



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

**Riqueza, Densidad y Diversidad de aves en los
alrededores del Aeropuerto Internacional de
Managua Augusto C. Sandino, Managua, Nicaragua**

Autores

Br. Mario Francisco Pichardo Matamoros
Br. Jeyson Uriel Alfaro Gámez

Asesor

Lic. Miguel Garmendia Zapata

Managua, Nicaragua
Enero, 2012

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
INDICES DE FIGURAS	vii
INDICES DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	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. Ambiente físico	4
<i>Clima</i>	4
<i>Geología</i>	4
3.2. Proceso metodológico	5
3.2.1. Etapa de planificación	5
3.2.2. Etapa de la colecta de la información	6
<i>Descripción de la unidad de muestreo</i>	6
<i>Descripción del diseño de muestreo</i>	7
3.2.3. Procesamiento y análisis de la información	11

<i>Cálculo de la riqueza de especie</i>	11
<i>Cálculo de la abundancia</i>	11
<i>Cálculo de la densidad poblacional</i>	12
<i>Cálculo de la diversidad Alfa</i>	12
<i>Cálculo de la diversidad beta</i>	13
3.3. Caracterización de los focos de atracción de aves	13
3.4. Análisis Estadísticos	14
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	15
4.1. Descripción taxonómica general de las especies de aves determinadas en los alrededores del aeropuerto	15
4.1.2. Riqueza de especie y densidad de aves	16
4.1.3. Distribución de la riqueza y la densidad de aves en los meses del año	21
4.1.4. Distribución de la riqueza y la densidad de aves a lo largo de las horas del día	25
4.2. Diversidad Alfa	29
4.3. Diversidad Beta	30
4.4. Comparación de la riqueza y densidades de aves entre las áreas verdes alrededor del aeropuerto y las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje	31
4.5. Condiciones que promueven la presencia de las aves	36
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. LITERATURA CITADA	39
VIII. ANEXOS	41

DEDICATORIA

Sin lugar a dudas le dedico este trabajo de tesis A DIOS Nuestro Señor y único Salvador, por la familia, la educación a través de excelentes profesores y los amigos que me concedió para mi desarrollo como persona profesional y espiritualmente en el transcurso de mi vida y por la sabiduría y salud que me otorgó en la realización del trabajo de tesis.

A mis padres, Mario José Pichardo y Rosa María Matamoros, mis tías Juana, Silvia Matamoros, Rosa Emilia Pichardo. Por sus desvelos, preocupaciones y apoyo durante mi formación y educación para llegar a la feliz culminación de mis estudios profesionales.

A mi abuelita Juana Francisca Reyes Chévez, por darme todo su amor y consejos de seguir luchando por cumplir mis metas. A mis hermanos, Primos y Amigos, (GRUPO BETA) por brindarme siempre su apoyo en los momentos más difíciles de mi desarrollo profesional.

Br. Mario Francisco Pichardo Matamoros

DEDICATORIA

Al concluir este largo trayecto de mi formación profesional, sin lugar a dudas le dedico este trabajo de tesis:

Primeramente a Dios, que siempre estuvo acompañándome dentro y fuera del aula de clase.

A mi madre Johana Gámez y abuelita Romelia Arostegui que han sido razón principal por la cual me he preparado profesionalmente para poder compensar todo el esfuerzo que han hecho por mi hasta hoy.

A mi padre Melvin Alfaro que me ayudó en lo que pudo, a mis tíos y primos maternos especialmente a los Ing.: Donald y Erick Juárez Gámez que mutuamente nos ayudamos como hermanos.

A mis compañeros de clase con los cuales compartí diferentes ideas y a mis profesores que se esforzaron en enseñarnos las diferentes temas del área forestal.

Br. Jeyson Uriel Alfaro Gámez

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento en primer lugar a nuestro Amigo y Señor A Dios por guiarnos e iluminarnos en el largo camino de nuestra investigación.

A nuestro asesor el Lic. Miguel Garmendia, por su apoyo durante el transcurso y realización del trabajo de Tesis con su apoyo incondicional, con la ayuda y comprensión de entrega de todos sus conocimientos tanto teóricos como prácticos en la realización de este estudio.

Al Ing. Andrés López por su colaboración en la etapa de elaboración de mapas y su empeño por la exitosa culminación del trabajo de tesis.

Al Gerente de Servicios Aeroportuarios: Lic. Elmer Guillen, por haber confiado en darnos la tarea de realizar este estudio y poner su empeño y seguimiento en la investigación.

Al Ing. Yader Fletes, por su apoyo en la etapa intermedia y final de la investigación en el campo, en coordinación para el acceso a las áreas internas del Aeropuerto y la fuerza Aérea así como su apoyo en la recolección de la información.

A todas aquellas personas que de una otra manera nos brindaron su ayuda y contribución para la realización del estudio.

Br. Mario Francisco Pichardo Matamoros
Br. Jeyson Uriel Alfaro Gámez

FIGURA	ÍNDICE DE FIGURAS	PAGINA
1.	Ubicación del área de estudio, Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	3
2.	Representación gráfica de un punto de conteo de ave de 25m de radio establecido en cada uno de los sitios en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	6
3.	Ilustración de un punto de conteo de aves que muestra el proceso de establecimiento del punto a partir de una cuadrícula 20x20m en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	8
4.	Diseños para el establecimiento de las unidades de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	9
5.	Distribución porcentual con referente al número total de individuos de las especies más abundantes en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	16
6.	Riqueza de especies para cada sitio de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. Oeste del Aeropuerto (OA), Fuerza Aérea (FA), UNA Norte (UN), UNA Sur (US), Santa Rosa (SR).	17
7.	Curvas de acumulación de especies para los cinco sitios de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	18
8.	Densidad de aves avistadas en cada sitio de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	19
9.	Riqueza de aves a lo largo de los meses del año para cuatro de los cinco sitios de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	21
10.	Distribución de las densidades de aves a lo largo de los meses del año para cuatro de los cinco sitios de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	23
11.	Riqueza de especies distribuida a lo largo de las horas del día en la época seca para cuatro de los cinco sitios de estudios en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	24

12. Riqueza de especies distribuida a lo largo de las horas del día en la época lluviosa para cuatro de los cinco sitios de estudios en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. 25
13. Densidades de especies por hora en cada estación para los sitios Oeste del Aeropuerto, Santa Rosa, UNA Norte y UNA Sur en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. 27
14. Gráfico de caja que refleja la dispersión con respecto a las medias de los datos de densidad de cada especie dentro de los sitios muestreados 1=Oeste del Aeropuerto, 2=Fuerza Aérea, 3=Santa Rosa, 4=UNA Norte y 5=UNA Sur en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. 30
15. Dendrograma de similaridad para los cinco sitios usando el índice de Morisita en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. 31
16. Abundancia por especies en cada parte en que se dividió el enmallado perimetral en las áreas verdes de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua (Muñoz y Martínez, 2009). 33
17. Porcentaje de la densidad de ind/ha de las especies en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. con las identificadas a los alrededores de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua (Muñoz y Martínez, 2009). 35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Ubicación y coordenadas geográficas de las unidades de muestreo.	42
2.	Formulario C. que se utilizó para el monitoreo y la recolecta de la información en la etapa de campo en este estudio alrededor del Aeropuerto.	43
3.	Ubicación taxonómica, estatus (pasante P, residente R y/o migratorio M) y CITES para la mayoría de las especies de aves determinadas en los alrededores del Aeropuerto (sin incluir la desconocida).	44
4.	Gremios alimenticios para todas las especies de aves determinadas en el aeropuerto. Carnívoros (CARN), Especies que se alimentan de invertebrados incluyendo los insectos (INVE), Carroñeros (CARR), Herbívoros (HERB), Frugívoros (FRUG), Granívoros (GRAN), Nectarívoros (NECT) y Omnívoros (OMNI).	45
5.	Listado de especies de aves identificadas en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. Con su identificador.	46
6.	Cuadro de significancia de las comparaciones de riqueza y densidad mensual dentro de los sitios antes mencionados en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	47
7.	Resultado de la prueba de múltiples comparaciones de Tukey-Kramer para riqueza a lo largo de las horas del día y Para explorar la fuente (s) de las diferencias. Para explorar la fuente (s) de las diferencias en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	47
8.	Cuadro de significancia de las comparaciones de riqueza y densidad distribuida a lo largo de las horas del día dentro de cada sitio de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	48
9.	Resultado del test de múltiples comparaciones de Dunn's para densidad en la estación seca en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	48
10.	Riqueza (S), número de especies esperadas según el estimador Chao 2, abundancia (N) e índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para los cinco sitios en estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.	48

11. Porcentajes de similaridad al comparar los cinco sitios según el índice de Morisita en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. 49
12. Definición de términos básicos en la actividad aeronáutica o infraestructura para el transporte aéreo y algunos aspectos básicos sobre fauna utilizada en este estudio. 49

RESUMEN

Las áreas alrededor de los aeropuertos juegan un papel fundamental en la presencia de especies de aves dentro del mismo, por las diferentes condiciones de alimento y hábitat que estos les proveen. Muchas de las aves que se encuentran en estos sitios son peligrosas para la aviación, principalmente por el riesgo de colisionar con las aeronaves, por ello se llevó a cabo un monitoreo en el cual se determinaron los sitios, meses y horas del día donde la riqueza, diversidad y densidad de aves son mayores, además de identificar los focos de atracción en cada sitio y las especies de aves peligrosas para la aviación. Este trabajo se realizó en las proximidades y dentro del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino a 11.5 Km del centro de la ciudad de Managua. Para cumplir los objetivos se implementó un diseño aleatorio estratificado, dividiendo los alrededores del aeropuerto en estratos o sitios identificados de la siguiente manera: La Fuerza Aérea (FA), Oeste del Aeropuerto (OA), UNA Norte (UN), UNA Sur (US) y Santa Rosa (SR), y en cada uno se establecieron puntos de conteo de 25 m de radio aleatoriamente, para un total de 57 puntos. Como resultados se contabilizaron 2,173 individuos distribuidos en 31 especies de aves incluyendo una desconocida, 28 géneros, 21 familias y 12 órdenes. El sitio con mayor riqueza, diversidad y abundancia fue Santa Rosa. Entre las especies con mayores densidades resultan: *Zenaida asiatica* (Paloma Ala blanca) con 229 individuos/ha, *Hirundo rustica* (Golondrina) con 101 individuos/ha, *Turdus grayi* (Senzontle) con 99 individuos/ha, *Quiscalus mexicanus* (Zanate) con 85 individuos/ha, *Columbina talpacoti* (Paloma San nicolas) con 65 individuos/ha, *Crotophaga sulcirostris* (Pijul) con 62 individuos/ha y *Pitangus sulphuratus* (Guis pecho amarillo) con 58 individuos/ha. Dentro de estas, las especies peligrosas para la aviación identificadas en el área de estudio fueron: *Coragyps atratus* (Zopilote), *Quiscalus mexicanus* (Zanate), *Columbia livia* (Paloma castilla), *Hirundo rustica* (Golondrina), *Columbina talpacoti* (Paloma san nicolas), *Moluthrus aeneus* (Tordo), presentes en todas las áreas de estudio. Los meses de mayor densidad de aves resultaron ser los meses de agosto-octubre. Las horas de mayor densidad de aves fueron 5:30am-10:59am y 14:00pm-15:00pm en el período seco y lluvioso. Entre los focos de atracción de aves en los alrededores del aeropuerto están: especies vegetales productoras de frutos y de flores atractivas para insectos y aves nectaríferas, pastos productores potenciales de granos que a la vez brindan hábitat y refugio a aves, la presencia de cultivos, bosques secundarios, matorrales, actividades agrícolas y zonas que son atractivo para las especies de aves. Por otro lado los desperdicios humanos y rellenos sanitarios e infraestructuras de vivienda también figuran entre los sitios que las aves consideran hábitat y refugio.

ABSTRACT

The surroundings areas of the airports play a fundamental paper in the presence of birds inside the airports, it is due to the different food and habitat conditions. Many of the birds that are in these places are dangerous to the aviation, for that reason, a bird monitoring was carry out in those places. To the months and the hours of the day it was determined: richness, diversity and density of birds, besides focuses of attraction to the dangerous birds were identify in each place. This work was carried out in the surroundings of the International Airport Augusto C. Sandino to 11.5 Km of downtown of Managua. To complete the objectives an aleatory stratified design was implemented, dividing the surroundings of the Airport in strata or places through the following way: The air force (FA), west of the Airport (OA), UNA North (A), UNA South (US) and Santa Rosa (SR). 57 count points of 25 m of radio were established by an aleatory way. As results 2,173 individuals were identify, distributed in 31 species of birds including a non-identity one, 28 genus, 21 families and 12 orders. The place with more richness, diversity and abundance was SR. The species with more densities were: *Zenaida asiatica* (White Wing Dove) with 229 individuals/ha, *Hirundo rustica* (Swallow) with 101 individuals/ha, *Turdus grayi* (Senzontle) with 99 individuals/ha, *Quiscalus mexicanus* (Zanate) with 85 individuals/ha, *Columbina talpacoti* (San Nicolas Dove) with 65 individuals/ha, *Crotophaga sulcirostris* (Pijul) with 62 individuals/ha and *Pitangus sulphuratus* (Yellow Chest Flycatcher) with 58 individuals/ha. Some of the dangerous birds species to de aviation identify in the study area were: *Coragyps atratus* (Black Vulture), *Quiscalus mexicanus*, *Columbia livia* (Castilla Dove), *Hirundo rustica*, *Columbine talpocati*, *Moluthrus aeneus* (Bronzed Cowbird). The months with more bird density were August-October in all places. The hours with more bird density were 5:30am-10:59am and 14:00pm-15:00pm in the dry and rainy season. Some of the focuses of attraction of birds in the surroundings areas of the airport were: species vegetable producers of fruits and flowers attractive to nectarivoros insects and birds. The grasses potentials to produce grains, plants potential to be habitat and refuge to birds as crops, heaths, agricultural activities and areas with trees. On the other hand the humans waste and sanitary fillers and housing infrastructures also figure among the places that the birds consider attractive to habitat and refuge.

I. INTRODUCCIÓN

Los estudios referidos a colisiones entre aves y aeronaves se deben de llevar a cabo desde dos sentidos, el primero, determinar las aves que permanecen o frecuentan las áreas internas del aeropuerto y paralelamente indagar sobre los atractivos de las aves fuera del aeropuerto; en segundo lugar, es de suma importancia conocer las aves que permanecen o frecuentan las áreas aledañas o las vecindades del aeropuerto y de igual forma investigar los atractivos que dichas áreas ofrecen a las aves.

Por su posición geográfica el aeropuerto de Managua colinda con áreas que representan focos de atracción potenciales para aves y que según la norma NTOM-004-MTI-2001 no deberían de existir en esos sitios, entre ellos: asentamientos urbanos, áreas abandonadas en proceso de sucesión, áreas agrícolas y ganaderas.

Cleary y Dolbeer (2005) desarrollan una extensa explicación sobre la importancia de identificar las aves que encuentran hábitat o refugio temporal dentro y alrededor de los aeropuertos y sus factores atrayentes. Una de los más fuertes argumentos es que los mismos aeropuertos y sus alrededores suplen los requerimientos para la proliferación de ciertas especies de aves que podrían ser blancos de choques aves-aeronaves. (Ojasti, 2000) por su parte expresa que cuatro de los factores básicos que cualquier hábitat les provee a la fauna silvestre para su proliferación son: espacio, alimento, cobertura y agua.

Muños y Martínez (2009) desarrollaron la primera investigación sobre peligro aviario en Nicaragua, enfatizada principalmente en el monitoreo de aves que hacen uso de las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje y de aves gregarias que vuelan a grandes alturas, que eran fácilmente observables desde la torre de control.

Chavarría y Lanuza (2010) caracterizaron la vegetación y determinaron las especies vegetales que son atractivas para las aves dentro del aeropuerto El país más cercano que ha realizado estudios similares es Panamá. El cual ha hecho una evaluación de la avifauna presentes en aeropuertos de Panamá como aspecto básico, y han desarrollado monitoreos de las aves existentes en las pistas, calles de rodaje y áreas verdes de los Aeropuertos Internacionales de Tocumen y M.A.Gelabert (Godínez, 2001).

Aunque Muños y Martínez (2009) hayan indagado sobre los atractivos para las aves alrededor del aeropuerto (radio de 3000 m) principalmente para aves carroñeras, es necesario investigar de una forma más detallada en las vecindades del aeropuerto (áreas colindantes) sobre las especies de aves que proliferan en dichos sitios y en qué cantidades; cuáles de esas aves están en la lista de aves de alto riesgo elaborada por Muños y Martínez (2009) y cuáles son los factores atrayentes en esos sitios. Es aquí donde radica la importancia de esta investigación, en la cual se determina la riqueza y la abundancia relativa, para realizar dos comparaciones: la primera en el tiempo y el espacio, y la segunda fue comparar dichas variables con los datos de Muños y Martínez (2009) y caracterizar focos de atracciones en las vecindades del aeropuerto.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Determinar la riqueza, densidad y diversidad de aves en los alrededores del Aeropuerto Internacional de Managua Augusto C. Sandino.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la riqueza y la abundancia relativa de aves que frecuentan y viven en las vecindades del Aeropuerto.
- Comparar la riqueza y la abundancia relativa de aves en tiempo y en espacio.
- Caracterizar los focos de atracción de aves en los sitios de muestreo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción general del área de estudio

3.1.1. Localización

El Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino se encuentra ubicado en el municipio de Managua, departamento de Managua aproximadamente a 11.5 km del centro de la ciudad en el sector oriental entre las coordenadas $12^{\circ} 08' 30''$ de latitud norte y $86^{\circ} 10' 24''$ longitud oeste (Figura 1).

Ocupa un predio de aproximadamente 354.34 ha distribuidas en forma casi rectangular, con 3,600 m de este a oeste y 800 m de norte a sur con una elevación de 58.2 msnm (EAAI, 2006).

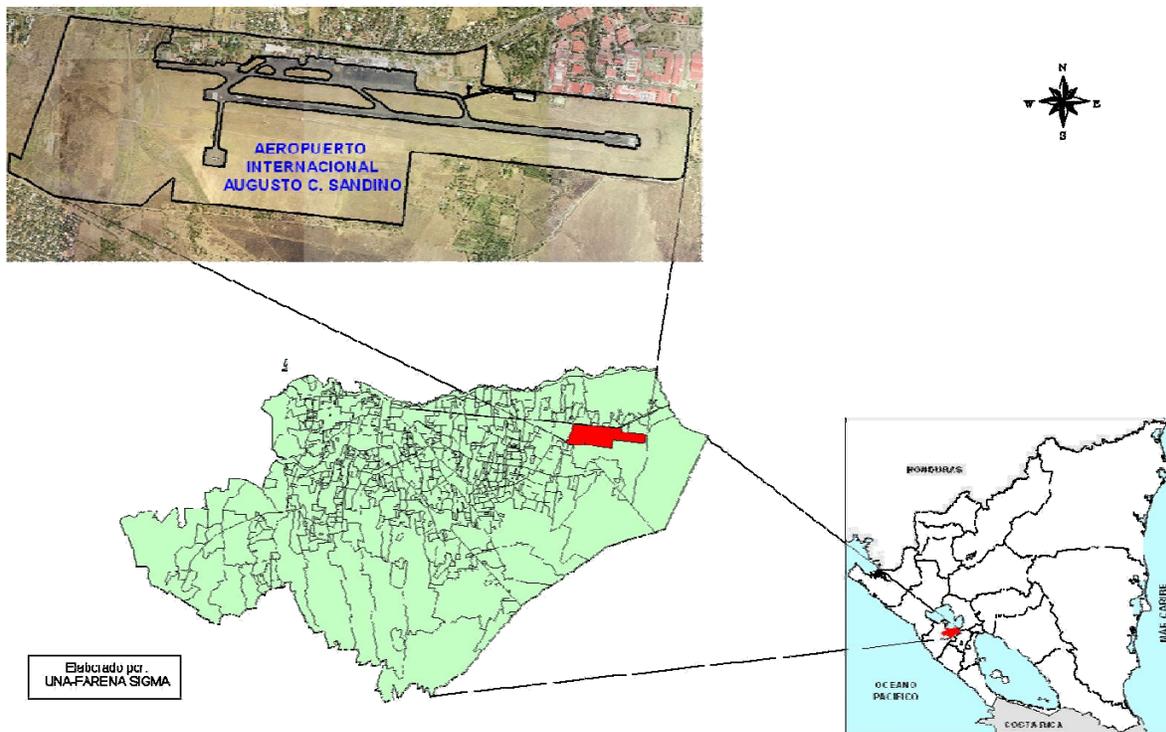


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

3.1.2. Ambiente físico

Clima

Información climatológica relativa al aeropuerto internacional de Managua, obtenida del resumen meteorológico anual de la estación ubicada en el Aeropuerto (EAAI, 2006).

- Temperatura máxima media: 32.9 grados centígrados
- Temperatura mínima media: 22.6 grados centígrados
- Humedad relativa media: 74.2 %
- Precipitación media mensual: 63.1 mm
- Precipitación máxima mensual: 132.3 mm
- Velocidad promedio mensual del viento (m /segundo): desde 0.2 hasta 3.8 en registro de 7 años.
- Elevación de la estación meteorológica: 56 msnm
- Presión atmosférica media: 1004.1 Hpa
- Nubosidad media: 2.0 octas

Geología

Diversos estudios se han desarrollado en el área del aeropuerto encaminados a establecer la condición geológica del aeropuerto y en particular en establecer la ubicación de fallas geológicas, estableciéndose la presencia de una falla geológica llamada “Las Mercedes”, la cual cruza la terminal de pasajeros por su zona media y se extiende en dirección norte-sur a lo ancho de los terrenos del aeropuerto. También se identifican otras dos fallas muy próximas a ésta, llamada de “Bomberos” que pasa por debajo de las instalaciones de los Bomberos del Aeropuerto a aproximadamente 100 m al este de la terminal de pasajeros y otra que pasa al extremo oeste (EAAI, 2006).

Adicionalmente se han identificado otras dos fallas mayores, la llamada del “Aeropuerto” ubicada a aproximadamente a 1.5 km al oeste del edificio terminal de pasajeros y la falla llamada “Escuela” a 1 km al este de la terminal. Se presume que existen en los terrenos del aeropuerto nueve fallas menores.

3.2. Proceso Metodológico

Esta investigación está basada en observaciones puntuales del número de especies y número de individuos de aves determinados en el área de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, a lo largo del tiempo de muestreo, mediante un diseño y en observación de los atractivos para las aves en dichas áreas. La aplicación de la metodología de manera global consiste en el desarrollo de tres etapas: etapa de planificación, etapa de colecta de la información y etapa de análisis.

3.2.1. Etapa de planificación

En esta etapa se realizó una primera visita en los alrededores del aeropuerto, se identificaron los problemas y se discutió el diseño de muestreo más idóneo para poder tomar los datos de una manera más confiable. En este período se gestionaron los permisos de entrada al área de estudio para los investigadores, se adquirió equipo de campo, además se realizaron reuniones con los involucrados en donde se aclararon los detalles de la metodología a utilizar.

Basados en un diseño estratificado aleatorio el área de estudio se dividió en cinco estratos, a los cuales de aquí en adelante se les denomina “sitios”, que corresponden en esta investigación como los alrededores del aeropuerto entre estos: al Oeste del Aeropuerto (OA), la Fuerza Aérea (FA), los recintos de la Universidad Nacional Agraria (UNA) entre estos: UNA Norte (UN), UNA Sur (US) y Santa Rosa (SR).

Aunque la Fuerza Aérea y el Oeste del Aeropuerto están dentro de las propiedades del aeropuerto se decide considerarlo como alrededor, ya que se encuentran retirados de la pista de aterrizaje y de las áreas en donde se da la mayor actividad aeroportuaria.

Muños y Martínez (2009) clasificaron a las aves con un índice de riesgo de impacto ave-aeronave y recopilaron información de campo sobre los atractivos de las aves dentro y en los alrededores lejanos del aeropuerto (puntos como basureros y mataderos ubicados en un radio de 3000 m desde la torre de control).

3.2.2. Etapa de la colecta de la información

Esta etapa consistió en la distribución de las unidades de muestreo en las áreas de estudio según el diseño de muestreo, seguidamente, se extrajo la información dentro de cada una de dichas unidades tomando en cuenta las variables medidas. El tiempo de la colecta de la información fue de 10 meses, desde el mes de marzo al mes de diciembre del 2008, abarcando los dos períodos estacionales del año.

Descripción de la unidad de muestreo

La unidad de muestreo que se usó en esta investigación fue el punto de conteo de aves de 25 m de radio (Figura 2), ampliamente utilizada en los conteos internacionales de aves (Ralph *et. al.*, 1996). Dentro de esta unidad se determinarán las especies de aves y se contarán los individuos para cada especie. El área que abarca la circunferencia es de 0.2 ha.

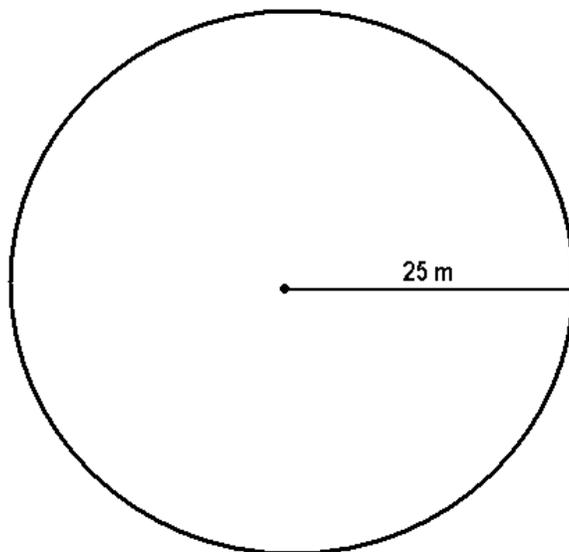


Figura 2. Representación gráfica de un punto de conteo de aves de 25 m de radio establecido en cada uno de los sitios en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

El conteo por punto es el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países debido a la eficacia en todo tipo de terrenos y hábitat, y a la utilidad de los datos obtenidos. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat y los patrones de abundancia de cada especie (Ralph *et. al.*, 1996).

Descripción del diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado es el diseño estratificado aleatorio el que consiste en la división del área de estudio en estrato (sitios) y luego el establecimiento aleatorio de las unidades de muestreo dentro de cada sitio. Se establecieron 57 puntos de conteos de 25 m de radio: 24 en OA, 5 en FA, 8 en UN, 4 en US y 16 en SR. El área muestreada en cada uno de los sitios comprende: 52.9 ha en el Oeste del Aeropuerto, 14.3 ha en Fuerza Aérea, 20.3 ha en UNA Norte, 10.7 ha en UNA Sur y 135.7 ha en Santa Rosa, por lo que cubrió un área total de muestreo de 233.9 ha.

Para el establecimientos de las unidades circulares, se elaboraron mapas a escala 1:10,000 con redes de cuadrículas enumeradas (Grids) de 20x20m para cada sitio, cada cuadrícula se seleccionó aleatoriamente y el centro del punto de conteo se estableció en el vértice superior izquierdo (nor-oeste) de dicha cuadrícula, esto con el fin de facilitar la ubicación del punto en el campo, cada vertice estaba georeferenciado y de éste partía la medida de los 25 m de radio para formar la circunferencia (Figura 3).

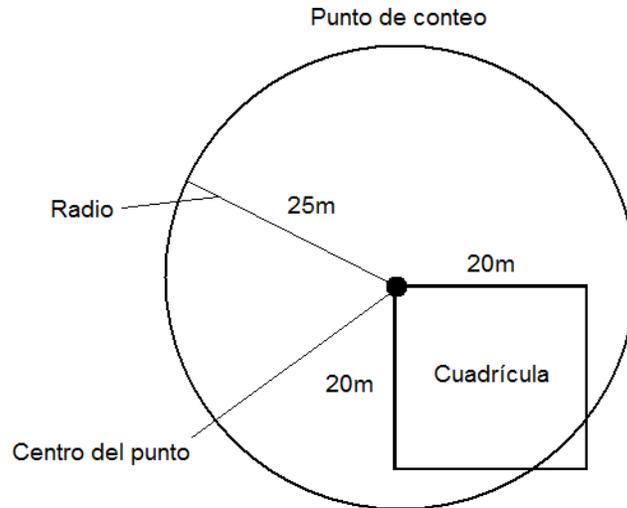


Figura 3. Ilustración de un punto de conteo de aves que muestra el proceso de establecimiento del punto a partir de una cuadrícula 20x20m en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

Una vez establecidas las unidades de muestreo, se elaboró un calendario de visitas con los días en que se pretendía hacer el conteo de aves. Se realizó un mínimo de cuatro visitas por mes a cada sitio, eso en dependencia del acceso a las áreas restringidas, que reducían de una forma u otra el número de visitas mensuales.

Fueron realizadas 15 visitas al Oeste del Aeropuerto, 6 a la Fuerza Aérea, 25 a la UNA Norte, 25 a la UNA Sur y 12 visitas a Santa Rosa. Esto hace un total de 83 visitas en todos los sitios estudiados que corresponden a 300 horas de observaciones en todo el año. Las observaciones se realizaron en el período marzo-diciembre del año 2008 (Figura 4).

Los criterios de la selección de los sitios fueron: por seguridad de los involucrados por ser los sitios más cercanos al área de estudio y por ser los sitios más accesibles.

La influencia de las especies de aves está dada por la abundancia, el hecho que en una ave este presente, desplazándose dentro del sitio ya es influencia. .

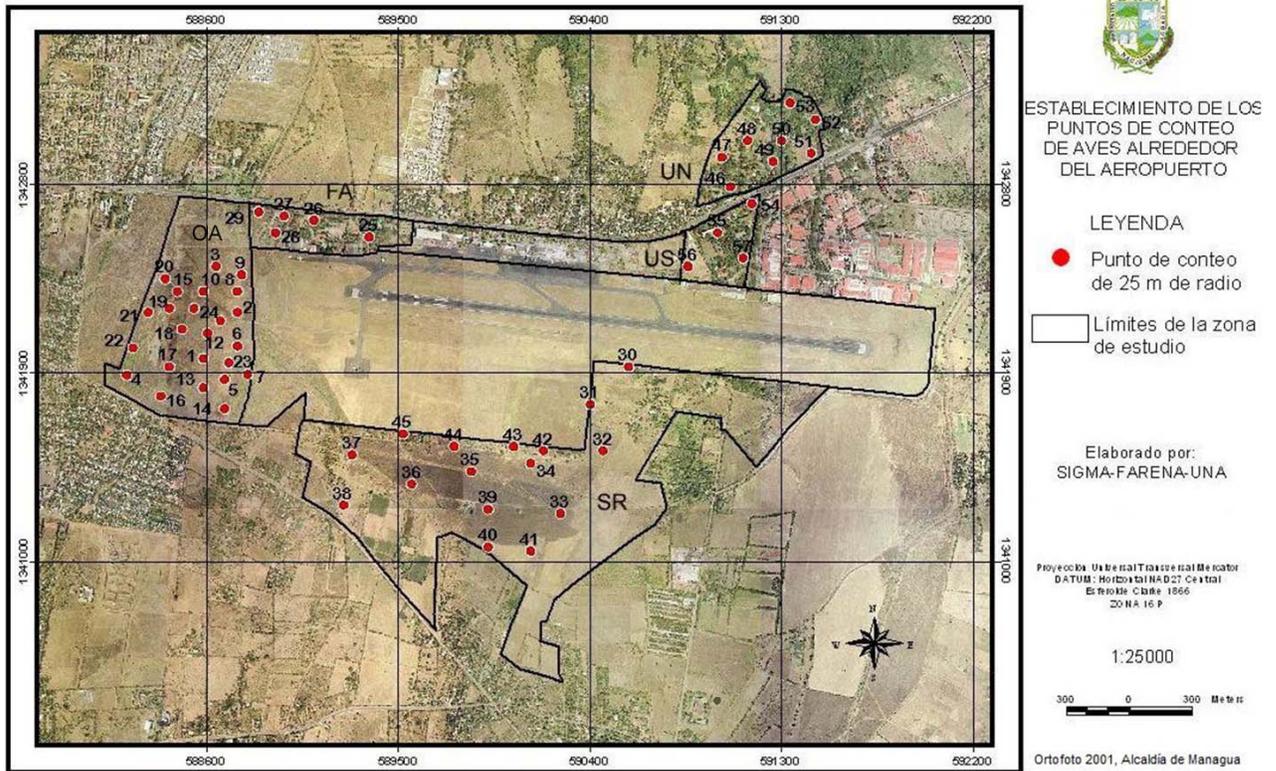


Figura 4. Diseños para el establecimiento de las unidades de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

Se utilizó un GPS Garming PLUS II para la ubicación de los puntos de conteo en el terreno auxiliados por un mapa pre-elaborado y una lista de los puntos enumerados con sus coordenadas (Anexo 1). En caso de que un punto seleccionado cayera sobre una infraestructura, ese punto era descartado y se seleccionaba otro punto, también aleatoriamente en su reposición.

De los registros en todo el período de muestreo se calculó el número de especies y el número de individuos/ha de aves en cada hora de muestreo, tomando en cuenta que las horas en que se llevaba a cabo la investigación fueron de las 05:00 a las 17:00, las horas de inicio y fin de cada día variaban en ese rango según la accesibilidad a cada sitio. Cabe mencionar que en este estudio se utilizaron las horas militares.

Cada visita se realizó desde las 05:30 hasta las 17:30. En una visita se podían monitorear dos sitios, de esta forma, un día se ocupaba para monitorear en la Fuerza Aérea y al Oeste del Aeropuerto, otro día para monitorear UNA Norte y UNA Sur, y un día completo para monitorear en Santa Rosa. Por lo general no se comenzó el monitoreo por un mismo punto, el punto en el que se inició el conteo en un día de monitoreo era seleccionado aleatoriamente, de esta forma se les daba la misma oportunidad a todos los puntos de ser muestreado a lo largo de las horas del día que duraba el monitoreo.

Se determinó la riqueza de especie y las densidades de las aves observadas en los alrededores del aeropuerto, se monitorearon sus cambios a lo largo de los meses del año y a lo largo del día. Se calcularon las densidades en virtud de usar las abundancias debido a que cada sitio presenta diferencias en área, el cálculo de la densidad estandarizó las comparaciones.

Cuando el investigador llegaba al punto de conteo, éste esperaba cinco minutos para que las aves se acostumbraran a la presencia de él, a como recomienda (Ralph *et. al.*, 1996). Luego se procedía a contar por 10 minutos todas las aves (tratando a la medida de lo posible no recontarlos) desde el centro de círculo marcado por una estaca de 1m de altura donde se escribió con marcador permanente el número del punto, los conteos se realizaron por método directo (avistamiento) y método indirecto (canto).

De las aves observadas se anotaron los siguientes datos: especie y número de individuos, otro dato secundario fue el alimento, cuando fue posible observar a un ave alimentándose los datos se anotaban siguiendo las especificaciones del formulario C del monitoreo alrededor del aeropuerto (Anexo 2).

Si el observador no conocía la especie, anotaba las características sobresalientes del ave (color de patas, color de ojos, pico, del pecho, espalda, cabeza, cola, firma de vuelo, tamaño o caracteres como copetes, plumas en las patas) con ayuda de binoculares o se tomaba fotografía con cámara digital para identificarlo con una guía ilustrada una de las guías ilustradas básicas utilizada fue Aves de Costa Rica por Stiles & Skutch (1989).

3.2.3. Procesamiento y análisis de la información

En esta etapa se realizaron los cálculos basados en la información recolectada en campo, se procedió a digitalizar los datos, se buscó información de las especies de aves no identificadas en el campo mediante la revisión de bibliografía. A continuación se describen los principales análisis:

Cálculo de la riqueza de especie

La riqueza (S) se define como el número de especies en un determinado lugar (Moreno, 2001). Para calcular la riqueza únicamente se realizó la sumatoria de todas las especies determinadas para un sitio en un tiempo dado.

La fórmula para su cálculo es:

$$S = \sum s$$

Donde:

S= riqueza

s= número de especies

Cálculo de la abundancia

La abundancia (N) se define como la cantidad de individuos de una especie determinada que se distribuyen en una comunidad (Pérez, 2004). La forma de calcularla solo incluye la sumatoria de todos los individuos observados para cada especie.

La fórmula para su cálculo es:

$$N = \sum n$$

Donde:

N= abundancia

n= número de individuos

Cálculo de la densidad poblacional

Para estimar la abundancia absoluta lo más frecuente es estimar la densidad poblacional por muestreo. La densidad poblacional se calcula dividiendo el número de animales. (n) entre el área de la parcela: $D = n/a$. Para extraer el número de especies totales, se utilizaron las medianas (Ojasti, 2000).

Su fórmula es:

$$D = n/a$$

Donde:

n= es el número de individuos

a= unidad del área

Cálculo de la diversidad alfa

La diversidad alfa o diversidad dentro de un hábitat fue medida usando el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 1988). El índice de diversidad de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Su fórmula es:

$$H' = -\sum_{i=1}^S [(n_i/n) \ln (n_i/n)]$$

Donde:

H'= índice de Shannon -Wiener

n_i= Número de individuos que pertenecen a la i^{ta} de las especies en la muestra

n= Número total de individuos en la muestra

Cálculo de la diversidad Beta

Para el cálculo de la diversidad beta se utilizó el índice de similaridad de Morisita (Moreno, 2001) el cual mide el recambio de especies-individuos que existía entre cada uno de los hábitat (sitios) agrupándolos según la similitud.

3.3. Caracterización de los focos de atracción de aves

Esta metodología consistió en la realización de recorridos durante la etapa de campo, observando los sitios de mayor presencia de aves y los que presentaron mejores condiciones como: estructura artificial, práctica de uso de suelo, paisaje, actividades agrícolas y vegetación en cada uno de los sitios del estudio en los alrededores del aeropuerto, estos son factores claves que determinan la presencia de hábitat de una especie o grupos de especies de aves y el comportamiento de la fauna silvestre en el aeropuerto.

Según (Cleary y Dolbeer, 2005) son focos de atracción, cualquier estructura artificial práctica de uso de suelo o cualquier característica geográfica, ya sea natural o artificial, que pueda atraer o dar sustento a fauna silvestre de riesgo dentro del espacio aéreo de aterrizaje y despegue. Estos atractivos pueden incluir, sin limitarse a determinadas condiciones arquitectónicas y de paisaje, sitios de depósitos de desechos, plantas de tratamientos de aguas residuales y actividades agrícolas.

3.4. Análisis Estadísticos

Los análisis estadísticos realizados generan descripciones numéricas para probar las hipótesis. Cada prueba se utilizó según la situación y bajo las premisas y requerimiento de cada una. Se realizó pruebas de normalidad (Kolmogorov Smirnov) y para los datos no paramétricos se utilizaron pruebas no paramétricas, el nivel de confianza fue de 0.05.

Los estadísticos aplicados fueron: media aritmética y moda (Spiegel y Stephens, 2002), prueba ji cuadrado (Fowler y Cohen, 1990), T student (Steel y Torrie, 1998), prueba de Mann Whitney (Fowler y Cohen, 1990), prueba de Kruskal-Wallis (Pérez, 2004), prueba de Tukey-Kramer, prueba de Normalidad con el método de Kolmogorov-Smirnov (Wayne, 2007). Los programas de cómputo usados para estos análisis fueron: Paleantological Statistic: PAST, Instat y Microsoft Office Excel^R.

Abreviación de los estadísticos:

KW= Kruskal- Wallis, **U**= Mann Whitney, **t**= t de student, **X²**= ji cuadrado, **F**= ANOVA

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción taxonómica general de las especies de aves determinadas en los alrededores del aeropuerto

En los alrededores del aeropuerto se determinaron dentro de las unidades de muestreo 2,173 individuos, agrupados en 31 especies (incluyendo una desconocida), 28 géneros, 21 familias y 12 órdenes. Los órdenes más representados según el número de familias fueron: *Passeriformes* (9) y *Falconiformes* (2). Las familias más representativas según el número de especies fueron: *Columbidae* (4), *Icteridae* (3) y *Tyrannidae* (3) (Anexo 3).

Las especies más abundantes en los cinco sitios y en todo el período de estudio fueron: *Zenaida asiatica* L. (585 individuos), *Hirundo rustica* L. (355 individuos), *Quiscalus mexicanus* G. (165 individuos), *Columbina talpacoti* T. (164 individuos), *Crotophaga sulcirostris* S. (162 individuos), *Turdus grayi* B. (149 individuos) y *Pitangus sulphuratus* L. (138 individuos) (Figura 5), las 24 especies restantes tienen abundancias menores de 100 individuos.

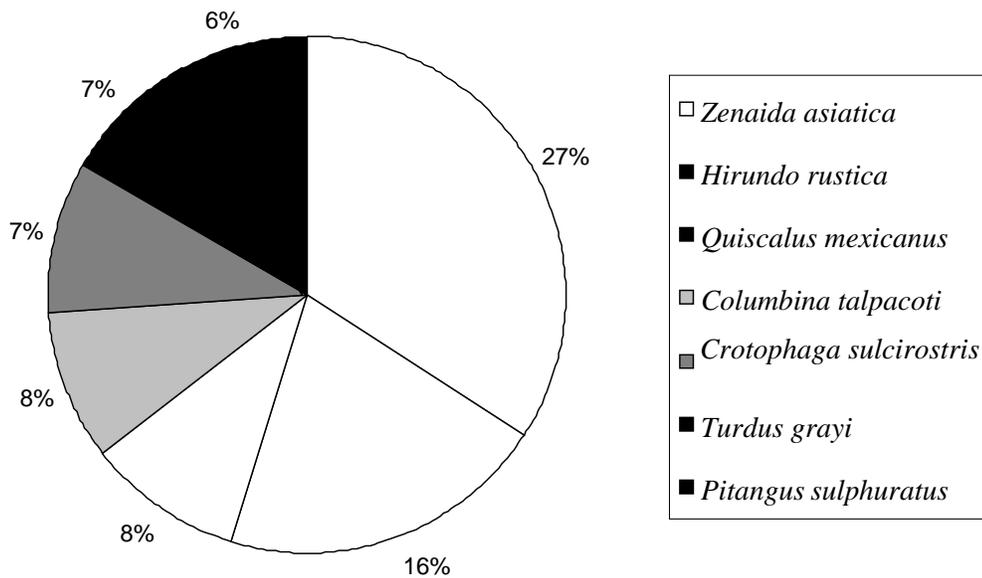


Figura 5. Distribución porcentual con referente al número total de individuos de las especies más abundantes en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

4.1.2. Riqueza de especie y densidad de aves

La mayor riqueza de especies se concentró en Santa Rosa, en la cual fueron identificadas un total de 28 especies. Al Oeste del Aeropuerto fueron identificadas un total de 26 especies de aves siendo el segundo sitio con más riqueza de especies. A pesar que en Santa Rosa y al Oeste del Aeropuerto se obtuvieron los mayores valores de riqueza de especies de aves, las diferencias comparadas entre los cinco sitios no son significativas ($X^2= 2.2$, $P>0.14$), por lo que se concluye que la riqueza es semejante en todos los sitios (Figura 6).

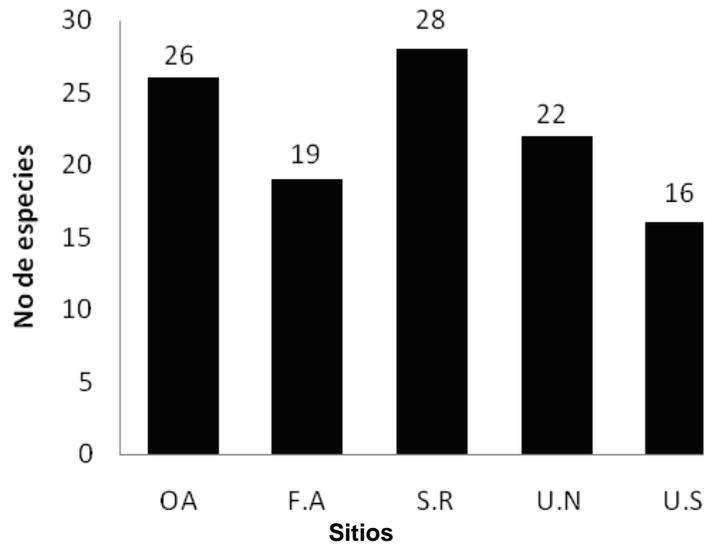


Figura 6. Riqueza de especies para cada sitio de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. Oeste del Aeropuerto (OA), Fuerza Aérea (FA), UNA Norte (UN), UNA Sur (US), Santa Rosa (SR).

La acumulación de las especies por unidades de muestreo demostró que es necesario hacer un mayor esfuerzo para encontrar el total de las especies, dado a que ninguna de las curvas de acumulación de especie alcanza su nivel asintótico (Figura 7). Se exceptúa a ésta observación las especies de los sitios UNA Sur y Santa Rosa donde se observa una tendencia a la estabilización, en éstos dos la cantidad de especies observadas se acercan a la cantidad de especies real que hay en esos sitios. Según el estimador no paramétrico Chao² (Moreno, 2001), calculado con el programa de computación EstimateS (Colwell, 2004), se esperaría ocho especies más para Oeste del Aeropuerto, 10 más para Fuerza Aérea, dos más para Santa Rosa, 18 más para UNA Norte y una más para UNA Sur (Anexo 10).

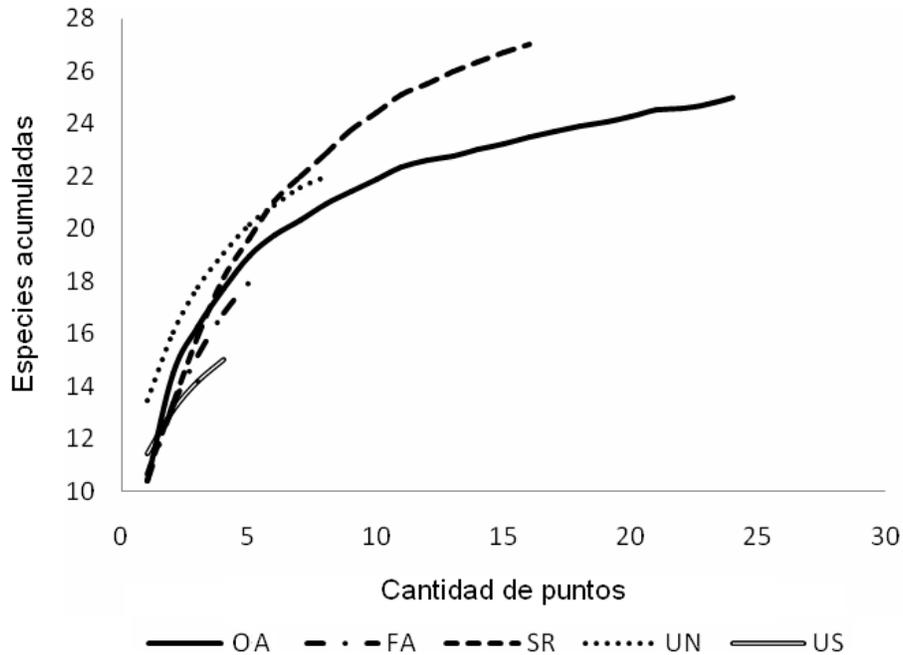


Figura 7. Curvas de acumulación de especies para los cinco sitios de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

En cuanto a la densidad total para cada sitio, las mayores densidades de aves en general se determinaron en Santa Rosa, UNA Norte y UNA Sur, registrándose menos cantidades al Oeste del Aeropuerto y Fuerza Aérea, dichas diferencias son significativas ($KW= 16.54$, $P<0.0024$) (Figura 8).

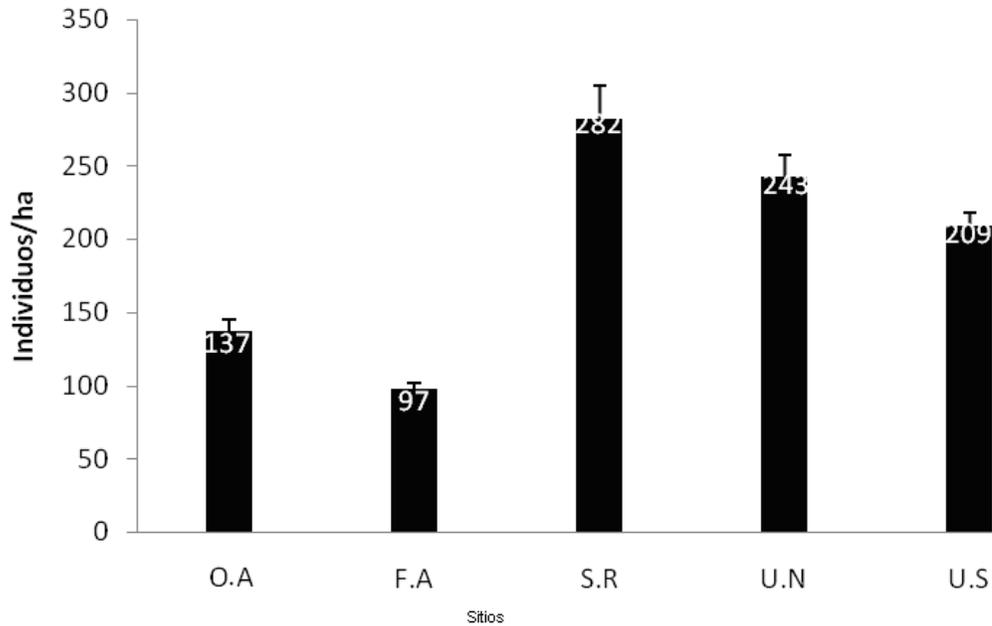


Figura 8. Densidad de aves avistadas en cada sitio de muestreo en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

La estructura y diversidad de la vegetación pudo haber sido un factor de las diferencias en número de individuos/ha entre cada sitio, al igual que para la riqueza, ya que cada uno presenta distintas condiciones de hábitat. El sitio de Santa Rosa presenta áreas abiertas, áreas verdes con árboles y arbustos, a igual que en UNA Norte y UNA Sur al igual que todo el vecindario del aeropuerto.

Krebs (1985) hace referencia al incremento de las aves relacionado con la diversidad estructural de especies vegetales.

Según (Chavarría y Lanuza, 2010), al Oeste del Aeropuerto la cobertura vegetal fue más homogénea, pero dominando en cuanto a densidad por *Cenchrus ciliaris* L. y *Melanthera nivea* L, pero la especie que más sobresalía por su altura fue *Panicum maximum* (hasta dos metros), esto en el estrato herbáceo, en el estrato arbóreo sobresalió *A. niopoides* con árboles aislados a una distancia promedio de 20 m uno de otro dichas condiciones favorecen a especies charraleras como *C. sulcirostris*, aquellas que se posan en el suelo *Colinus cristatus* L., *Nyctidromus albicollis* G. y *Q. mexicanus*.

O aquellas que se desplazan en áreas más o menos despejadas con árboles aislados como *Aratinga canicularis* L. *Z. asiatica*, *H. rustica*, además, estas especies buscan las áreas con mayor cobertura vegetal cuando las condiciones climáticas son desfavorables (muy seca o muy lluviosa).

El sitio Fuerza Aérea presenta todas las condiciones de hábitat para especie de alto vuelo por densidad y altura de los árboles, sin embargo los estratos arbustivos y herbáceos son casi inexistente, por lo que las especies charraleras, aquellas que se posan en el suelo y aquellas que se desplazan en áreas despejadas con árboles aislados tienen un límite en esta área, entre ellas se encuentran: *A. canicularis*, *C. talpacoti*, *P. sulphuratus* y *T. grayi*.

Z. asiatica fue la especie con mayor densidad, observándose aproximadamente 229 individuos/ha en los cinco sitios, determinándose mayores densidades en Santa Rosa con 106 individuos/ha y UNA Norte con 58 individuos/ha, a esta le sigue *H. rustica* con aproximadamente 101 individuos/ha teniendo mayores densidades en Santa Rosa con 62 individuos/ha y Oeste del Aeropuerto 32 individuos/ha. Otras especies con altas densidades en los cinco sitios fueron *T. grayi* y *Q. mexicanus* (99 y 85 individuos/ha respectivamente).

Cabe mencionar que de todas las especies con altas densidades solamente *Q. mexicanus* y *H. rustica* fueron las que presentaron mayores valores. Estas áreas son utilizadas para forrajear, pero no utilizaban el sitio como hábitat, ya que *Q. mexicanus* aunque pasa la mayor parte del tiempo forrajear en todas las áreas de estudio, éstas anidan fuera de éstas (a lo largo del arbolado de carretera norte, según lo observado durante la etapa de campo) y algunos pocos anidaban en plantas como *Cocos nucifera* L. cerca de la infraestructura del aeropuerto.

Las aves más representativa en los sitios UNA Norte y UNA Sur fueron: *Q. mexicanus* y *T. grayi*. Ambas se alimentan de lombrices, larvas e insectos adultos y frutos de todo tipo tal como lo afirma (Stiles y Skutch, 1989) y además son especies que habitan en lugares poblados o semipoblado.

4.1.3. Distribución de la riqueza y la densidad de aves en los meses del año

Se determinó que UNA Norte y UNA Sur tuvieron un aumento de riqueza de 13 a 18 especies de aves en el período seco en los meses de marzo a abril y de 11 a 18 especies en el periodo lluvioso en los meses de agosto septiembre (Figura 9).

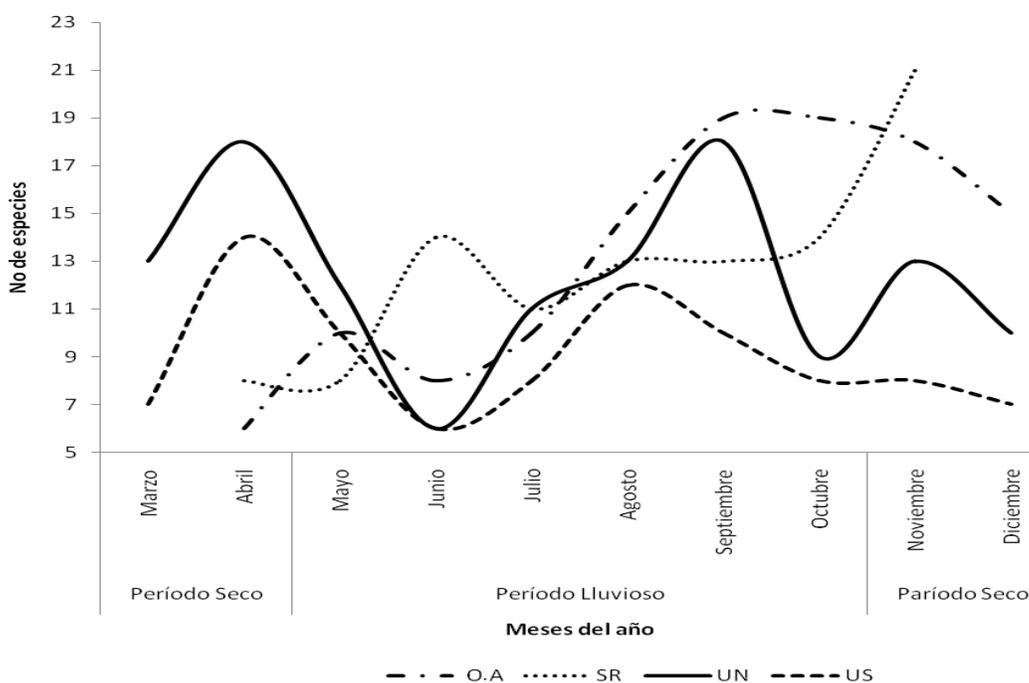


Figura 9. Riqueza de aves a lo largo de los meses del año para cuatro de los cinco sitios de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

Las densidades permanecieron sin cambios significativos (Anexo 6), a lo largo de todo el año, observándose 106.99 individuos/ha en promedio, a excepción del Oeste del Aeropuerto, donde son mayores en el mes de agosto-octubre observando un máximo de 115 individuos/ha en ese período, y muy baja en los restantes meses del año, llegando hasta 5 individuos/ha, este altibajo de valores fue la fuente de su variación significativa (Figura 10).

En los meses de marzo a mayo los sitios que presentaron la mayor densidad de aves fueron UNA Norte, UNA Sur con valores entre 290 y 310 individuos/ha, luego en los meses de junio a julio disminuye la cantidad de individuos/ha. En los meses de agosto a octubre se presentó un incremento de la densidad en los cuatro sitios con valores desde los 100 a 250 individuos/ha, entre las especies encontradas en ambos períodos están: *Q. mexicanus*, *Z. asiatica*, *P. sulphuratus*, *C. sulcirostris*, *T. grayi*, *H. rustica* y *Tyrannus forficatus* G.

De manera general tanto para la riqueza como para la abundancia, los mayores incrementos se observaron en los meses de marzo-abril y entre agosto-octubre. Quedando muy reducido en los meses de junio-julio.

De acuerdo con Chavarria y Lanuza (2010) es posible que esto se deba a una menor disponibilidad de alimento para ciertos grupos de pájaros en ese último período, en los períodos agosto-octubre cuando la precipitación pluvial comienza a reducirse, la mayoría de las flores de plantas arvenses están floreciendo y en los meses de marzo-abril están fructificando.

Otra hipótesis nos conduce a pensar en que en los períodos de aumento de la densidad de aves, puede que también aumente la disponibilidad de invertebrados que atraigan a las aves, corroborar esas hipótesis serían temas de otras investigaciones.

El sitio Fuerza Aérea no fue incluido en los análisis de distribución a lo largo de los meses del año y de las horas del día por falta de valores suficientes.

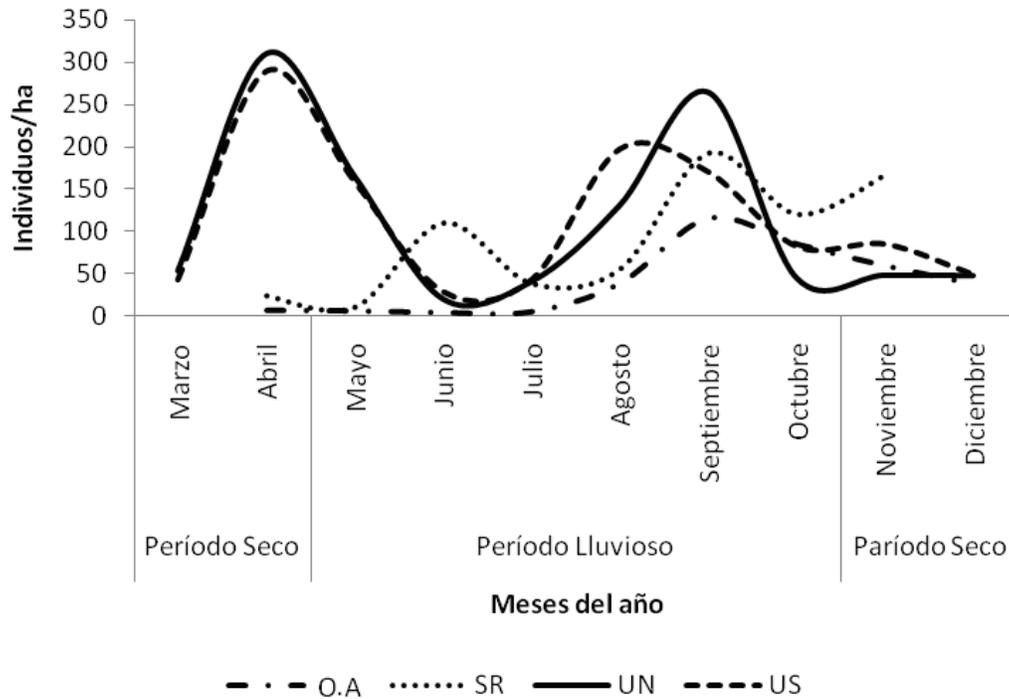


Figura 10. Distribución de las densidades de aves a lo largo de los meses del año para cuatro de los cinco sitios de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

La riqueza comparada entre los cuatro sitios fue diferente en el período seco ($F= 2.92$, $P<0.046$). Para el período seco las diferencias estaban dadas entre UN, SR y US (Cuadro 4), porque en UN se observan mayor riqueza de aves (10 especies en promedio) de una manera constante en todo el día, lo cual contrasta que en SR es donde hay un mayor número de especies de aves, fue observado solamente en la mañana entre las 06:00-07:00 observándose hasta 13 especies a esa hora, y en el resto del día se observaron 5 especies en promedio, luego, tiene un descenso (Cuadro 5) a las 12:00 observándose solamente una especie (*C. sulcirostris*) y recuperándose de nuevo a eso de las 14:00. La otra fuente de diferencias es la US donde la riqueza no se mantuvo constante a lo largo del día (Cuadro 5), y las cantidades de especies más grandes 9 fueron observadas a las 07:00-08:00, 11:00 y 14:00 (Figura 11) y 8 en el resto del día. La cantidad de especies a lo largo del día para el OA es similar al resto de los otros tres sitios (Cuadro 4).

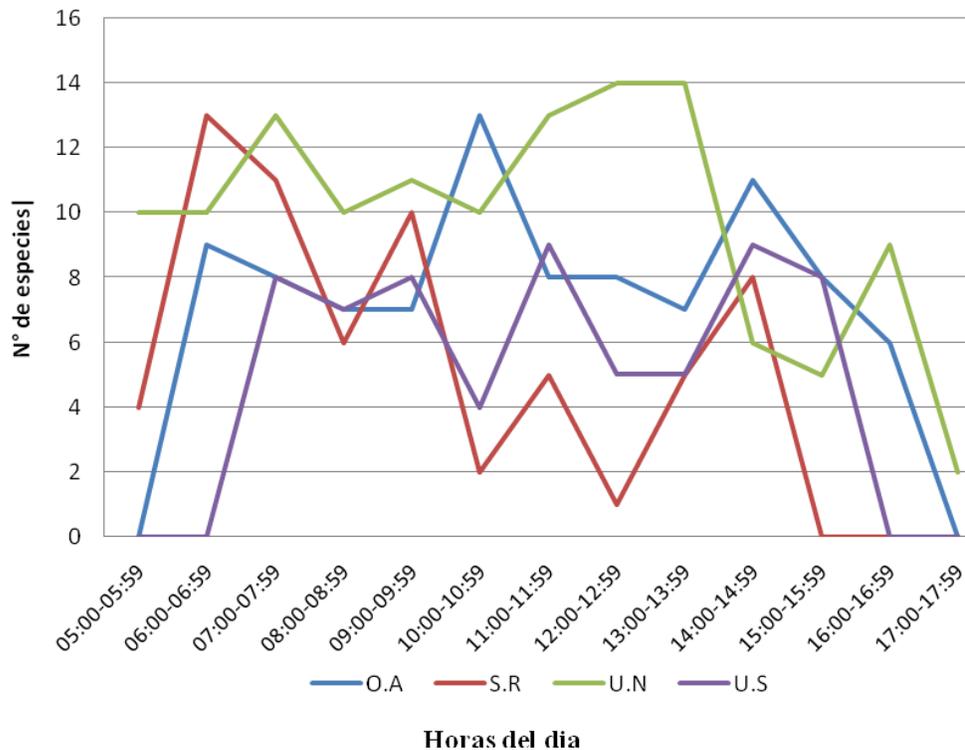


Figura 11. Riqueza de especies distribuida a lo largo de las horas del día en la época seca para cuatro de los cinco sitios de estudios en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

La riqueza comparada entre los cuatro sitios fue diferente en el período lluvioso ($F= 4.90$, $P<0.005$). En este periodo las diferencias fueron mayores donde se observan incrementos de riqueza significativos entre SR, OA y US (Cuadro 4), porque en SR se observa mayor riqueza de aves (14 especies en promedio) de una manera constante en todo el día, lo cual contrasta con OA donde el mayor número de especies de aves fue observado solamente en la mañana entre las 07:00-12:00 observándose hasta 13 especies a esa hora, y en el resto del día se observaron 13 especies en promedio, luego, tiene un descenso (Cuadro 5) a las 12:00-14:00 observándose solamente una especie (*z.asiatica*) y recuperándose de nuevo a eso de las 14:00.

La otra fuente de diferencias es la US donde la riqueza se mantuvo constante a lo largo del día (Cuadro 5), y las cantidades de especies más grandes fueron 11 observadas a las 07:00-08:00, 11:00 y 13:00 (Figura 11) y 8 en el resto del día. La cantidad de especies a lo largo del día para él UN es similar al resto de los otros tres sitios (Cuadro 4).

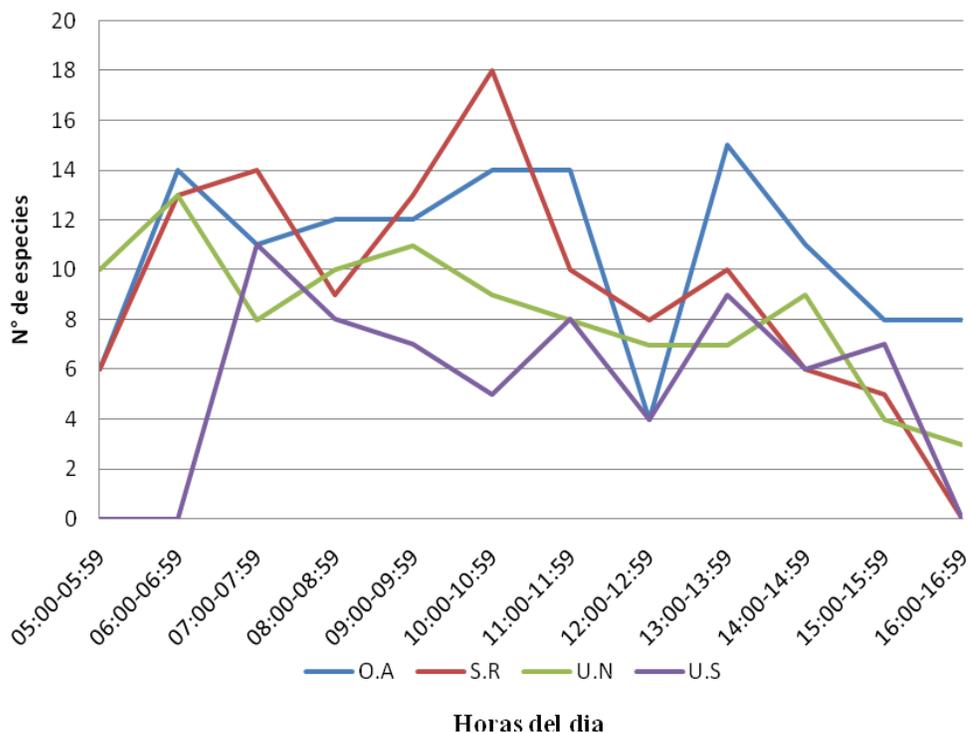


Figura 12. Riqueza de especies distribuida a lo largo de las horas del día en la época lluviosa para cuatro de los cinco sitios de estudios en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

4.1.4 Distribución de la riqueza y la densidad de aves a lo largo de las horas del día

La riqueza comparada entre los cuatro sitios fue diferente tanto en el período seco ($F= 2.92$, $P<0.046$) como en el lluvioso ($F= 4.90$, $P<0.005$) (Anexo 7), siendo mayor en el período lluvioso, en la cual se observan incrementos de riqueza significativamente entre 5:30-9:59, en la estación seca las horas de menor presencia de aves se da a las 12:00 del día y existen aumentos marcados en los estratos Santa Rosa, UNA Norte en la mañana de 05:30-8:59 y por la tarde de 13:59-16:59.

Es preciso mencionar que la mayor alza de la riqueza de especie se encuentra en el estrato de Santa Rosa a las horas de 08:59-11:59, este brusco incremento se debe precisamente a *Z. asiatica*. De acuerdo con (Stiles y Skutch, 1989). Se corrobora el hecho que esta especie tiende a volar en bandadas definidas y durante la época de reproducción son de hábitos

decididamente coloniales; además, es una especie parcialmente migratoria, que en los meses de enero-marzo se encuentra en la etapa de apareamiento y reproducción.

Por otra parte esta especie tiende a utilizar las vecindades del aeropuerto evitando pasar por el centro de las actividades aeroportuarias.

En cuanto a las densidades a lo largo de las horas del día, existe diferencia significativa entre los cuatro sitios para la época seca (KW= 11.11, $P < 0.011$), en cambio las fluctuaciones de la abundancia entre los sitios para la época lluviosa son semejantes (KW= 2.72, $P > 0.44$) habiendo en promedio de 37.63 individuos/ha (Anexo 8).

En la época seca en las horas del día el promedio de abundancia de especie registrado para los cuatro sitios de muestreo fue de 40 ind/ha, entre las 05:00-09:59 siendo los sitios que registraron mayor abundancia de especies: Santa Rosa y UNA Norte con 80 y 60 ind/ha, respectivamente, encontrándose las especies de aves: *Q. mexicanus* y *Molothrus aeneus* Wagler más abundantes en Santa Rosa, mientras *T. grayi* y *P. sulfuratus* en UNA Norte, siendo así las horas de mayor abundancia por la mañana.

En el período lluvioso la situación cambia, ya que las especies que tenían una mayor abundancia promedio por la mañana, dejan de ser abundantes y sus presencias se mantiene en todo el día pero a una abundancia promedio baja (Figura 12), siendo en este caso el más representativos *Z. asiatica*, principalmente en la mañana de 5:59-7:59 y por la tarde hay mayor densidades de *H. rustica* y *Z. asiatica* en horas de 13:59-15:59, el promedio de abundancia de especie registrado para los cuatro sitios de muestreo fue de 60 ind/ha.

Las fluctuaciones de la densidad dentro de cada sitio a largo del día permaneció relativamente constantes para Santa Rosa, las horas en que más aves por hectáreas se pudieron observar fue entre 06:00 y 09:00, disminuyendo en el resto del día, pero a como se mencionó anteriormente, dichas fluctuaciones no fueron significativas.

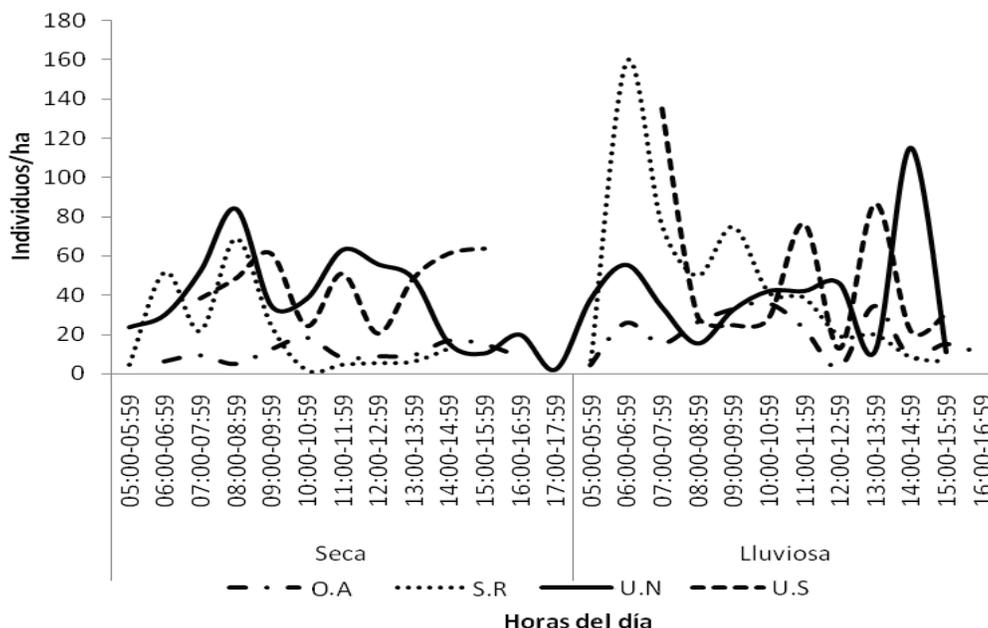


Figura 13. Densidades de especies por hora en cada estación para los sitios Oeste del aeropuerto, Santa Rosa, UNA Norte y UNA Sur en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

Al Oeste del Aeropuerto las especies con mayores densidades a lo largo de las horas del día en la época seca fueron: *H. rustica* y *Z. asiatica* entre las horas 08:00-15:00 llegando a contar 4.18 a 6.46 individuos/ha en promedio. En esta época *Z. asiatica* se alimenta de semillas y granos lo cual se observó directamente en el campo y que además se reproducen entre enero-marzo tal como lo afirma (Stiles y Skutch, 1989).

En la época lluviosa al Oeste del Aeropuerto las horas de mayor densidad fueron registradas entre las 06:00-11:00, las especies *C. talpacoti*, *Z. asiática* y *H. rustica*.

De acuerdo con (Stiles y Skutch, 1989) *H. rustica* vuela cerca del suelo o del agua temprano por la mañana, al atardecer o durante el mal tiempo, generalmente asciende más alto al mediodía durante los días soleados.

Las especies más abundantes para Santa Rosa en la época seca fueron: *Q. mexicanus* y *M. aeneus* esta última fue la especie de mayor densidad con 60 ind/ha en horas del día de (06:00-14:00), además que en esta época frecuentan áreas abiertas, sobre todo en zonas

agrícolas, y a menudo se observa a lo largo de bordes de carretera, en pueblos y áreas urbanas. En la época lluviosa en el sitio Santa Rosa las especies con mayores densidades en las horas del día fueron: *C. sulcirostris* y *Z. asiatica* esta última con 135 ind/ha entre las horas del día de (06:00-13:00).

En la época seca la especies más representativas fueron: *Q. mexicanus*, *C. talpacoti*, *P. sulphuratus* y *T. grayi* esta última con 35 ind/ha es la especie más representativa en el sitio UNA Norte durante las horas del día (05:00-16:00), estas especies frecuentemente se localiza en cultivos de todo tipo, áreas urbanas, y suburbanas, jardines, pastizales con árboles dispersos (Stiles & Skutch, 1989) que son características de este sitio. En el sitio UNA Norte en la época lluviosa las especies de mayor densidad fueron: *T. grayi* y *Z. asiatica* esta con más de 80 ind/ha, las horas de mayor concentración fueron entre las (05:00-14:00).

Durante la época seca se observó que *P. sulphuratus* fue el ave más representativa en UNA Sur con 20 ind/ha en las horas del día de 7:00-9:59, posiblemente a que esta especie prefiere áreas urbanas y suburbanas, áreas abiertas con árboles aislados, que son características que tiene éste sitio en estas horas. También se alimenta de frutos mientras se encuentra descansado (Anexo 9) (Stiles & Skutch, 1989). En el sitio UNA Sur en la época lluviosa las especies de mayor densidad fueron: *Q. mexicanus* con 15 ind/ha, *Z. asiatica* con 12 ind/ha y *M. aeneus* con 10 ind/ha durante las horas del día de 7:00-9:59.

Tanto la abundancia como la riqueza de aves se registraron en la mañana 05:00-08:00 y en la tarde 16:00-17:00 obedeciendo el patrón de horas de mayor actividad de aves en todo ecosistema.

4.2. Diversidad Alfa

Pese a que Santa Rosa fue el sitio más rico en especie y con mayor número de individuos al integrar estas dos variables mediante el índice de Shannon-Wiener, se determinó que el sitio más diverso es Fuerza Aérea seguido de UNA Sur, estos dos sitios antes mencionados en la realidad fueron los menos ricos en especies y menos abundante (Anexo 10).

Para explicar esta contradicción, se hubo que interiorizar en la naturaleza del índice, ya que éste mide la equitatividad, se puede afirmar que la distribución del número de individuo por especies fue más equitativas en Fuerza Aérea y UNA Sur, esto fue apreciable al conocer la dispersión de los datos de abundancia para cada sitio, Santa Rosa tuvo datos de abundancia más dispersos con referente a la media, por lo tanto existió dominancia de una o algunas especies de aves en particular (aumentó la dominancia), lo que redujo el valor del índice (redujo la diversidad).

En cambio en Fuerza Aérea y UNA Sur la dispersión de los datos de abundancia fue menor, lo que demuestra que hay menor dominancia y por tanto un aumento de los valores del índice (Figura 13). En este caso se constató que Santa Rosa es el sitio donde hay mayor abundancia y riqueza de especies de aves y que Fuerza Aérea y UNA Sur fueron los más diversos, entendiendo a la diversidad como la equitatividad de la distribución entre el número de individuos para cada especie.

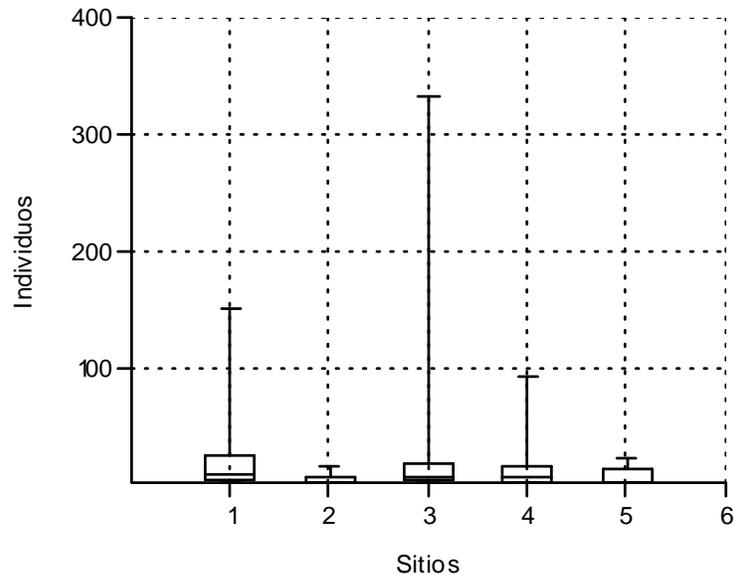


Figura 14. Gráfico de caja que refleja la dispersión con respecto a las medias de los datos de densidad de cada especie dentro de los sitios muestreados 1=Oeste del Aeropuerto, 2=Fuerza Aérea, 3=Santa Rosa, 4=UNA Norte y 5=UNA Sur en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

4.3. Diversidad Beta

De acuerdo al dendrograma de similitud para los cinco sitios usando el índice de Morisita, se formaron dos grupos claramente diferentes (Figura 14) en este caso Oeste del Aeropuerto y Santa Rosa los cuales tienen un 89.36% de similitud, este correspondió al sitio que tienen mayor riqueza de especie y abundancia, por otro lado el segundo grupo estuvo formado por Fuerza Aérea, UNA Sur y UNA Norte, los cuales son similares en un 86.85% (Anexo 11) ya que estos últimos coinciden en que son los que registraron menor riqueza y abundancia.

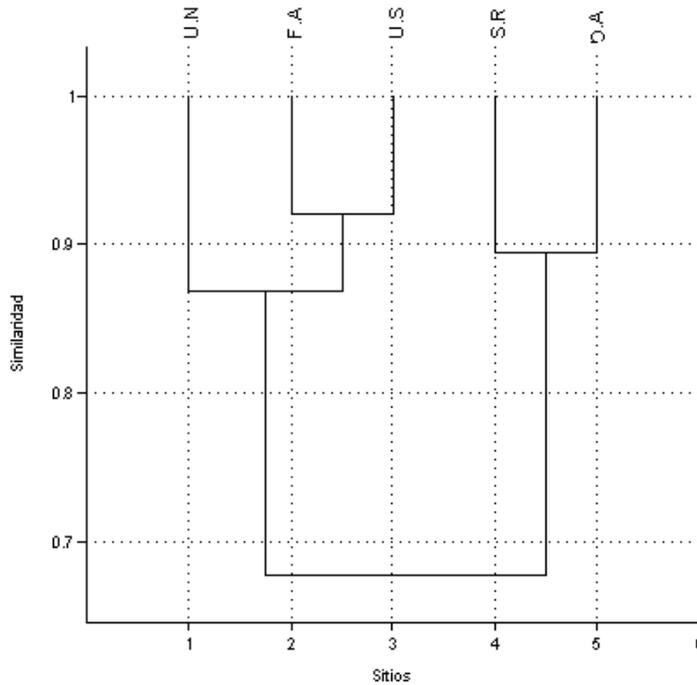


Figura 15. Dendrograma de similitud para los cinco sitios usando el índice de Morisita en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008.

4.4. Comparación de la riqueza y densidades de aves entre las áreas verdes alrededor del aeropuerto y las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje

Con el objetivo de determinar la influencia de las aves desde alrededor del Aeropuerto hacia su interior se realizaron comparaciones de la riqueza y la densidad en esos dos sitios. Se determinaron un total de 31 especies de aves a los alrededores del aeropuerto, de estas 15 (48.39%) fueron determinadas también en las áreas verdes cercanas a la pista de aterrizaje, las restantes 16 especies no fueron observada ni pasando ni permaneciendo en esa área en ninguna de las ocasiones que se llevó a cabo el muestreo (Muñoz y Martínez, 2009).

De esta forma se puede afirmar que dichas especies no tienen influencia en las actividades aeroportuarias. Tres de esas 16 especies fueron observadas solamente haciendo uso del enmallado perimetral alrededor del aeropuerto, dentro de las que figuran: *Calocitta formosa* observada en el enmallado este y norte, *Eumomota superciliosa* E. observada solamente en el enmallado sur, ambas especies volaron fuera del aeropuerto las 100% de veces que fueron observados y ahuyentados por el ruido del vehículo.

Por último *Tyrannus forficatus* observado en todos los lados del enmallado, este fue observado refugiarse fuera del Aeropuerto en un 96.23% de las veces que fue observado y ahuyentado, y el restante 3.77% de las veces estaba fuera del aeropuerto y voló hacia dentro (Figura 15).

Pero no alejaba mucho del enmallado perimetral ni se introducía con mucha frecuencia en las áreas operativas de este (Muñoz y Martínez, 2009).

De las 22 especies determinadas en las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje, siete (31.82%) solo fueron determinados en esta área, en este sitio están presentes o permanecen, pero no se desplazan hacia las áreas verdes alrededor del aeropuerto, entre estas tenemos *Cathartes aura*, *Charadrius wilsonia*, *Ictinia mississippiensis*, *Polyborus plancus*, *Sturnella magna*, incluyendo dos especies desconocidas.

De las 15 especies compartidas las densidades en ambas áreas de estudio son muy diferentes, en los alrededores del aeropuerto existe una densidad de 759.76 aves/ha de dichas especies compartidas, en cambio alrededor de la pista de aterrizaje se contaron 11.69 aves/ha, o sea que a los alrededores del Aeropuerto existen 64.99 veces más aves/ha comparado con los alrededores de la pista.

De las 15 especies compartidas suman un total de 189.92 individuos/ha, de los cuales 162.84 (85.75%) aves se cuantificaron a los alrededores y 26.98 (14.26%) se cuantificaron en la pista, estas diferencias son estadísticamente significativas (U= 53, P<0.014).

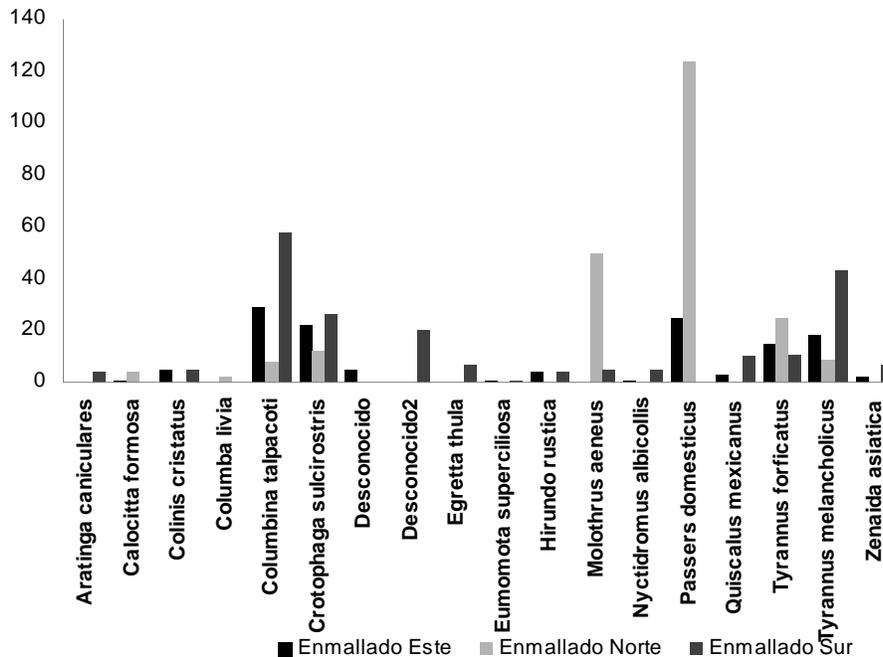


Figura 16. Abundancia por especies en cada parte en que se dividió el enmallado perimetral en las áreas verdes de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua (Muñoz y Martínez, 2009).

Para cada especie compartida se calculó el porcentaje de individuos/ha que tenían en cada área de estudio (alrededor de la pista y alrededor del aeropuerto). En este sentido se determinó que especies como *T. grayi*, *A. canicularis*, *Z. asiatica*, *C. sulcirostris* y *T. melancholicus* tenían poca presencia en las áreas verdes alrededor del aeropuerto, ya que se determinaron entre un 91 a un 99.5% más que en las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje, por lo que se puede asegurar que estas especies fueron visitantes esporádicos de las áreas operativas del aeropuerto y se descarta una influencia directa con estas últimas áreas.

El resto de las especies se encuentran en porcentajes menores al 90% en las áreas alrededor del aeropuerto, dentro de las especies que conforman este segundo grupo están aquellas que si tienen sitios de nidificación tanto fuera como dentro del aeropuerto y que han sido comúnmente vistas en los dos sitios.

Particularmente tenemos a *Passer domesticus*, *Nyctidromus albicollis*, *Columbina talpacoti*, *Quiscalus mexicanus* y *Colinus cristatus* anidando en las áreas alrededor de la pista de aterrizaje, de hecho *P. domesticus* tiene sitios de nidificación en el tejado de tal infraestructura cerca de la pista de aterrizaje. *Q. mexicanus* fue comúnmente visto haciendo nidos en los *Cocos nusiferas* (coco) y en los árboles de *Zerminalia catappa* (Almendra), esta especie que se considera de alto peligro para la aviación tiene sitios de nidificación a todo lo largo de las áreas verdes a lo largo de la carretera norte y por el día forrajea tanto dentro de las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje como en las áreas verdes alrededor del aeropuerto.

H. rustica es una especie que prefiere lugares abiertos (Stiles & Skutch, 1998), sin embargo fue más abundante alrededor del aeropuerto, lo cual puede especular que sí hay una cierta influencia de las áreas alrededor del aeropuerto en la presencia de esta especie dentro del aeropuerto.

Las cantidades de *C. atratus* no fueron tan diferentes en ambos sitios, esto se debe precisamente a que no utilizan ninguno de los dos sitios como hábitat, sino como campos para explorar por alimento, por otra parte sus concentraciones las tienen en lugares un tanto fuera del perímetro del Aeropuerto (por ejemplo a orilla del lago), las cuales no son cuantificables por ninguna de las dos metodologías, sino por el conteo desde la torre de control como lo afirma (Muñoz y Martínez, 2009).

Las especies *E. thula*, *M. aeneus* y *C. livia* fueron determinadas en mayores densidades en las áreas verdes alrededor de la pista, las dos primeras por lo general de lugares abiertos (Stiles & Skunth, 1998). Se concentran en las áreas verdes alrededor de la pista al igual que *H. rustica* en busca de una provisión de insectos, principalmente cuando se realiza la actividad de chapoda, ya que la chapodadora, remueve cantidades de insectos de la vegetación los que resultan fáciles presas para estas especies de aves, por lo que les puede justificar su mayor presencia en las áreas verdes alrededor de la pista (Figura 16).

En el caso de *C. livia*, esta especie que por lo general anida en áreas urbanas y suburbanas, principalmente en tejados de viviendas, fue determinada anidando en grandes colonias dentro y sobre algunas de las infraestructuras del aeropuerto, que están muy próximas a las pista de aterrizaje, por lo que se puede deducir que estas especies son exclusivas de dentro del aeropuerto ya que no se observaron nidos de estos en las áreas verdes alrededor del aeropuerto, exceptuando en algunos edificaciones en las instalaciones de la Fuerza Aérea, los individuos observados alrededor del aeropuerto por lo general eran individuos pasantes, o sea, que se observaban solamente en vuelo.

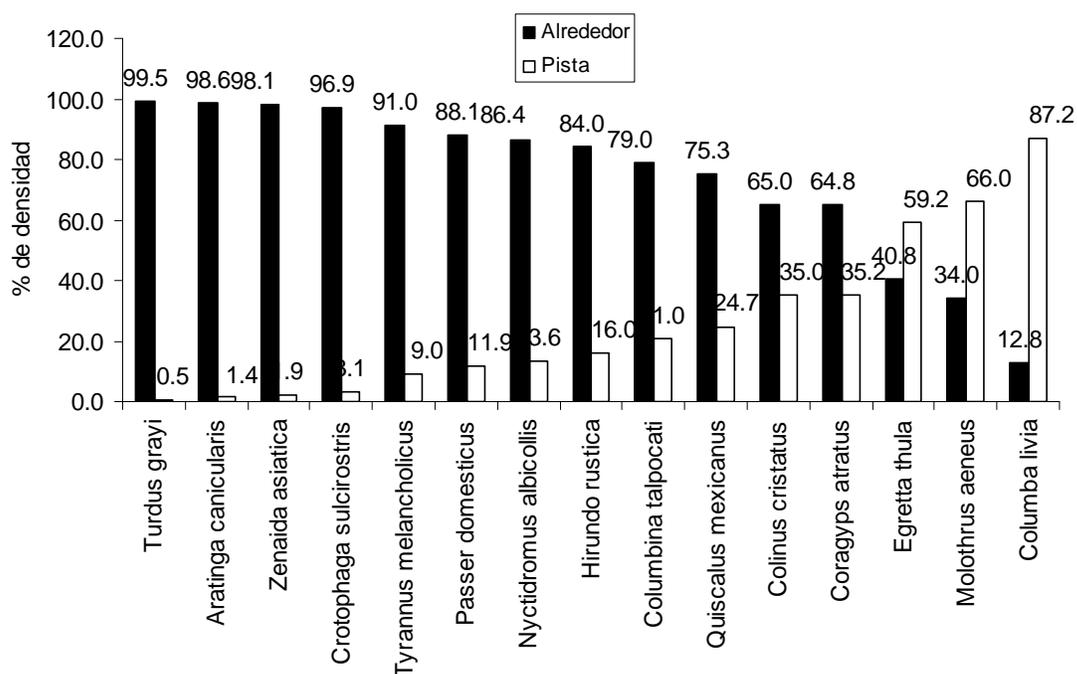


Figura 17. Porcentaje de la densidad de ind/ha de las especies en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008. con las identificadas a los alrededores de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua (Muñoz y Martínez, 2009).

En los alrededores del aeropuerto se encuentran un total de 31 especies de las cuales 16 tienen un índice de peligrosidad considerado para los alrededores del aeropuerto entre ellas están *Zenaida asiatica* con (585) individuos, *Hirundo rustica* con (355) individuos, *Quiscalus mexicanus* con (165) individuos, *Columbina talpacoti* con (164) individuos, *Crotophaga sulcirostris* con (162) individuos, *Turdus grayi* con (149) individuos y *Pitangus sulphuratus* con (138) individuos.

Entre las especies más peligrosas según el (cuadro 7) de asignación de riesgo que se encuentran en los alrededores del aeropuerto tenemos *Coragyps atratus* con 100% de peligrosidad, *Quiscalus mexicanus* 81%, *Columba livia* 73%, *Columbina talpacoti* 72%, *Hirundo rustica* 71% y *Molothrus aeneus* con un 70% de peligrosidad según datos de las especies enlistadas por Muñoz y Martínez (2009).

4.5. Condiciones que promueven la presencia de las aves

Las aves que viven o visitan los alrededores del aeropuerto son atraídas principalmente por una variedad de recursos para la alimentación, la construcción de hábitat y refugios. Las áreas como Santa Rosa donde se presentan variedades de hábitat: áreas abiertas, zonas agrícolas y ganadera; el ecosistema formado por árboles y herbáceas al Oeste del Aeropuerto; los jardines, las áreas urbanas, áreas sub-urbanas, áreas boscosas, especies frutales de UNA Norte y UNA Sur; los basureros, los jardines, las áreas verdes, e infraestructuras en abandono dentro del aeropuerto; el arbolado denso en la Fuerza Aérea; el pasto productor de frutos y hábitat de insectos, entre otros factores, mantienen las condiciones de vida de diversas aves en los alrededores del aeropuerto.

V. CONCLUSIONES

- La diversidad de aves en los alrededores del aeropuerto está determinada por 31 especies, 28 géneros, 21 Familias, 12 órdenes de aves, siendo las especies con mayores densidades: *Zenaida asiatica*, *Hirundo rustica*, *Quiscalus mexicanus*, *Columbina talpacoti*, *Crotophaga sulcirostris*.
- El 48.39% de las especies de aves registradas en los alrededores del aeropuerto se determinaron en las áreas verdes cercanas a la pista de aterrizaje.
- Santa Rosa es el sitio con mayor riqueza y densidad de aves, mientras que UNA Sur y Fuerza Aérea son los que tienen mayor diversidad según el índice de Shannon-Wiener. El Oeste del Aeropuerto y UNA Norte figura en cantidades intermedias.
- Alrededor del aeropuerto la riqueza de especies se mantuvieron constantes a lo largo de los meses del año en todos los sitios de muestreo. La densidad de aves permaneció constante en los sitios Fuerza Aérea, UNA Norte, UNA Sur y Santa Rosa exceptuando al Oeste del Aeropuerto, donde se presentaron alzas significativas en agosto-octubre.
- La riqueza y la densidad de aves observadas a lo largo del día varió significativamente entre los sitios muestreados, de tal forma que en los sitios UNA Norte, y Santa Rosa esas dos variables incrementan o disminuyen en horas diferentes comparadas con los otros, aunque se observan ligeros incrementos en las mañanas y en las tardes.
- Los focos que atraen aves en los alrededores del aeropuerto son: especies vegetales que les proveen de alimento (frutas e insectos) basureros, áreas agrícolas, infraestructuras abandonadas , matorrales y zonas suburbanas.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable continuar con la toma de datos según la metodología empleada en este estudio, de esa forma los datos serán comparables en el tiempo y se podrá tener una visión más amplia, certera y precisa de los patrones de cambios de la abundancia y la riqueza, evaluada en tiempo y en espacio la cual servirá como indicador de las acciones de manejo para la reducción de las aves en los alrededores del aeropuerto.
- Dar a conocer a todos los involucrados de control de fauna silvestre, los patrones de movimiento y lugares que brindan focos de atracción a las aves con la realización de recorridos que permitan al personal identificarlos. Éste también deberá de seguir con el monitoreo de aves el cual servirá como indicadores de las acciones de manejo y control de aves.

VII. LITERATURA CITADA

Chavarría, L; Lanuza, W. 2010. Caracterización de la vegetación y determinación de las especies que son atractivas para las aves en las áreas verdes del Aeropuerto Internacional de Managua Augusto C. Sandino. p. 25-26.

Cleary, E; y Dolbeer, R. 2005. Manejo del Riesgo por Fauna Silvestre en Aeropuertos, Un Manual Para Personal Aeroportuario. 2 ed. Federal Aviación Administración, Washington DC, United States. p. 2-10.

Colwell, R. K. 2004. EstimateS, Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. (Programa de cómputo) Versión 7.00. University of Connecticut. United States. p. 101-118.

EAAI (Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales, NI). 2006. Plan Maestro de. Ampliación y Remodelamiento del Aeropuerto Internacional de Managua, Nicaragua. p 48.

Fowler, J; y Cohen, L. 1999. Estadística básica en Ornitología. Editorial SEO Birdife. Madrid. p 10, 62, 66, 103,130.

GraphPad Software, Inc. 2000. GraphPad InStat. (Programa de cómputo) Versión 3.05.

Godínez, E. 2001. Seminario sobre Peligro Aviario, Protección del Medio Ambiente y Utilización del terreno en los Aeropuertos para las Regiones NAM/CAR/SAM (Ameritas) p15.

John C, Geoffrey R.Thomas E. Martin, Ravidf. 1996. Manual de método de campo para el monitoreo de aves terrestres. p. 32-33.

Hammer, Ø. S Harper, D.A.T.2004. PAST Palaeontological Statistus. (Programa de cómputo) Versión 1.29. University of Oslo, Noruega.

Krebs, C. 1985. Estudio de la Distribución y la Abundancia. 2 ed. Harla, S. A. de C.V. México. p. 165.

Magurran, AB. 1988. Medición de la diversidad biológica. p. 20-22.

Microsoft, US. 2006. Microsoft office Excel 2007. (Programa de cómputo).

Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, Zaragoza. España. 1:(p 21-32-55).

Muñoz, P; Martínez, A. 2009. Análisis del riesgo de impactos entre aves y aeronaves en el Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, Nicaragua. p. 4, 6, 14, 17,50.

Ojasti, C. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/ monitoring & assement of Biodiversity Program (SI/MAB). Instituto de zoología tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 290 p.

Pérez, A. M. 2004. Aspectos Conceptúales, Análisis Numérico, Monitoreo y Publicaciones de datos sobre biodiversidad. 1 ed. MARENA- AURICARIA. Managua, Nicaragua. p. 74-75.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D. F.1996. Desante & B. Milá. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, Albany, CA: Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. p59.

Steel, R. y Torrie, J. 1998. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Segunda edición. Editorial McGreaw-Hill, México D.F. México. p. 76-77.

Stiles, G; Skutch, A. 1989. Bird of Costa Rica. Cornell University Press. Ithuca, New York United States. p. 242- 243.

Spiegel, Murray. R; Stephens, Larry. J. 2002. Estadística, 3 ed. p. 57- 77.

Villagas, X. 1968. Nueva Enciclopedia Temática: insectos, reptiles y aves. Editorial Richards, S. A., Panama. 8 ed. tomo 3, 87 p.

Wayne, W. D. 2007. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud: Biostatistic: A foundation for analisis in the health sciences/ Wayne .W. Daniel, 4ta ed. México. p. 161, 707,684-685.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación y coordenadas geográficas de las unidades de muestreo.

Puntos alrededor del aeropuerto			
Sitio	Código	Coordenadas	
		X	Y
BSO	1	558680	1342060
BSO	2	588740	1342380
BSO	3	588640	1342600
BSO	4	588220	1342080
BSO	5	588680	1341920
BSO	6	588740	1342220
BSO	7	588740	1342360
BSO	8	588740	1342480
BSO	9	588760	1342560
BSO	10	588580	1342480
BSO	11	588660	1342340
BSO	12	588600	1342280
BSO	13	588580	1342160
BSO	14	588580	1342020
BSO	15	588540	1342440
BSO	16	588380	1341980
BSO	17	588420	1342120
BSO	18	588480	1342300
BSO	19	588420	1342400
BSO	20	588400	1342540
BSO	21	588320	1342380
BSO	22	588300	1342360
BSO	23	588700	1342140
BSO	24	588620	1342380
FA	25	589360	1342740
FA	26	589100	1342820
FA	27	588960	1342840
FA	28	588920	1342760
FA	29	588840	1342860
SR	30	590580	1342120
SR	31	590380	1341940
SR	32	590460	1341720
SR	33	590260	1341420
SR	34	590120	1341660
SR	35	589840	1341620
SR	36	589560	1341560
SR	37	589280	1341700
SR	38	589240	1341460
SR	39	589920	1341440

Puntos alrededor del aeropuerto			
Sitio	Código	Coordenadas	
		X	Y
SR	40	589920	1341260
SR	41	590120	1341240
SR	42	590180	1341760
SR	43	590040	1341740
SR	44	589760	1341740
SR	45	589520	1341800
UN	46	591060	1342980
UN	47	591020	1343120
UN	48	591140	1343200
UN	49	591260	1343100
UN	50	591300	1343200
UN	51	591440	1343140
UN	52	591460	1343300
UN	53	591340	1343380
US	54	591160	1342900
US	55	591000	1342760
US	56	590860	1342600
US	57	591120	1342640

Anexo 2. Formulario que se utilizo para el monitoreo y la recolecta de la información en la etapa de campo en este estudio alrededor del Aeropuerto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Estudio Sobre Peligro Aviario
AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO

FORMULARIO Monitoreo alrededor del aeropuerto
Número de Formulario N°: _____ Fecha: _____

Estrato geográfico	N° de Punto	Hora	Nombre Común/ Científico/ Morfoespecie	N° de individuos*	Observaciones de alimento	Uso estratos vegetales	Pasante (PA)	Permanente (PE)

Nota 1: Estrato geográfico se refiere el lugar de muestreo: La fuerza aérea (FA), El bosque seco al oeste del aeropuerto (OA), UNA norte (UN), UNA sur (US) y Santa Rosa (SR).

Nota 2: Observaciones de alimento: de ser posible y dada la oportunidad anotar de que se alimenta cada especie, Uso estratos vegetales: anotar si el animal estaba sobre un **árbol** (mas de 5m), un **arbusto** (entre 1-5m) o en el **suelo** o sobre el estrato herbáceo

Anexo 3. Ubicación taxonómica, estatus (pasante P, residente R y/o migratorio M) y CITES para la mayoría de las especies de aves determinadas en los alrededores del Aeropuerto (sin incluir la desconocida).

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	Cites
Psittciformes	Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Chocoyo catano	R	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán	R	II
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca	R	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Salta piñuela	R	
Galliformes	Phasianidae	<i>Colinus cristatus</i>	Codornis	R	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma azulona	R	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma de castilla	R	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Paloma San Nicolás	R	
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	R	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Pijul	R	
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Viudita amarilla	M	
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica fusca</i>	Viudita azul	M	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza	R y M	
Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Guarda barranco	R	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	R y M	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Chichiltote	R	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Pájaro carpintero	R	
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Pajaro negro ojos rojos mediano	R	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Pocoyo	R	
Passeriformes	Passeridae	<i>Amazilia rutila</i>	Gorrión	R	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Guis pecho amarillo	R	
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	R	
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Senzontle	R	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta	R	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Guis copetón	R	
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	R y M	

Anexo 4. Gremios alimenticios para la mayoría de las especies de aves determinadas en los alrededores del Aeropuerto. Carnívoros (CARN), Especies que se alimentan de invertebrados incluyendo los insectos (INVE), Carroñeros (CARR), Herbívoros (HERB), Frugívoros (FRUG), Granívoros (GRAN), Nectarívoros (NECT) y Omnívoros (OMNI).

ESPECIE	CARN	INVE	CARR	HERB	FRUG	GRAN	NECT	OMNI
<i>Aratinga canicularis</i>					X			
<i>Buteo nitidus</i>	X							
<i>Calocitta Formosa</i>								X
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>		X						
<i>Colinus cristatus</i>						X		
<i>Columba flavirostris</i>						X		
<i>Columba livia</i>						X		
<i>Columbina talpacoti</i>						X		
<i>Coragyps atratus</i>			X					
<i>Crotophaga sulcirostris</i>		X						
<i>Dendroica petechia</i>		X						
<i>Dendroica fusca</i>		X						
<i>Egretta thula</i>	X	X						
<i>Eumomota superciliosa</i>		X						
<i>Hirundo rustica</i>		X						
<i>Icterus pustulatus</i>		X						
<i>Melanerpes hoffmannii</i>		X						
<i>Molothrus aeneus</i>		X				X		
<i>Nyctidromus albicollis</i>		X						
<i>Amazilia rutila</i>							X	
<i>Pitangus sulphuratus</i>		X						
<i>Quiscalus mexicanus</i>								X
<i>Turdus grayi</i>		X			X			
<i>Tyrannus forficatus</i>		X						
<i>Tyrannus melancholicus</i>		X						
<i>Zenaida asiatica</i>						X		

Anexo 5. Listado de especies de aves identificadas en los alrededores del Aeropuerto con su clasificador.

ESPECIE	CLASIFICADOR
<i>Aratinga canicularis</i>	Linnaeus,1758
<i>Buteo nitidus</i>	Latham, 1790
<i>Calocitta Formosa</i>	Swainson,1827
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Lesson, 1838
<i>Colinus cristatus</i>	Linnaeus,1766
<i>Columba flavirostris</i>	Wagler,1831
<i>Columba livia</i>	Gmelin,1789
<i>Columbina talpacoti</i>	Temminck,1810
<i>Coragyps atratus</i>	Bechstein,1783
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Swainson,1827
<i>Dendroica petechia</i>	Linnaeus,1766
<i>Dendroica fusca</i>	Muller, 1776
<i>Egretta thula</i>	Molina, 1782
<i>Eumomota superciliosa</i>	Sandbash, 1837
<i>Hirundo rustica</i>	Linnaeus,1758
<i>Icterus pustulatus</i>	Wagler, 1829
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Cabanis, 1882
<i>Molothrus aeneus</i>	Wagler,1829
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Gmelin,1789
<i>Amazilia rutila</i>	Latre, 1843
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Linnaeus,1766
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Gmelin,1788
<i>Turdus grayi</i>	Bonaparte,1838
<i>Tyrannus forficatus</i>	Gmelin,1789
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Vieillot, 1819
<i>Zenaida asiática</i>	Linnaeus,1758
<i>Passer domesticus</i>	Linnaeus,1758
<i>Dendroica fusca</i>	Muller, 1766

Anexo 6. Cuadro de significancia de las comparaciones de Riqueza y Densidad mensual dentro de los sitios antes mencionados en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008

Sitios	Riqueza		Densidad	
	X ²	P	X ²	P
OA	0.4	0.53	5.2	0.023*
SR	3.6	0.058	2	0.16
UN	0.4	0.53	1.2	0.27
US	0.4	0.53	1.2	0.27

* Diferencias significativas.

Anexo 7. Resultado de la prueba de múltiples comparaciones de Tukey-Kramer para riqueza a lo largo de las horas del día y para explorar la fuente s de las diferencias en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008

Estación	Comparación	Diferencia de medias	Valor de P
Seca	O.A vs S.R	2.462	P>0.05
	O.A vs U.N	-2.615	P>0.05
	O.A vs. U.S	2.154	P>0.05
	S.R vs U.N	-5.077	P<0.05*
	S.R vs U.S	-0.3077	P>0.05
	U.N vs U.S	4.769	P<0.05*
Lluviosa	O.A vs S.R	1.000	P>0.05
	O.A vs U.N	2.083	P>0.05
	O.A vs U.S	5.583	P<0.01*
	S.R vs U.N	1.083	P>0.05
	S.R vs U.S	4.583	P<0.05*
	U.N vs U.S	3.500	P>0.05

* Diferencias significativas.

Anexo 8. Cuadro de significancia de las comparaciones de riqueza y densidad distribuida a lo largo de las horas del día dentro de cada sitio de estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008

Períodos	Sitios	Riqueza		Densidad	
		X ²	P	X ²	P
Seco	O.A	2.08	0.15	0.23	0.63
	S.R	2.69	0.10	3.31	0.069
	U.N	2.69	0.10	0.23	0.63
	U.S	5.77	0.016*	0.85	0.36
Lluvioso	O.A	0.67	0.41	0.67	0.41
	S.R	0.67	0.41	2	0.16
	U.N	4	0.046*	3.33	0.068
	U.S	2	0.16	6	0.014*

* Diferencias significativas.

Anexo 9. Resultado de la prueba de múltiples comparaciones de Dunn's para densidad en la estación seca en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008

Comparación	Diferencia de medias	Valor de P
O.A vs. S.R	-1.654	P>0.05
O.A vs. U.N	-17.038	P<0.05*
O.A vs. U.S	-11.308	P>0.05
S.R vs. U.N	-15.385	P>0.05
S.R vs. U.S	-9.654	P>0.05
U.N vs. U.S	5.731	P>0.05

* Diferencias significativas

Anexo 10. Riqueza (S), número de especies esperadas según el estimador Chao 2, abundancia (N) e índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para los cinco sitios en estudio en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008

Sitio	S	Chao ²	N	H'
OA	26	34	647	2.475
FA	19	29	96	2.646
SR	28	30	886	2.066
UN	22	40	381	2.452
US	16	17	164	2.526

Anexo 11. Porcentajes de similaridad al comparar los cinco sitios según el índice de Morisita en los alrededores del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, 2008

	O.A	F.A	S.R	U.N	U.S
O.A	100	66.59	89.35	64.05	59.69
F.A	0	100	54.77	80.59	92.05
S.R	0	0	100	67.69	52.68
U.N	0	0	0	100	86.84
U.S	0	0	0	0	100

Anexo 12. Definición de términos básicos en la actividad aeronáutica o infraestructura para el transporte aéreo y algunos aspectos básicos sobre fauna utilizada en este estudio.

- Área de Operaciones Aéreas (AOA): Cualquier área de un aeropuerto utilizada o destinada para el aterrizaje, despegue o tránsito de aeronaves. Incluye todas las áreas pavimentadas o sin pavimentar que se utilizan para el movimiento libre de obstáculos por parte de las aeronaves, además de sus pistas, calles de rodaje o plataformas asociadas (Cleary y Dolbeer, 2005).
- Aeródromo civil: Área definida de tierra, de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves civiles (EAAI, 2006).
- Aeropuerto: Un área de tierra o cualquier otra superficie rígida, excluyendo el agua, que se utiliza o destinada para aterrizaje o despegue de aeronaves, incluyendo sus edificios e instalaciones (Ojasti, 2000)..
- Aves: Las aves son todo animal vertebrado cubierto de plumas, además todos respiran por pulmones, tienen temperatura constante y elevada y poseen cuatro miembros dos de los cuales están transformados en alas casi siempre aptas para el vuelo. Son ovíparos, o sea que nacen siempre de huevos y cuentan también con otras características más o menos generales propias de la clase (Villagas, 1968).

- Abundancia: Se define como la cantidad de individuos de una especie determinada que se distribuyen en una determinada comunidad (Pérez, 2004).
- Diversidad Alfa: Se entiende por diversidad Alfa como el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular, entonces un simple conteo del número de especie de un sitio (índices de riqueza específica) sería suficiente para describir la diversidad alfa, sin necesidad de una evaluación del valor de importancia de cada especie dentro la comunidad. Esta enumeración de especie parece una base simple pero sólida para apoyar el concepto teórico de diversidad alfa (Moreno, 2001).
- Diversidad Beta: La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazo miento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. A diferencia de las diversidades alfa que pueden ser medidos fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Moreno, 2001).

Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia – ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos se clasifican según se basen en la disimilitud entre muestras o en el reemplazo propiamente dicho (Moreno, 2001).

- Fauna Silvestre: la fauna silvestre es uno de los recursos naturales renovables básicos, junto al agua, el aire, el suelo y la vegetación. La expresión recurso fauna implica una valoración subjetiva, empleando como criterio la utilidad directa, real o potencial, de un conjunto de animales para el hombre (Ojasti, 2000).

- Fauna silvestre que presenta un riesgo para la aviación: Especies de fauna silvestre (aves, mamíferos, reptiles, insectos, lombrices de tierra), incluyendo animales domésticos y ferales, que se asocian con los problemas de impactos con aeronaves y que son capaces de causar daño estructural a las instalaciones aeroportuarias, o actuar como atractivos para otras especies de fauna silvestre que representan un riesgo de impacto (Cleary y Dolbeer, 2005).
- Factores Atractivos para Fauna Silvestre: Cualquier estructura artificial practica de uso de suelo o cualquier característica geográfica, ya sea natural o artificial, que pueda atraer o dar sustento a fauna silvestre de riesgo dentro del espacio aéreo de aterrizaje y despegue, (AOA) Áreas de Operación Aérea rampas de carga o áreas de estacionamiento de aeronaves. Estos atractivos pueden incluir, sin limitarse a determinadas condiciones arquitectónicas y de paisaje, sitios de depósito de desechos, plantas de de tratamiento de aguas residuales, actividades agrícolas o de piscicultura, minas o humedales (Cleary y Dolbeer, 2005).
- Riesgo por fauna silvestre: Es el potencial para un choque que provoque daños entre un animal silvestre y una aeronave, ya sea dentro o cerca de un aeropuerto (Cleary & Dolbeer, 2005).
- Riqueza: Se define como el número de especies existentes en una comunidad (Pérez, 2004).
- Unidad de Muestreo: es una entidad donde de manera natural se distribuye o se encuentra parte de los elementos muestrales de la población, aunque también puede ser definida como un artilugio de diseño humano concebida en función de la biología de la especie en estudio y que se emplea para algún atributo de la población en cuestión (Pérez, 2004).

- Tipos generales de diseños muestrales probabilísticos (Pérez, 2004).
 - Muestreo al azar simple.
 - Muestreo al azar estratificado.
 - Muestreo sistemático.

- Muestreo al azar simple: Este tipo de muestreo, conocido también como muestreo al azar no restringido, muestreo al azar sin reemplazo o simplemente muestreo al azar, es un método que permite seleccionar n unidades de muestreo de entre N unidades posibles, de tal manera que cada una de las posibles combinaciones de selección tenga las mismas probabilidades de ser elegida (Pérez, 2004).

Muestreo al azar estratificado: El proceso consiste en dividir la población en grupos llamados estratos. Dentro de cada estrato, los elementos están situados de manera más homogénea con respecto a las características en estudio. Para cada estrato se toma sub-muestra, mediante el proceso aleatorio simple. La muestra global se obtiene combinando las sub-muestras de todos los estratos (Pérez, 2004).

El beneficio de proceder mediante un muestreo estratificado aleatorio es conseguir más precisión en las estimaciones, al agrupar elementos con características comunes. Para lograr esto la subdivisión de la población en estratos se debe realizar de manera que cada estrato sea muy homogéneo comparado con la población total; de esta manera al dividir la población en varias sub-poblaciones homogéneas y no superpuestas que abarquen la población total se aumenta la eficiencia del muestreo, ya que una pequeña muestra de cada uno de los estratos será suficiente para obtener una estimación precisa de la media de cada estrato (Pérez, 2004).

Muestreo sistemático: El muestreo sistemático parece ser más preciso que el aleatorio simple. En efecto, estratifica la población en n estratos, por lo tanto podemos esperar que la muestra sistemática sea tan precisa como la muestra aleatoria estratificada correspondiente con una unidad por estrato (Pérez, 2004)

La diferencia radica en que con la muestra sistemática las unidades se presentan en la misma posición relativa del estrato mientras que con el muestreo aleatorio estratificado, la posición dentro del estrato se determina separadamente por aleatorización dentro del mismo estrato (Pérez, 2004)

Nombre de archivo: TESIS PARA LA DEFENSA 8 de abril 2012 a imprimir
final.doc
Directorio: C:\Users\Q06WDD2K\Desktop\encuadrados una
Plantilla: C:\Users\Q06WDD2K\AppData\Roaming\Microsoft\Plantilla
s\Normal.dotm
Título: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Asunto:
Autor: Lic. Miguel Garmendia
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 24/01/2012 09:36:00 a.m.
Cambio número: 25
Guardado el: 24/01/2012 05:46:00 p.m.
Guardado por: Ksuarez
Tiempo de edición: 201 minutos
Impreso el: 26/01/2012 02:29:00 p.m.
Última impresión completa
Número de páginas: 65
Número de palabras: 13,448 (aprox.)
Número de caracteres: 73,967 (aprox.)