



Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Biología, Ecología y Gestión

**Variación temporal de la comunidad de aves en la planta de tratamiento de aguas residuales
Ucubamba de ETAPA EP**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Biólogo con mención en Ecología y Gestión.

A cargo de:

Juan David Ordoñez Ambrosi

Director:

PhD. Boris Adrián Tinoco Molina

Cuenca, Ecuador 2021

Agradecimientos:

Agradezco a mi familia por apoyarme en cada paso y decisión que he tomado a lo largo de mi vida, en especial a mis padres que han estado en todo momento para poder guiarme de la mejor manera. También quiero agradecer a mi tutor Boris Tinoco PhD el cual me ha guiado y aconsejado en todo momento en esta ardua investigación para alcanzar el resultado esperado.

CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Materiales y Métodos	9
2.1 Área de estudio	9
2.2 Métodos de Campo.....	10
2.3 Análisis de datos	11
3. Resultados	12
4. Discusiones.....	14
5. Conclusiones y recomendaciones	16
6. Bibliografía	17
7. Anexos.....	19

Tabla de Figuras

Figura 1: Esquema de los tipos de migración de aves	8
Figura 2: Croquis de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba de ETAPA EP.....	9
Figura 3: Riqueza de aves presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP durante el mes de Enero a Junio del 2021.	12
Figura 4: Abundancia de individuos de aves en la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP durante el mes de Enero a Junio del 2021.	13
Figura 5: Índice de Simpson y Shannon durante el periodo de estudio realizado en la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP.....	13
Figura 6: Variación temporal de la abundancia de aves presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP.....	14

Variación temporal de la comunidad de aves en la planta de tratamiento de aguas residuales Ucubamba de ETAPA EP

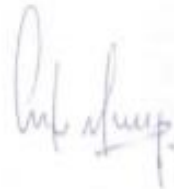
RESUMEN

Las comunidades de aves pueden ser dinámicas en el tiempo, este grupo de animales dada su capacidad de vuelo, pueden desplazarse de un lugar a otro en respuesta a cambios estacionales en el clima o recursos. Esta investigación determinó cual fue la variación temporal de la diversidad y abundancia de aves en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba (perteneciente a ETAPA EP). Durante el primer semestre del año 2021, se realizaron muestreos de aves en las lagunas de oxigenación. Mediante el método de observación directa se caracterizó a las aves en relación a la riqueza, abundancia y diversidad de especies. En total se registró 15 especies de aves. *Anas bahamensis* (Ánade gargantillo), *Anas geórgica* (Ánade maicero) y *Chroicocephalus serranus* (Gaviota andina) fueron las especies más abundantes. Este trabajo mostro que el lugar de estudio es un hábitat potencial para varias especies de aves, y por tanto debe ser considerado dentro de los planes de manejo del área.

Palabras clave: Variación temporal, diversidad, abundancia, observación directa



Dr. Boris Adrián Tinoco Molina
Director del trabajo de titulación



Dr. Antonio Manuel Crespo Molina
Coordinador de escuela



Juan David Ordóñez Ambrosi
Autor

Temporal variation of the bird community at Ucubamba Wastewater Treatment plant, ETAPA EP

ABSTRACT

Bird flocks can be dynamic over time, this group of animals, given their ability to fly, can move from one place to another in response to seasonal changes in climate or resources. This research determined the temporal variation of bird diversity and abundance at the Ucubamba wastewater treatment plant, which belongs to ETAPA EP. During the first semester of 2021, bird sampling was carried out in the oxygenation ponds. By using the direct observation method, birds were characterized in terms of species richness, abundance and diversity. A total of 15 bird species were recorded. *Anas bahamensis* (*Anas gargantillo*), *Anas georgica* (*Anas maicero*) and *Chroicocephalus serranus* (*Gaviota andina*) were the most abundant species. This work shows that the study site is a potential habitat for several bird species. Therefore, it should be considered within the management plans of the area.

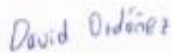
Keywords: temporal variation, diversity, abundance, direct observation.



Dr. Boris Adrián Tinoco Molina
Director



Dr. Antonio Manuel Crespo Molina
Faculty Director

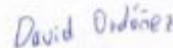


Juan David Ordóñez Ambrosi
Author

Translated by



Language unit



Juan David Ordóñez Ambrosi

1. INTRODUCCIÓN

Las comunidades de aves pueden ser altamente dinámicas en el tiempo, ya que las aves pueden desplazarse de un lugar a otro en respuesta a cambios estacionales en el clima o recursos (Guevara, Santander, Espinosa, & Graham, 2021). A estos movimientos se lo conoce como migración (Runwal, 2021). El comportamiento migratorio puede surgir en consecuencia a la escasez de suministro de alimento y alta competitividad en ciertas zonas de su distribución (Peñuela, 2010). Por estas razones es que ciertas especies de aves van en búsqueda de zonas con mayores recursos alimenticios.

Existen características asociadas con la capacidad de migrar en especies de aves. Destacan, por ejemplo, las habilidades de navegación, reservas corporales masivas para el gasto energético de los vuelos, el tamaño y potencia de las alas (Peñuela, 2010). Hay que mencionar que no todas las aves migran debido a que no todas tienen los mismos rasgos migratorios (Heus, 2013). Además, cabe recalcar que cada especie de ave migratoria tiene una forma particular en realizar sus viajes. Por ejemplo, las aves pueden migrar en rangos latitudinales como así también en rangos altitudinales (figura 1) (Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, 2004). Los movimientos cíclicos dentro de un mismo rango o cinturón latitudinal usualmente suceden en respuesta a la disponibilidad de hábitat o la presencia de recursos alimenticios en ciertos parches. En este espectro de migración, las migraciones latitudinales sin duda son las más conocidas debido a que son las más impresionantes en cuanto a sus dimensiones geográficas (e.g., escala continental), ya que las aves viajan a través de varias regiones geográficas; por ejemplo, en ciertas especies de aves ocurre una vez al año y tienden a viajar en busca de mejores territorios para la reproducción en latitudes templadas de Norteamérica y de Suramérica (Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, 2004).

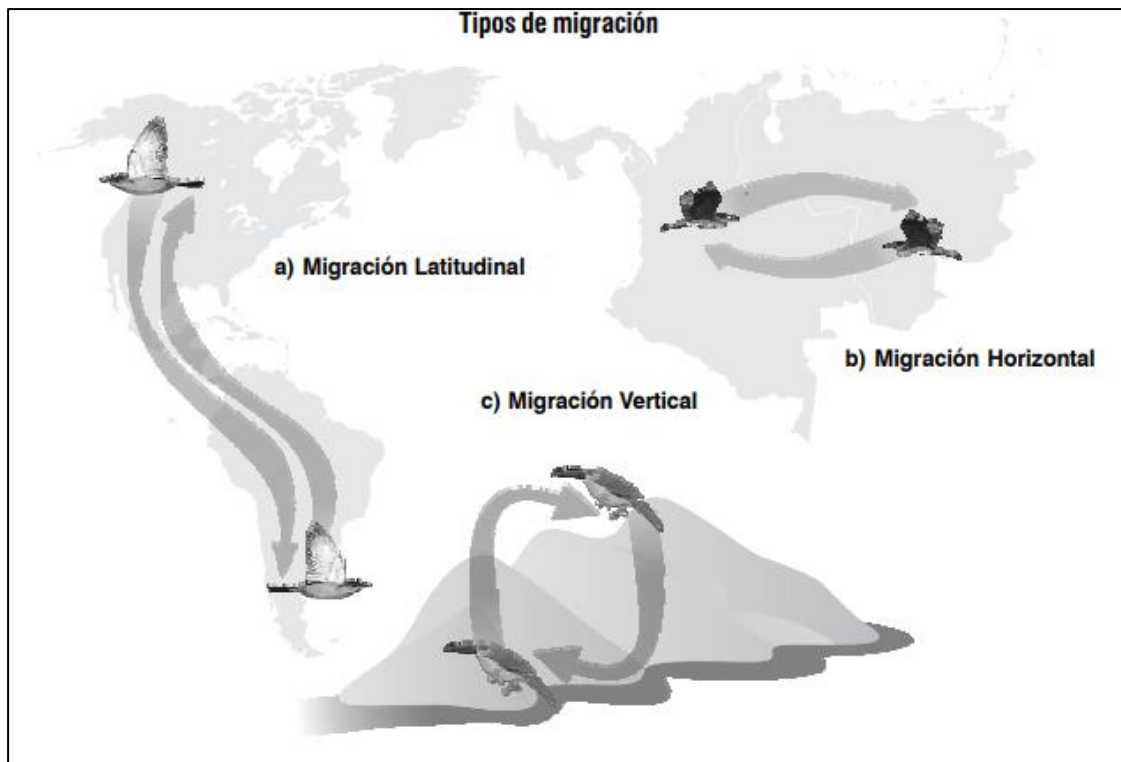


FIGURA 1: MIGRACIÓN DE AVES, SE PUEDE OBSERVAR LOS PATRONES DE MIGRACIÓN. LA MIGRACIÓN HORIZONTAL ES UN TIPO DE MIGRACIÓN LATITUDINAL. MIENTRAS QUE LA MIGRACIÓN VERTICAL SUCEDE EN RANGOS ALTITUDINALES.

FUENTE: (ASOCIACIÓN RED COLOMBIANA DE RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL, 2004)

En la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP, localizada en la ciudad de Cuenca, al sur del Ecuador, se ha convertido en un hábitat temporal para varias especies de aves acuáticas y limícolas (Echevarria, Marano, & Constana, 2014). Varias de estas especies han sido propuestas como migratorias (latitudinales o altitudinales), destacando de tal forma la importancia de entender las variaciones temporales de la comunidad de aves que ocupan estos hábitats acuáticos artificiales. El presente estudio, a través del monitoreo de la comunidad de aves que ocupa las lagunas de oxidación de la planta de tratamiento de aguas residuales de ETAPA EP, busca entender los cambios temporales en la comunidad de aves acuáticas y limícolas dentro del primer semestre del año 2021. En particular, se pretende determinar qué especies de aves ocupan las lagunas de oxidación y reportar los cambios temporales en la diversidad de la comunidad de aves

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba”, ubicada al Noreste de la ciudad de Cuenca ($2^{\circ}52'19.74''S$, $78^{\circ}56'29.57''O$, 2400 msnm). El área cubre una superficie de 45 hectáreas. El objetivo de la planta de tratamiento es interceptar y conducir las aguas que anteriormente eran descargadas en los ríos las cuales atraviesan la ciudad de Cuenca, para así nuevamente devolver aguas limpias al medio ambiente. Su estructura consta de un tratamiento preliminar que incluye: cajón de llegada, bypass, compuertas de admisión, cribas mecánicas y desarenadores. Luego del tratamiento dichas aguas residuales entran a la etapa de tratamiento biológico la cual está constituida de tres fases: Lagunas aireadas, lagunas facultativas y lagunas de maduración las cuales tienen una profundidad que varía de 3 a 5 metros (Etapa EP, 2007) (figura 2).

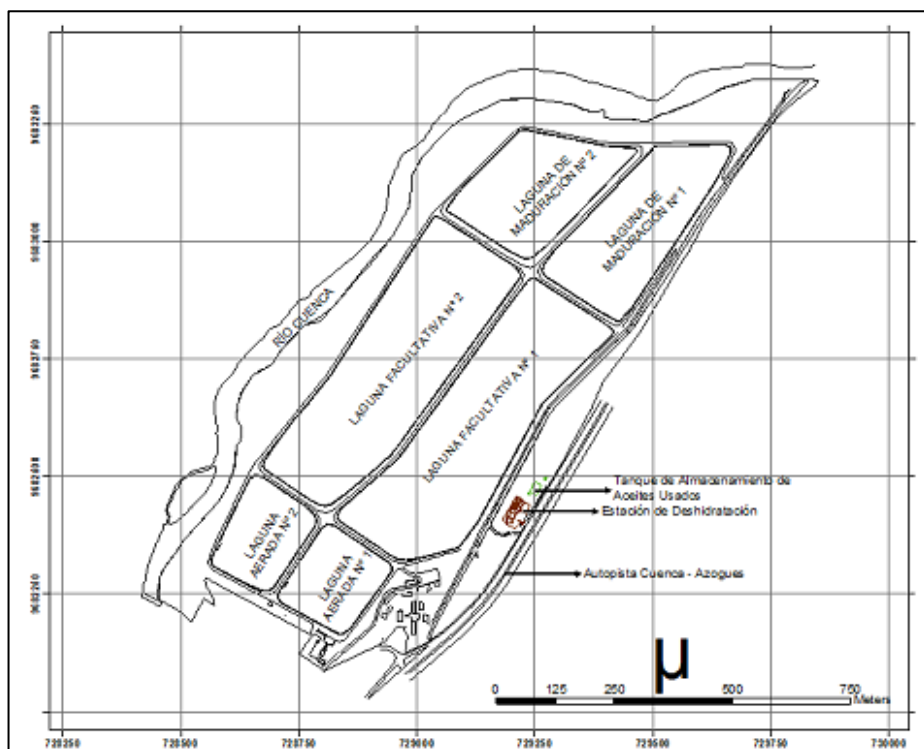


FIGURA 2: CROQUIS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UCUBAMBA DE ETAPA EP

Fuente: (Etapa EP, 2007)

En las áreas correspondientes a lagunas aireadas, facultativas y de maduración, se realizaron monitoreos a partir del mes de Enero al mes de Junio de 2021. En total se cumplieron seis meses de

muestreo. Para cada monitoreo semanal se estableció un horario, todos los viernes de 7:30 am hasta las 10:30 am, (mayor periodo de actividad de las aves) (Guevara, Santander, Espinosa, & Graham, 2021). Los monitoreos consistieron en recorridos completos a través de los caminos y senderos que atraviesan las lagunas aireadas, facultativas y de maduración. El uso de estos pasos permitió cubrir toda la superficie de las lagunas, en pares de a tres. En cada recorrido, se identificaron todas las especies y se contaron todos los individuos asociados. El periodo escogido para el monitoreo representa una mayor presencia de las aves migratorias boreales que vienen desde el extremo de Norteamérica hacia los trópicos (Espinosa, 2016). Además, existen las aves migratorias australes provenientes del Antártico y su paso por los Andes tropicales (que incluye el área de estudio) es durante los meses de mayo y agosto (Pulido & Bermúdez, 2018).

2.2 MÉTODOS DE CAMPO

Los conteos se ajustaron al método de trayectos en línea. Los transectos son una técnica que consiste en caminar lentamente por un tramo definido (la extensión de cada camino o sendero de acceso a las lagunas), manteniendo una misma velocidad (1 Km h^{-1}) la cual permite identificar todos los individuos que ocupan el hábitat (Gallina & Lopez, 2011). Las especies fueron identificadas usando la guía de McMullan y Navarrete (2017). Como complemento a los conteos en los transectos se utilizó la técnica de extrapolación mediante fotografías (Hernandez E. , 2017). Por medio de una fotografía se delimita áreas específicas en las cuales se contabiliza los grupos de aves; se inicia identificando grupos y luego contando las diez primeras aves para tener una idea proporcional del total de individuos en el grupo que ocupa toda un área de estudio (lagunas). Con estos datos se puede iniciar la extrapolación del resto de la bandada esto con el fin de tener un número estimado de especies e individuos presentes en la bandada, para luego verificar y revisar las especies (Hernandez E. , 2017). Sin embargo, los datos de las fotografías fueron utilizados únicamente para validar las observaciones de campo y por tanto, no se incluye en los análisis de datos ni en los resultados.

2.3 ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos fue necesario obtener la riqueza de especies, que se entiende como el número de especies que forman parte de una comunidad considerada homogénea (Jacome, Trujillo, Rocha, Hidalgo, & Flores, 2019). En este estudio la riqueza se estimó como el número de especies de aves registradas en cada período de muestreo. Así mismo, la abundancia de la comunidad se midió registrando el número total de individuos por cada especie. Para representar la diversidad de aves se utilizó los índices de Simpson y Shannon, los cuales fueron representados mediante gráficos temporales para explorar cómo cambia la dominancia y equidad en el tiempo. El índice de diversidad de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de la muestra pertenezcan a la misma especie (Briceño, 2020).

$$\text{Índice de diversidad de Simpson} = 1 - D; \text{ en donde } D = \frac{\sum n(n-1)}{n(N-1)}$$

Donde:

- n = el número total de individuos de una especie en particular
- N = el número total de individuos de todas las especies

Para la interpretación hay que tomar en cuenta que si D es igual a 1 significa mayor dominancia y por otro lado si D es igual a 0 significa que la diversidad es menor (Briceño, 2020).

El índice de Shannon se usa para cuantificar la equidad, es decir, toma en cuenta la cantidad de especies que están presentes o existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies, considera la probabilidad de que dos individuos al azar pertenezcan a dos especies distintas (Gelambi, 2018).

$$H = -\sum p_i * \ln(p_i)$$

Donde:

- H = Índice de Shannon
- P_i = Abundancia relativa
- \ln = Logaritmo natural

Para la interpretación hay que tomar en cuenta que valores altos representan mayor equidad y por tanto valores bajos indican menor diversidad (Gelambi, 2018).

3. RESULTADOS

En total se registraron 15 especies de aves. Durante los meses de abril y mayo existió una mayor riqueza de aves, y el mes en donde se registró menor riqueza de especies fue febrero (Figura 3).

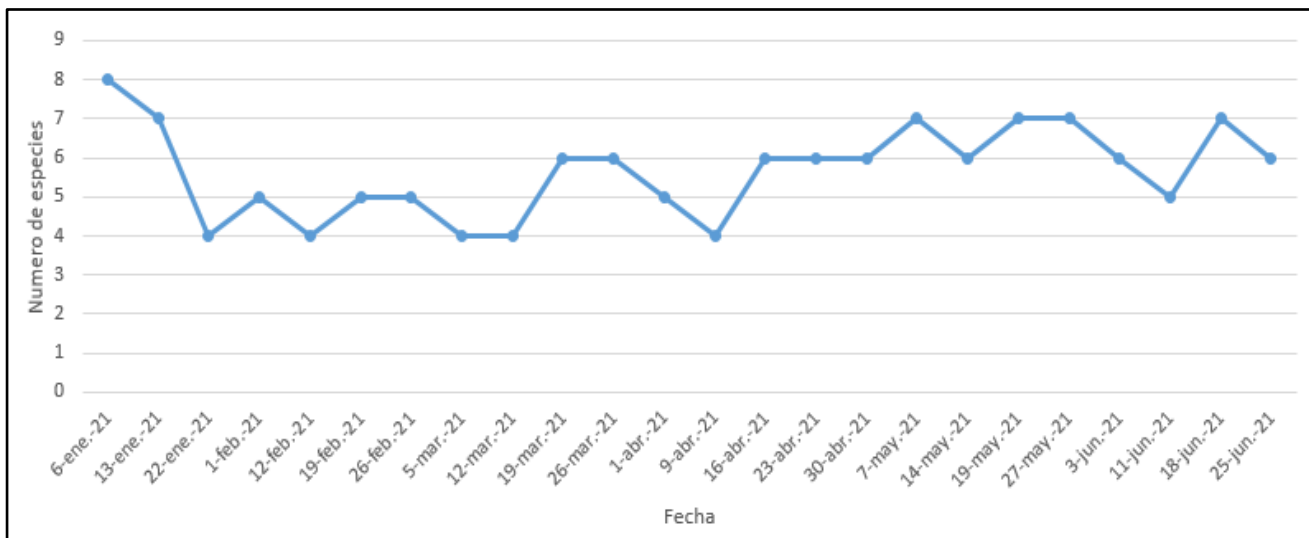


Figura 3: Riqueza de aves presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP entre enero a junio del 2021.

Con respecto a la abundancia de individuos, se observó que en el mes de enero existió una mayor abundancia. Luego la abundancia desciende (hasta mayo) y se mantiene constante (Figura 4).

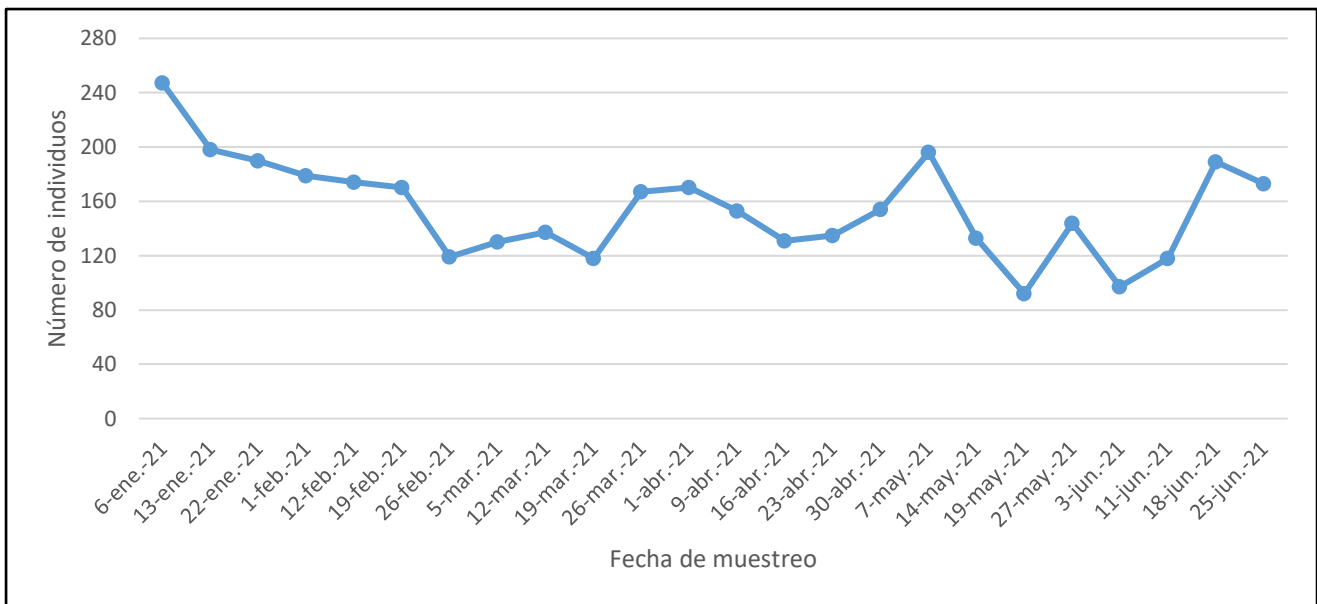


FIGURA 4: ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS DE AVES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ETAPA EP ENTRE ENERO A JUNIO DEL 2021.

Los índices de Simpson y Shannon mostraron patrones similares, con períodos de menor diversidad en el mes de marzo y mayor diversidad en el mes de enero y mayo (figura 5).

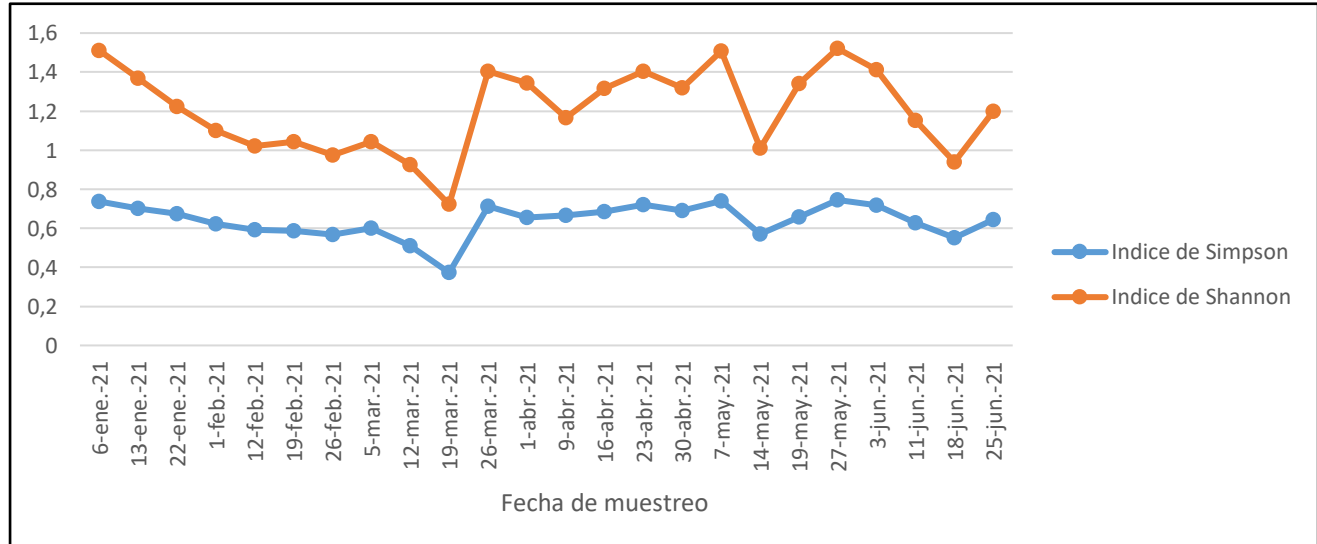


FIGURA 5: ÍNDICE DE SIMPSON Y SHANNON EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ETAPA EP ENTRE ENERO A JUNIO DEL 2021.

Las especies más abundantes son *Anas bahamensis* (Ánade gargantillo) con 1481 individuos, en el mes de marzo existió un máximo de 91 individuos mientras que en mayo se registraron como mínimo 31 individuos; seguida de *Chroicocephalus serranus* (Gaviota andina) con 1024 individuos, en el mes de febrero con un máximo de 85 individuos mientras que en mayo con un mínimo de dos individuos; *Anas georgica* (Ánade maicero) con 823 individuos, en el mes de junio con un máximo de 93 individuos, mientras que en el mes de febrero con un mínimo de 5 individuos.

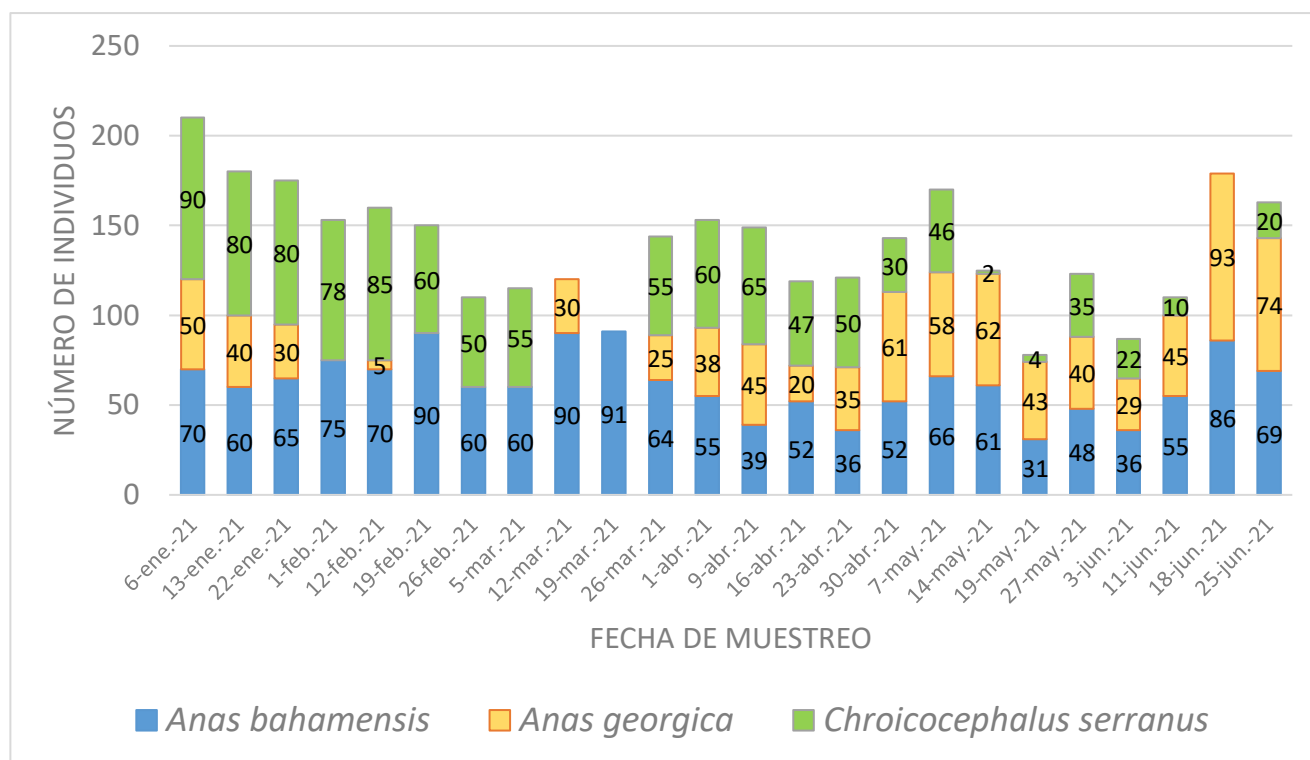


Figura 6: Variación temporal de la abundancia de especies de aves más comunes presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales ETAPA EP

4. DISCUSIONES

En esta investigación se encontró un total de 15 especies. La riqueza de especies se mantuvo constante durante el período de estudio, mientras que la abundancia mostró una ligera disminución entre enero y junio. Estos hallazgos evidencian que la dinámica poblacional en la abundancia de aves acuáticas está generalmente relacionada a variaciones en condiciones ambientales (Chacon de la Cruz & Pompa, 2017).

En relación a lo encontrado por Guevara et al. (2021) en lagos andinos del Ecuador, las 15 especies de aves registradas representan una diversidad relativamente menor. Ciertos cuerpos de agua naturales como el lago de Colta se han registrado hasta 30 especies de aves acuáticas. Las diferencias pueden

explicarse a que en este estudio se cubrió el primer semestre del año, por lo que el número de especies podría incrementarse al investigar la avifauna durante un año completo. Por ejemplo, existen varios registros de especies de aves migratorias registradas para el área de estudio entre noviembre y diciembre (ebird, 2021) que no fueron registradas durante este estudio. Entre las especies que potencialmente pueden aumentar la riqueza del área de estudio están *Tringa flavipes*, *Leucophaeus atricilla* y *Calidris melanotos*.

Sin embargo, esfuerzos de monitoreo en el primer semestre también son válidos. Por ejemplo, *Calidris bairdii* fue la única especie migratoria boreal que se registró en el lugar de estudio. Esta especie se podría beneficiar de los recursos alimenticios que encuentra en la orilla de las lagunas, que son zonas lodosas con alta productividad de invertebrados acuáticos (Hernandez & Quiñonez, 2017). Por otro, las especies *Anas bahamensis* y *Anas geórgica* son las únicas especies que se mantuvieron con su abundancia relativamente constante. Estas especies son tolerantes y suelen ocupar lagunas eutrofizadas, su presencia puede considerarse como indicadores de cambios en las condiciones de los cuerpos de agua (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017). Las lagunas del área de estudio, están en proceso de depuración, cuya condición representa cuerpos de agua en condiciones anómalas, especies tolerantes podrían adaptarse fácilmente a este tipo de hábitat alterado. Finalmente, la variación en los patrones de abundancia puede deberse a eventos reproductivos. Por ejemplo, *Chroicocephalus serranus* presenta su temporada reproductiva finales del mes de mayo a agosto; por lo que algunas especies podrían salir del área de estudio para asegurar mejores reproducciones hacia el segundo semestre del año (Garrido, 2018).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación es una primera aproximación de la variación temporal de la comunidad de aves durante el primer semestre del año. En general no se encontraron mayores cambios en riqueza y abundancia. Una especie que mostró cambios temporales marcados en abundancia fue *Chroicocephalus serranus*. Por tanto, se recomienda continuar con este tipo de investigaciones en monitoreos anuales. En particular, los meses de octubre y noviembre se han registrado varias especies de aves migratorias boreales, que al parecer ocupan a las lagunas de Ucubamba (ebird 2021).

Finalmente, lagunas de Ucubamba son un hábitat potencial para varias especies de aves acuáticas, obteniendo mayores recursos en zonas a las orillas de las lagunas con mayor biomasa de invertebrados. Por lo que se considera importante incorporar a las aves dentro de los planes de manejo de estas lagunas; por ejemplo, se podría incorporar a la observación de aves dentro de las actividades de educación ambiental a los visitantes a la planta de tratamiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, A. p.-C. (Agosto de 2004). *Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias*. Colombia. Obtenido de <https://celebrateurbanbirds.org/wp-content/uploads/2019/10/Manual-Monitoreo-Aves-Migratorias.pdf>

Bolaños, J., Cordero, G., & Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha*, 17-18.

Briceño, K. (2020). *Índice de Simpson: Fórmula, interpretación y ejemplo*. Obtenido de Liferder.com: <https://www.liferder.com/indice-simpson/>

Chacon de la Cruz, J., & Pompa, M. (2017). La abundancia de aves acuáticas (Anseriformes) en relación con la complejidad del paisaje en un sitio Ramsar del norte de México. *Acta zoológica mexicana*, 33(2), 199-210.

Echevarria, A., Marano, C., & Constana, C. (2014). Composición y variación de la comunidad de aves del Embalse El Tunal, Salta, Argentina. *Acta Zoologica Lilloana*, 58(1), 80-93.

EP, E. (2003). *Area de importancia de la conservación de aves-IBA 2003*. Obtenido de ETAPA EP : <https://www.etapa.net.ec/informacion/parque-nacional-el-cajas/biofisico-cultural/aves>

Espinoza, S. (2016). *Aves migratorias siempre regresan a su hogar*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101947112/aves-migratorias-siempre-regresan-a-su-hogar>

Etapa EP. (2007). Obtenido de Etapa.net.ec: <https://www.etapa.net.ec/informacion/saneamiento/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-ucubamba>

Gallina, S., & Lopez, C. (2011). Metodología para contar aves terrestres. *Instituto de Ecología, A.C*, 391.

Garrido, M. (2018). Gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*) Andean gull. En *Atlas de las Aves Nidificantes de Chile* (págs. 230-231). Chile: Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC).

Gelambi, M. (2018). *¿ Qué es el índice de shannon y para qué sirve ?* Obtenido de Liferder.com: <https://www.liferder.com/indice-de-shannon/>

Guevara, E., Santander, T., Espinosa, R., & Graham, C. (2021). Aquatic bird communities in Andean lakes of Ecuador are increasingly dissimilar over time. *Aquatic bird communities in Andean lakes of Ecuador are increasingly dissimilar over time*, (121), 9.

Hernandez , F., & Quiñonez, A. (2017). Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24(2), 175.

Hernandez, E. (2017). *Capacitacion AngloAmerican* . Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/484994749/Anexo-2-201701-Capacitacion-AngloAmerican-2017-Modulo-I-pdf>

Heus, M. (2013). *Migration in birds: Why go, where to and how to get there*. Obtenido de Migration in birds: https://Migration_in_birds_Why_go_where_to_and_how_to_get_there

Jacome, I., Trujillo, S., Rocha, D., Hidalgo, E., & Flores, S. (2019). Riqueza y abundancia de las aves urbanas de nueve areas verdes de la ciudad de Sangolqui (Ecuador). *Siembra*, 6(1), 14.

Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 13.

Pulido, M., & Bermúdez, L. (2018). Patrones de estacionalidad de las especies de aves residentes y migratorias de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25(3), 1107-1128.

Runwal, P. (2021). *Migración de aves: ¿en que consiste esta gran maravilla de la naturaleza?* Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.com/animales/2021/05/migracion-de-las-aves-en-que-consiste-esta-maravilla-de-la-naturaleza>

Soler , P., Berroteran, J., Gil , J., & Acosta, R. (2012). Índice de valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, (62), 35.

7. ANEXOS

Fecha	Índice de Simpson	Índice de Shannon
6-ene-21	0,74	1,51
13-ene-21	0,70	1,37
22-ene-21	0,67	1,22
1-feb-21	0,62	1,10
12-feb-21	0,59	1,02
19-feb-21	0,59	1,04
26-feb-21	0,57	0,98
5-mar-21	0,60	1,04
12-mar-21	0,51	0,93
19-mar-21	0,37	0,72
26-mar-21	0,71	1,40
1-abr-21	0,66	1,34
9-abr-21	0,67	1,17
16-abr-21	0,69	1,32
23-abr-21	0,72	1,40
30-abr-21	0,69	1,32
7-may-21	0,74	1,51
14-may-21	0,57	1,01
19-may-21	0,66	1,34
27-may-21	0,75	1,52
3-jun-21	0,72	1,41
11-jun-21	0,63	1,15
18-jun-21	0,55	0,94
25-jun-21	0,64	1,20



