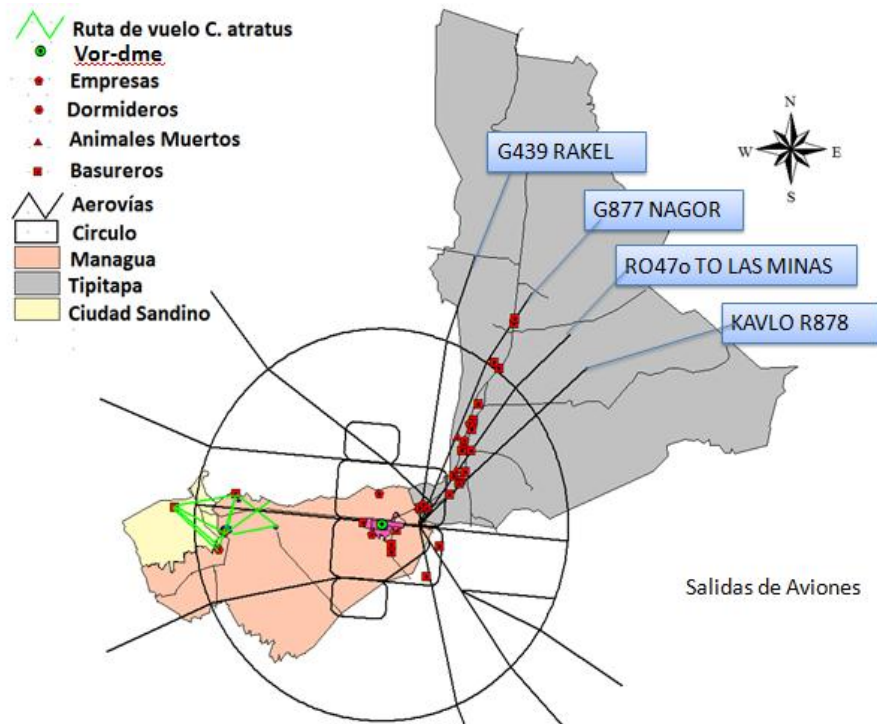


Figura 15. Aerovías de salida Este y Oeste, puntos de atracción de zopilotes y el aeropuerto.

Todas las aerovías de llegada son afectadas con el basurero del Barrio Jorge Salazar a solamente 1.85 km del contacto con la pista de aterrizaje, después de esto, las aerovías de llegada (Figura 14) afectadas fueron: G877 NAGOR, RO47^o TO LAS MINAS, KAVLO R878. En este caso la aerovía G439 RAKEL queda libre de pasar sobre sitios peligrosos porque el 75.7 % de su recorrido lo hace sobre el lago Xolotlán. La aerovía G877 NAGOR solo es afectada antes de entrar al círculo de zona de control, sobre los dos basureros de San Benito y dos basureros del km 31 carretera norte.

Las aerovías de llegada Nor-Oeste y Sur-Oeste son afectadas solamente en aproximación al aeropuerto, pero la aerovía de enfilamiento (línea que corta al círculo en la parte central de Oeste a Este) se ve afectada en los puntos a 12.5 y 15 km antes de llegar al aeropuerto, debido a que en esos puntos las trayectorias de vuelos de la colonia Oeste intercepta a la aerovía de enfilamiento, suponiendo así una probabilidad de impacto entre aves y aeronaves.

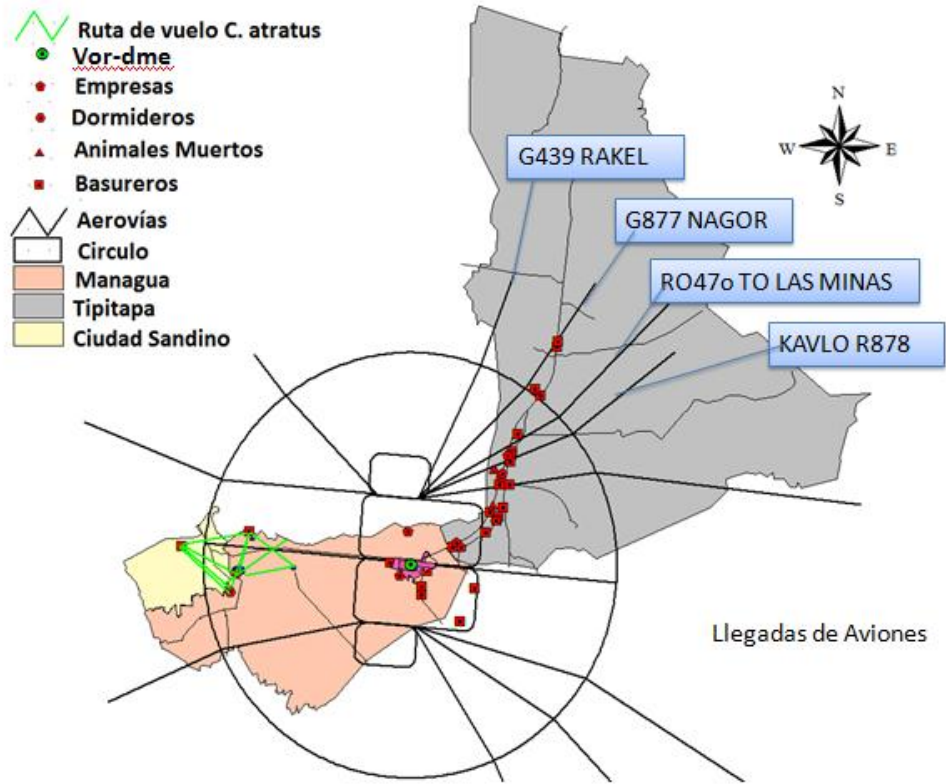


Figura 16. Aerovías de llegadas Este y Oeste, puntos de atracción de zopilotes y el aeropuerto.

V. CONCLUSIONES

Se identificó la existencia de dos poblaciones de zopilotes, una correspondiente al sector Este y la otra al sector Oeste de Managua.

La mayor cantidad de individuos se registraron en el Sector Oeste con un total de 4384 individuos; sin embargo, estas cantidades bien podrían aumentar o disminuir en dependencia de la disponibilidad de alimentos.

Se observó un patrón de vuelo de forma aleatoria para el sector Este y agrupado con ruta definida para el sector Oeste que se ha relacionado a las distancias que deben sobrevolar para llegar al sitio de alimentación.

Las mayores alturas de vuelo se registraron en el sector Oeste con un promedio de alturas de 508 m, siendo las horas de la mañana entre las 04:30 a las 12:00 las que reflejan mayor actividad en ambos sectores; sin embargo, existe un aumento en el movimiento de los zopilotes entre las 15:00-18:00 horas en el sector Oeste.

Las aerovías más afectadas son las aerovías de salida o de llegada Nor-Este y las aerovías de llegada Nor-Oeste y Sur-Oeste, debido a su intersección con los sitios de alimentación de las aves.

VI- RECOMENDACIONES

Realizar monitoreo a la población de zopilotes que validen posibles variaciones en las trayectorias de vuelo, sitios de alimentación y horarios de mayor actividad, así como la inclusión de nuevas variables como tasa de natalidad y mortalidad para establecer un mejor control y manejo de la especie.

Establecer al Comité de Peligro Aviario y Fauna (CPAF) como el ente responsable de peligro aviario, promover que ejecute las funciones para las cuales fue creado y al cual deberán dirigirse las denuncias, propuestas de estudios o evaluaciones a la fauna de riesgo potencial para el tráfico aéreo o cualquier asunto relacionado a este tema.

Para el CPAF:

Diseñar un mecanismo de vigilancia que controle la disponibilidad de alimentos en los sectores de las colonias para tratar de contrarrestar el crecimiento y permanencia de las poblaciones de zopilotes.

Para dar una solución a la problemática de peligro aviario debe convertirse en un proceso participativo que involucre de manera importante a las instituciones públicas y privadas, universidades y la comunidad en general.

Integrar en el Comité de Peligro Aviario y Fauna (CPAF) especialistas en fauna para planificar programas de manejo de control de las especies que representan un peligro potencial para la navegación aérea con actividades acertadas según la especie.

Realizar capacitaciones de manera sistemática al personal del CPAF como el órgano involucrado directamente con el peligro aviario para abordar aspectos importantes de esta problemática y apropiarse de las diferentes y/o nuevas metodologías aplicadas a este tema.

Elaborar sistemáticamente un boletín informativo a cargo del CPAF como una herramienta eficaz de divulgación para instruir y fortalecer los conocimientos del personal de las terminales aéreas del país acerca de la fauna de riesgo para la aviación y las medidas para su control y manejo adecuado.

Garantizar la adecuada divulgación del boletín a todas las entidades involucradas con el peligro aviario puesto que resulta imprescindible que el personal se mantenga informado sobre el estado de ejecución de dicho plan y de las actividades programadas a ejecutarse.

VII- LITERATURA CITADA

Aprendizaje de la carrera. Técnicas de Observación (en línea). Consultado ene. 2012. Disponible en <https://aprendizajedelacarrera.wordpress.com/2008/12/10/tecnicas-de-observacion/>

Avery, M; Humphrey, J; Daughtery, T; Fischer, J; Milleson, M; Tillman, E; Bruce, W; Walter, D. 2011. Vulture flight behavior and implications for aircraft safety. *The Journal of Wildlife Management* (en línea). Consultado 31 may. 2012. Disponible en: www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jwmg.205/abstract

Ayarza, C. 1982. Estudio de la dinámica de población de *Coragyps atratus* (Aves: Cathartidae) en la provincias de Panamá y Colón, República de Panamá. Tesis Lic. Universidad de Panamá. 166p.

CALA, Diego, *et al*; Estudio descriptivo demográfico y de hábitos de desplazamiento, alimentación, reproducción y hematología, del gallinazo negro (*Coragyps atratus* Bechstein, 1793) proposición y evaluación de viabilidad de alternativas, para intervenir sobre la presencia de gallinazos en el área de aproximación del Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga. Universidad Cooperativa de Colombia, 2006.

Carter N.B. 2001. All Birds Are Not Created Equal: Risk Assessmnt and Priorization of Wildlife Hazards at Airfields. Bird Strike Committee USA/Canada. 3rd Joint Annual Meeting (en línea). Consultado 20 ene. 2012. Disponible en: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=birdstrike2011>.

Fowler, J; Cohen, L. 1999. Estadística básica en ornitología. Editorial SEO/Birdlife. Madrid. 114 p.

Garmendia M. A; López, A; Muñoz, P; Martínez, A. 2011. Estudio sobre peligro aviario: Análisis del riesgo de impactos entre aves y aeronaves en el Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, Nicaragua. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria. 85p.

Honduras silvestres (en línea). ES. Consultado 14 de jul. 2014. Disponible en <http://www.hondurassilvestre.com/data/specie/profile>

Martínez-Sánchez, Juan Carlos et al., Biodiversidad zoológica en Nicaragua, página 10, 1^a ed – Managua: MARENA/PNUD. 2001

Milán, J.A. 2009. Apuntes sobre el cambio climático en Nicaragua. Managua, Nic. p.12. ISBN: 978-99924-0-912-1

Parmalee, P.W. 1954. The Vulture: Their movements, Economic Status and Control in Texas. Texas, USA. Consultado 20 ene. 2012. Disponible en: <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/auk/v071n04/p0443-p0453.pdf>

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Real Academia Española, ESP. 2015. Diccionario de la Real Academia Española (en línea). Madrid, ESP. Consultado 08 abr. 2015. Disponible en <http://lema.rae.es/drae/?val=aeronave>

Serrano, C. A. 2009. Situación de los Gallinazos Negros (*Coragyps atratus*) aparcados en el sitio de disposición final “El Charrasco”, Girón, Chimita y Lebrija (Rio de oro), Bucaramanga, Santander. Área metropolitana de Bucaramanga – AMB, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia (UCC). 129 p.

Stiles, G; Skutch, A. 1989. Bird of Costa Rica. Cornell University Press. Ithaca, New York. 481 p.

VIII- Anexos

Anexo 1. Descripción taxonómica del zopilote

<i>Categoría</i>	<i>Taxón</i>	<i>Descripción</i>
Reino	Animalia	Animales: Sistemas multicelulares que se nutren por ingestión.
Subreino	Eumetazoa	Animales con cuerpo integrado por dos o más lados simétricos.
Filo	Chordata	Cordados: Animales con médula espinal, o cordón nervioso.
Subfilo	Vertebrata	Vertebrados: Cordados con columna vertebral.
Clase	Aves	Aves: Vertebrados con plumas.
Subclase	<i>Neornithes</i>	Aves Verdaderas: Vértebras de la cola fundidas.
Superorden	<i>Neognathae</i>	Aves del Vuelo.
Orden	<i>Ciconiformes</i>	Cigüeñas y aves afines.
Familia	<i>Cathartidae</i>	Buitres Americanos.
Género	<i>Coragyps</i>	Gallinazo Negro: Género monotípico.
Especie	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro.

Fuente: Bechstein, 1793

Anexo 3. Lista de los sitios considerados atractivos, puntos de observación, dormideros para zopilotes en el área de estudio y coordenadas

ID	X	Y	CATEGORIA	NOMBRE	Información complementaria
1	588920.249	1341167.44	Empresa	LA CURVA	
2	593934.773	1344067.49	Empresa	NICAFISH	
3	597947.35	1349898.91	Empresa	POLLO	
4	598033.91	1350221.75	Empresa	ESTRELLA	
5	598505.859	1351863.8	Empresa	PROCERSA	
6	594350.151	1343657.16	Empresa	MEGANICSA	
7	589624.838	1345061.72	Empresa	PROINCASA	
8	588004.223	1342236.81	Basurero	CARNIC JORGE SALAZAR	Caja puente Barrio Jorge Salazar
9	589539.447	1341316.75	Basurero	VILLA DIGNIDAD	Villa Dignidad
10	591249.671	1341512.43	Basurero	SABANA GRANDE	# 3 camino Sabana Grande
11	585400.063	1344938.63	Basurero	SABANA GRANDE	#1 camino Sabana Grande
12	596931	1346726	Basurero	KM 19	Km 19 carretera nueva Tipitapa
13	597743	1349181	Basurero	KM 22	Km 22 carretera nueva Tipitapa
14	597217	1347381	Animal muerto	KM 20	km 20 carretera nueva Tipitapa
15	599353	1353622	Basurero	TIMAL	El Timal
16	593537.414	1343559.35	Basurero	KM 15	km 15 carretera vieja Tipitapa
17	598009	1347130	Basurero	V. TIPITAPA	Inicio área de basurero carretera vieja Tipitapa
18	597608	1346306	Basurero	V. TIPITAPA	Entrada al reparto San Jorge
19	597443	1345968	Basurero	V. TIPITAPA	Fin de línea de basurero Carretera vieja Tipitapa
20	596477	1344874	Basurero	TRAPICHITO	Contiguo al Trapichito
21	594399	1343675	Animal muerto	CORRALES VERDES	Corrales verdes
22	595497	1339916	Basurero	COFRADIA	Cofradía
23	601391	1357034	Basurero	KM 31	km 31 carretera Nueva a Tipitapa
24	600914	1357642	Basurero	FOSAS CHILAMATILLO	Fosas de Chilamatillo
25	602861	1361357	Basurero	KM 35 1/2	km 35 1/2 carretera nueva Tipitapa
26	602912	1361850	Basurero	KM 36	km 36 carretera nueva Tipitapa
27	598891	1352100	Basurero	CIUDADELA	Ciudadela frente a trilladero
28	598809	1351720	Basurero	CIUDADELA	Ciudadela
29	598701	1351198	Basurero	CRISTO REY	Cristo Rey
30	598598	1349116	Basurero	HOSPITAL	Hospital Yolanda Mayorga
31	594205	1337005	Basurero	CAMINO COFRADIA	Camino de Cofradía
32	590767	1339332	Basurero	SABANA	Entrada Sabana Grande

33	590795	1340099	Basurero	GRANDE SABANA GRANDE	Sabana Grande
34	600121	1354130	Punto de observación	CAMPO LIMPIO	Programa Campo Limpio
35	599987	1353830	Punto de observación	WOOD PRODUCTS	Wood Product S.A
36	599681	1356061	Punto de observación	LA CEIBA	Árbol de Green
37	592024	1347146	Animal muerto	QUIBUR	Quibor químicos, perro
38	602791.1	1360742.53	Punto de observación	SAN BENITO	Empalme San Benito
39	575227.75	1341311.9	Punto de observación	PEÑON	Peñón
40	573253.44	1340514.05	Punto de observación	MOTASTEPE	Motastepe
41	573319.72	1342719.05	Punto de observación	GRUTA XAVIER	Gruta Xavier
42	573254.69	1343246.94	Punto de observación	CUESTA EL PLOMO	Cuesta el Plomo
43	575470.48	1344957.62	Basurero	CHURECA	La Chureca (dormidero)
44	580639.54	1342860.21	Punto de observación	M. ORIENTAL	Mercado oriental
45	569376.57	1349079.8	Punto de observación	TISCAPA	Tiscapa
46	574336.75	1341140.52	Dormidero	ASOSOSCA	Sur Asososca (Dormidero)
47	574170.13	1339643.1	Dormidero	NEJAPA	Este Nejapa (dormidero)
48	570165.44	1344902.04	Basurero	C. SANDINO	Centro Ciudad Sandino
49	597371.132	1350523.69	Animal muerto	PROCERSA	PROCERSA
50	597283.403	1350554.12	Animal muerto	PROCERSA	PROCERSA

Anexo 4. Estadística de Incidentes con aves de zopilotes para el 2004-2005

Estadística de Incidentes con Aves 2004

No	Fecha	Hora	Aeronave	Descripción del incidente
1	24/02/2004	15:20	Let 410	Impacto de zopilote en borde de ataque de semiala izquierda dañando la parte superior de esta ala
2	26/04/2004	18:08	Boeing	Impacto con zopilote produce golpe en lado derecho de la nariz de la aeronave

Estadística de Incidentes con Aves 2005

No.	Fecha	Hora	Aeronave	Descripción del incidente
1	2/24/2005	13:47	Cessna 208B	Impacto con zopilote en aproximación a Bluefields, daño del parabrisas
2	4/08/2005	10:02	Cessna 208B	Impacto de zopilote en aproximación a Managua, daño en el borde de ataque ala izquierda
3	7/05/2005	10:18	Airbus 319	Impacto con zopilote en aproximación a Managua, daño en borde de ataque motor No. 1 daña el ala
4	11/18/2005	11:35	Boeing 737/100	Impacto con zopilote a (6-8 millas), de aproximación, ingestión de aves en motor izquierdo, no provoca daños en la estructura.

Estadística de Incidentes con Aves 2006

No.	Fecha	Hora	Aeronave	Descripción del incidente
1	09/02/2006	15:50	Cessna 208B	Impacto con zopilote en aproximación a Managua, a 9.6km, se produce daño en la aeronave n la parte exterior del ala derecha.

Fuente: Comité de Peligro Aviario y Fauna (CPAF)

Anexo 5. Dossier de fotografías



Foto 1. *Coragyps atratus* (zopilote). Tomada por Nancy Duarte Rodríguez. 2012



Foto 2. *Coragyps atratus* (zopilote). Tomada por Nancy Duarte Rodríguez. 2012



Foto 3. Grupo de zopilotes vistos desde el aire en un playón en el lago Xolotlán, lado Oeste de Managua (Miguel Garmendía Z). 2012



Foto 4. Vista aérea de predio baldío perteneciente a empresa cárnica “Pollo Estrella” en Tipitapa donde depositan los desperdicios y los *C. atratus* se reúnen para alimentarse. (Miguel Garmendía Z). 2012



Foto 5. Grupo de zopilotes dispersos a orilla de un cauce natural en la Chureca-Managua. Tomada por Edward Green Forbes. 2012

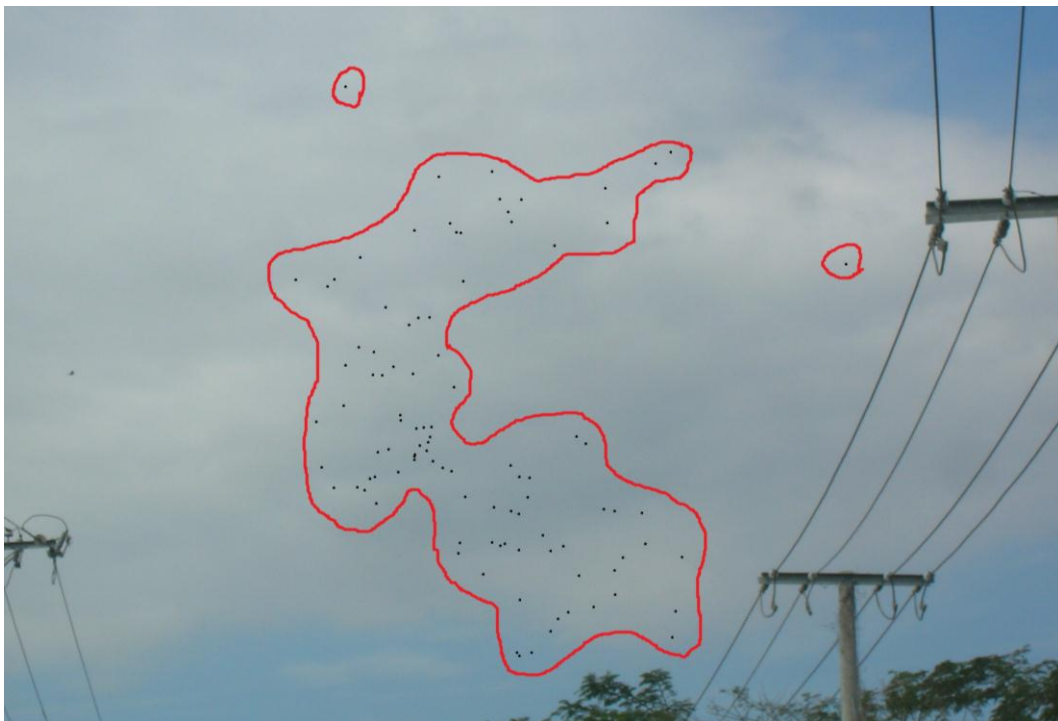


Foto 6. Grupo de zopilotes en desplazamiento en el sector de la carretera panamericana norte (Tipitapa) en horas de la mañana. Tomada por Edward Green Forbes. 2012



Foto 7. Daño causado por un zopilote que impactó a esta aeronave en vuelo (Fotografía facilitada por empresa EAAI Augusto C. Sandino). 2012



Foto 8. Zopilotes alimentándose en los desechos del relleno sanitario La Chureca. Tomada por Edward Green Forbes. 2012