

formaciones vegetales “desierto costero” y “zona antropizada”, con 10% (Gráfico 4.2.19 y Cuadro 4.2.6).

Cuadro 4.2.5

Valores de similitud de flora registrada por formación vegetal – índice de Jaccard – época de verano 2020

Formaciones vegetales	Desierto Costero (DC)	Matorral asociado a dunas (MAD)	Semidesierto costero (SDC)	Zona antropizada (ZA)
Desierto Costero (DC)	1	0,2	0,11	0,12
Matorral asociado a dunas (MAD)	0,2	1	0,27	0,44
Semidesierto costero (SDC)	0,11	0,27	1	0,55
Zona antropizada (ZA)	0,12	0,44	0,55	1

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

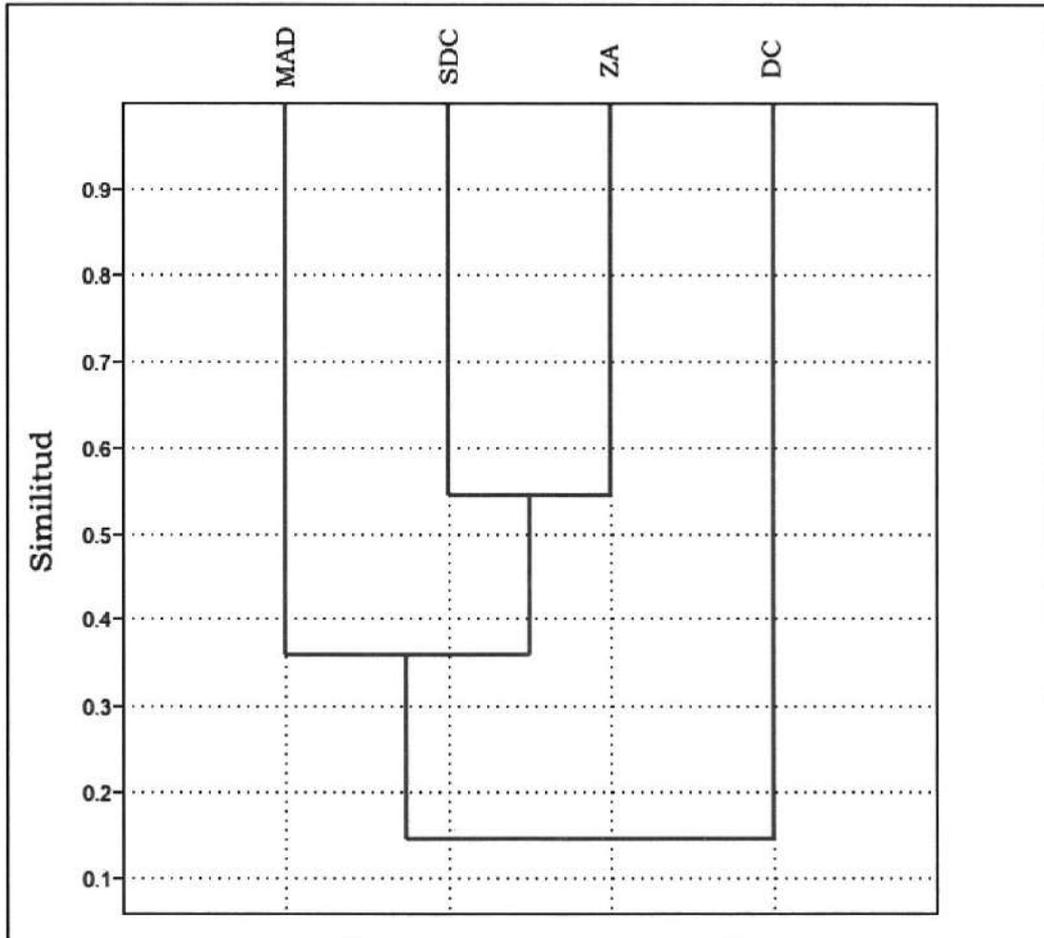
Cuadro 4.2.6

Valores de similitud de flora registrada por formación vegetal – índice de Jaccard – época de invierno 2020

Formaciones vegetales	Desierto Costero (DC)	Matorral asociado a dunas (MAD)	Semidesierto costero (SDC)	Zona antropizada (ZA)
Desierto Costero (DC)	1	0,25	0,12	0,10
Matorral asociado a dunas (MAD)	0,25	1	0,14	0,27
Semidesierto costero (SDC)	0,12	0,14	1	0,64
Zona antropizada (ZA)	0,10	0,27	0,64	1

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

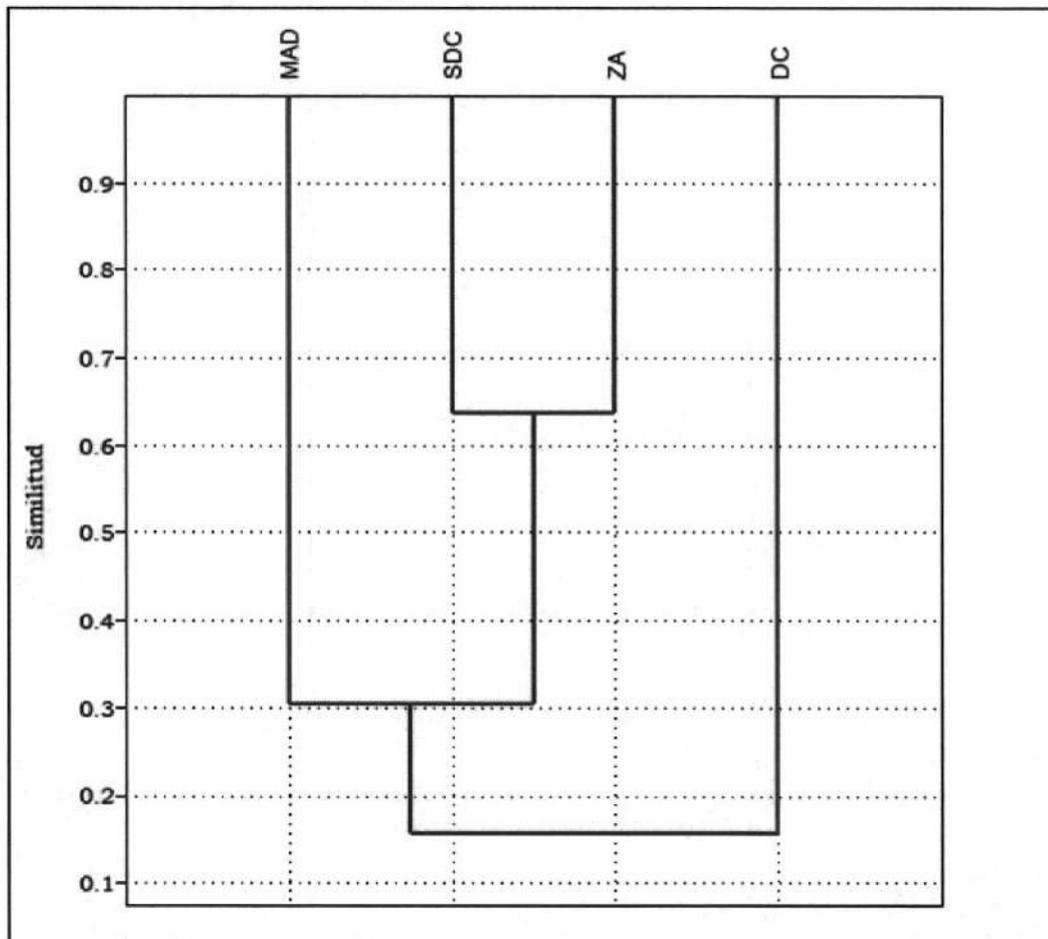
Gráfico 4.2.18
Dendrograma de similitud de flora por formación vegetal – índice de Jaccard -
época de verano 2020



Nota: MAD: Matorral asociado a dunas, SDC: Semidesierto costero, ZA: Zona antropizada, DC: Desierto costero.
 Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.19

Dendrograma de similitud de flora por formación vegetal – índice de Jaccard - época de invierno 2020



Nota: MAD: Matorral asociado a dunas, SDC: Semidesierto costero, ZA: Zona antropizada, DC: Desierto costero.

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Curva de acumulación de especies

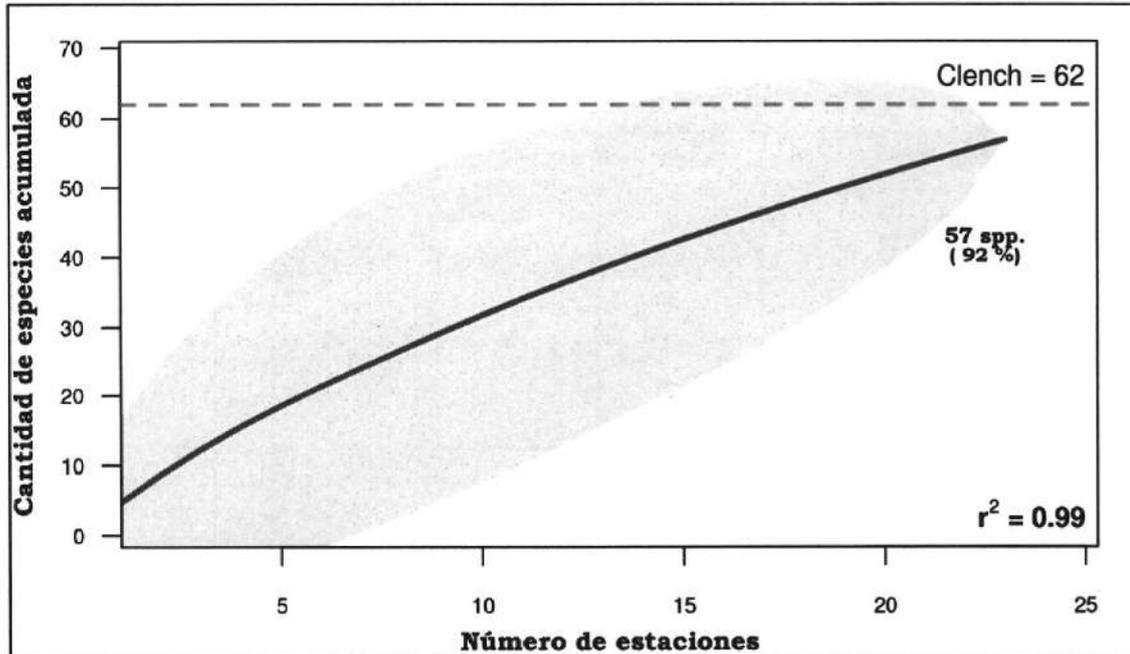
También denominada “curva de especies-área”, esta curva permite estimar si el esfuerzo de muestreo realizado en campo fue suficiente para representar una proporción adecuada del total de especies que se esperaría encontrar idealmente.

Curva de acumulación de especies total

En relación a la evaluación realizada en época de verano, tal como se puede observar en el **Gráfico 4.2.20**, se logró un buen ajuste de la curva de acumulación de especies, la cual explicaría el 99% de la variación en los datos ($R^2 = 0,99$). Asimismo, considerando el estimador de Clench, la riqueza registrada para el área de estudio fue de 57 especies, por lo cual podemos afirmar que durante dicha evaluación se encontró el 92% de la riqueza esperada (62 especies).

Gráfico 4.2.20

Curva de acumulación de especies para el componente flora – época de verano 2020

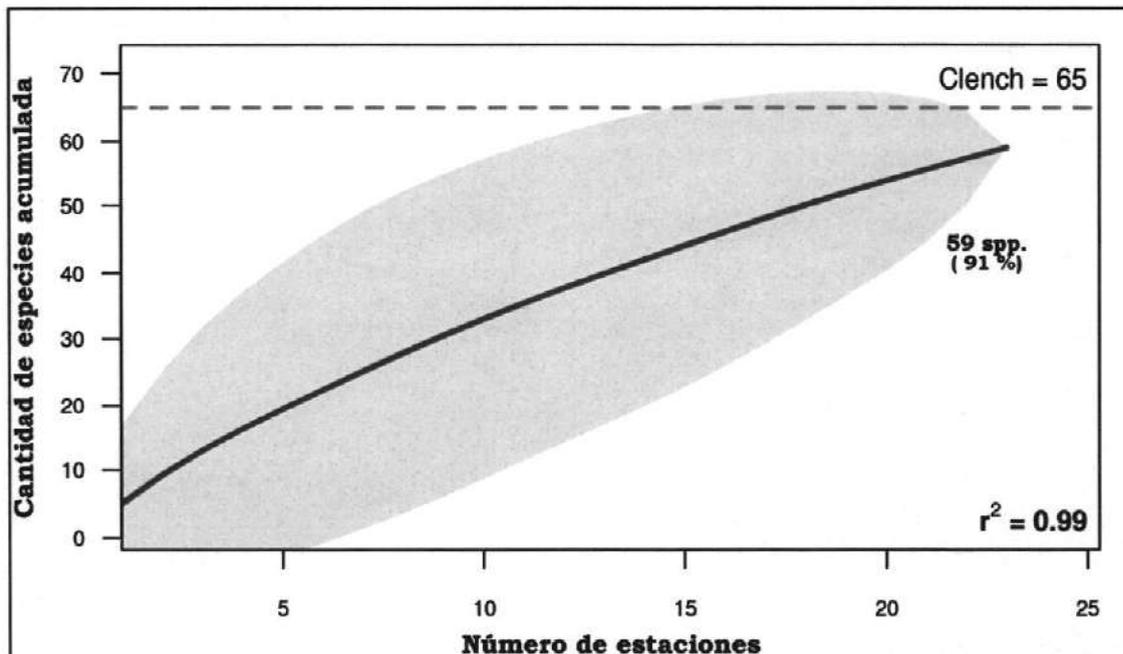


Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

De manera similar, durante la época de invierno, se logró un buen ajuste de la curva de acumulación de especies, con 99% de los resultados explicados ($R^2 = 0,99$). Por otro lado, en relación con el número de especies registradas en las secciones, estas representaron el 91% de la cantidad de especies esperada de acuerdo al estimador de Clench (65 especies), (Gráfico 4.2.21).

Gráfico 4.2.21

Curva de acumulación de especies para el componente flora – época de invierno
2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Curva de acumulación de especies por formación vegetal

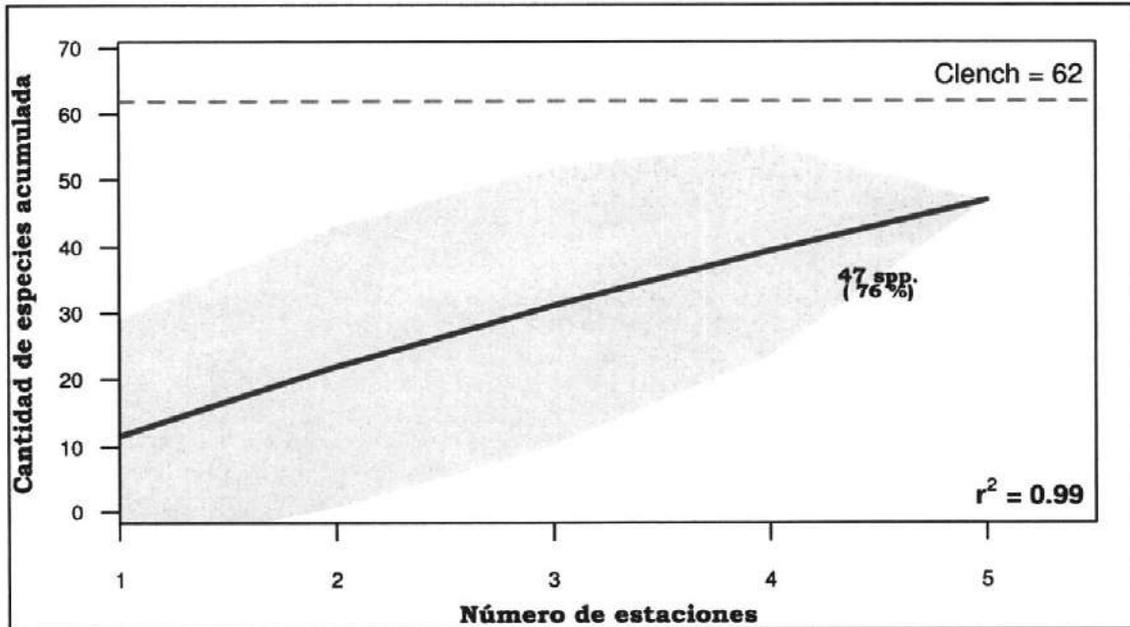
Respecto a las curvas de acumulación de especies por formación vegetal, se realizó la estimación de las curvas de acumulación para las formaciones vegetales “zona antropizada” y “semidesierto costero” porque estas abarcaron la mayor cantidad de estaciones (cinco y diez, respectivamente).

Tal como se puede observar en los gráficos durante las épocas de verano e invierno para la formación vegetal “zona antropizada” (Gráfico 4.2.24 y Gráfico 4.2.25), el ajuste de la curva explicó el 99% de especies en ambos casos. Además, ambas curvas presentaron un comportamiento muy similar a las curvas de acumulación de especies totales mostradas previamente. En ese sentido, para la época de verano se estimó una riqueza máxima de 62 especies según Clench, de la cual se registró el 76%. Por su parte, en la época de invierno también se estimó una riqueza máxima de 62 especies, de la cual se registró el 77%.

Del mismo modo, tal como se puede observar en los gráficos durante las épocas de verano e invierno para la formación vegetal “semidesierto costero” (Gráfico 4.2.24 y Gráfico 4.2.25), el ajuste de la curva también explicó el 99% de especies en ambos casos. Para la época de verano se estimó una riqueza máxima de 27 especies según Clench, de la cual se registró el 74%. Por su parte, en la época de invierno se estimó una riqueza máxima de 29 especies, de la cual se registró el 76%.

Gráfico 4.2.22

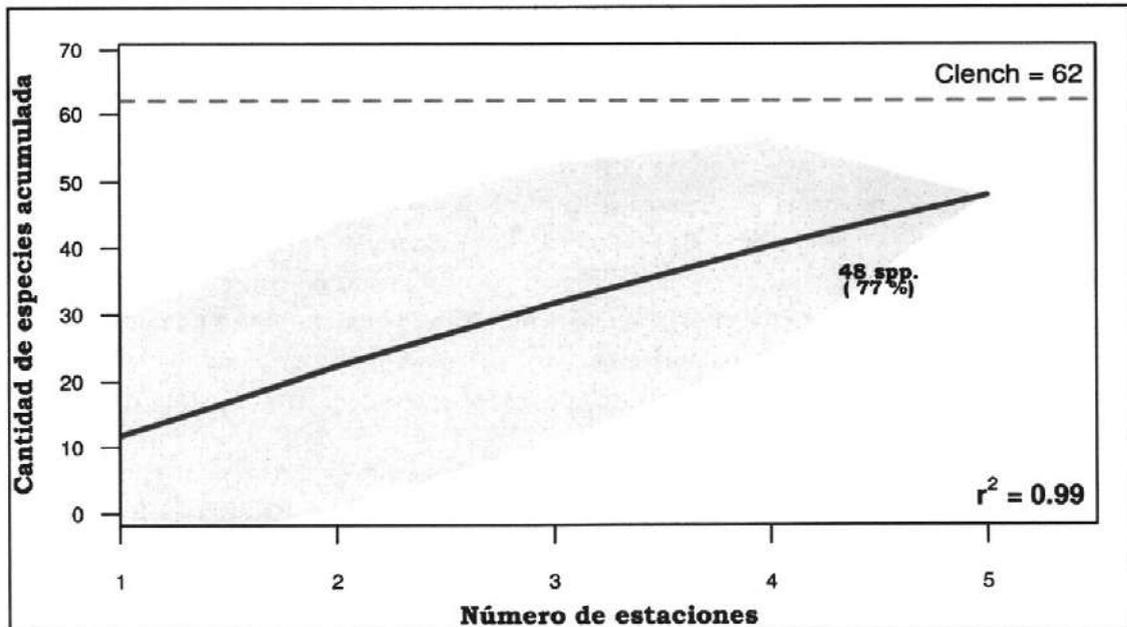
Curva de acumulación de especies para el componente flora – formación vegetal “zona antropizada” – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.23

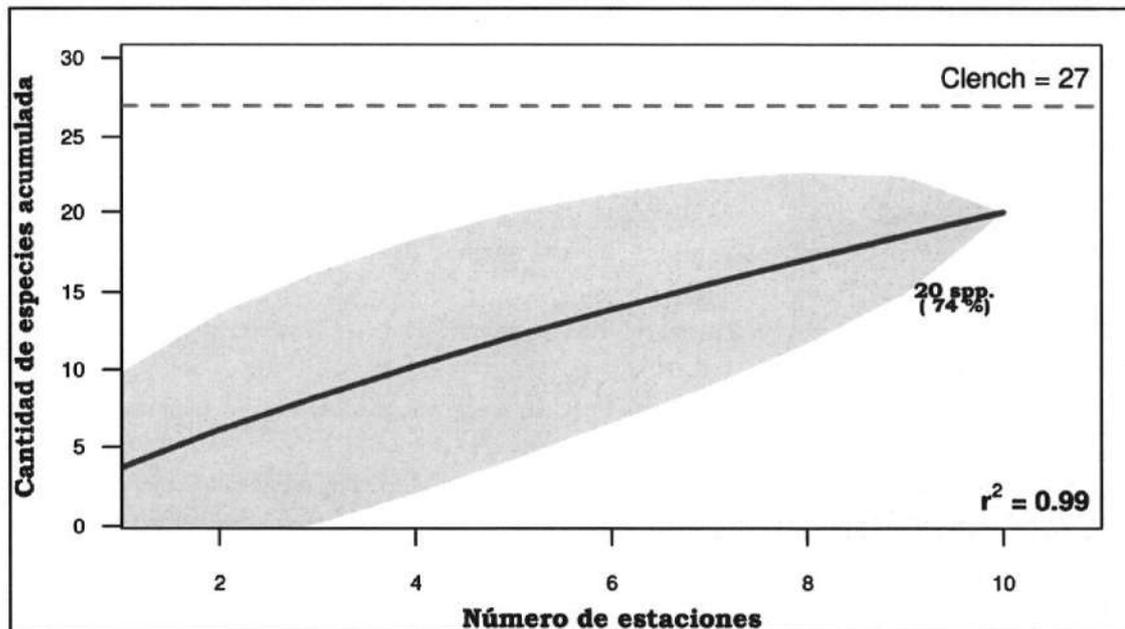
Curva de acumulación de especies para el componente flora – formación vegetal “zona antropizada” – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.24

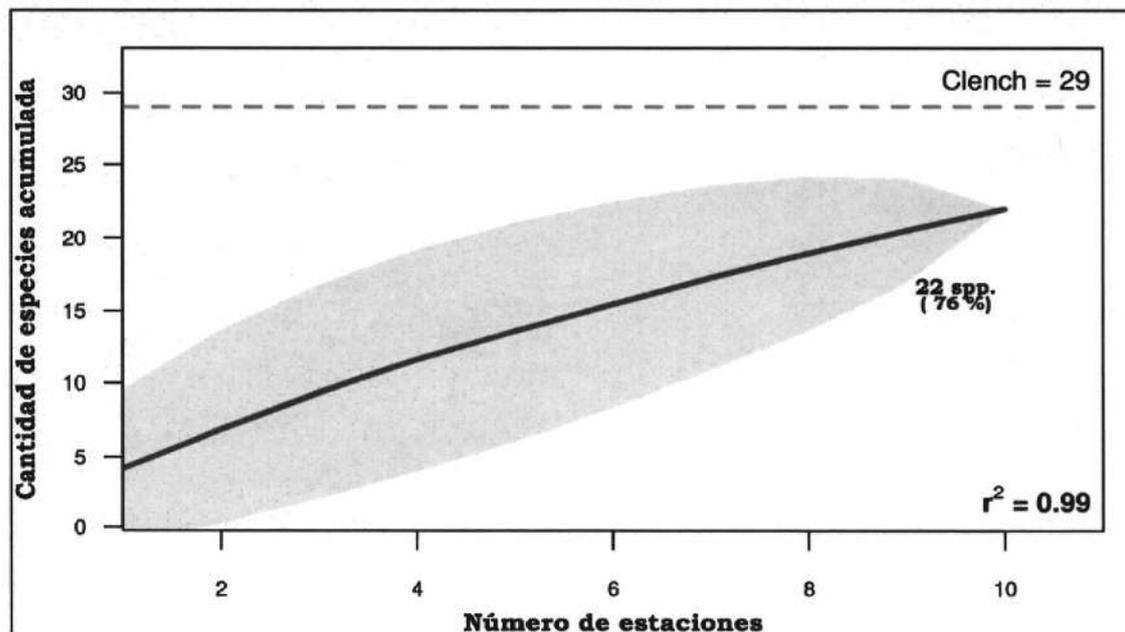
Curva de acumulación de especies para el componente flora – formación vegetal
 “Semidesierto Costero” – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.25

Curva de acumulación de especies para el componente flora – formación vegetal
 “semidesierto Costero” – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Especies con algún estado de conservación o grado de endemismo

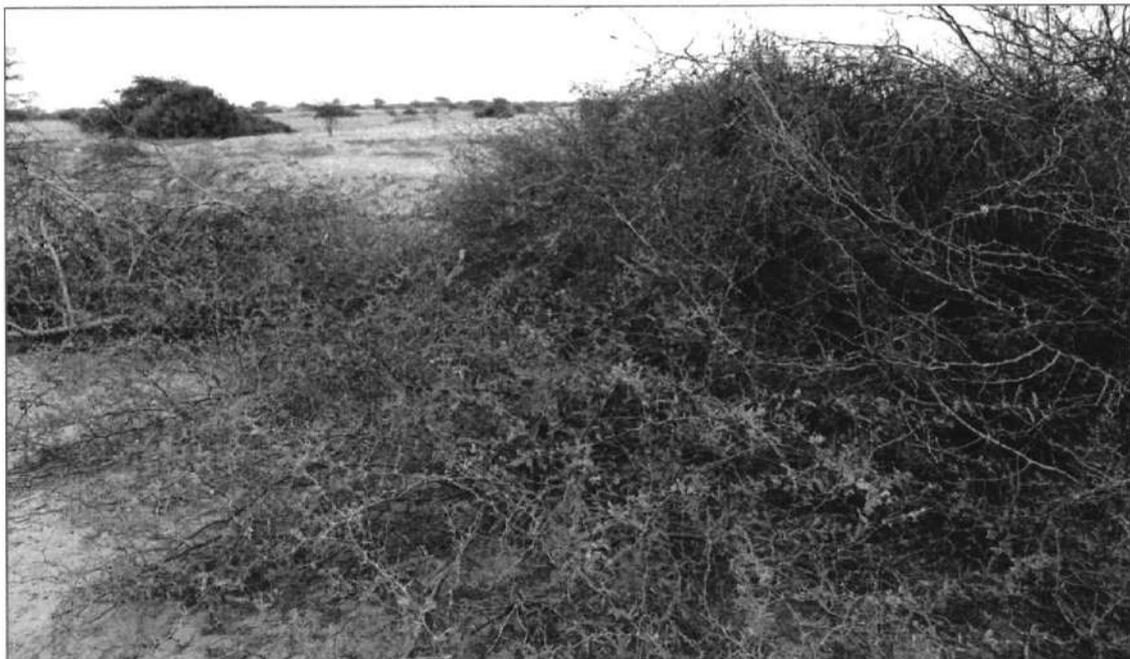
Las especies registradas en el área de estudio fueron contrastadas con la lista de especies de flora amenazada de la legislación nacional (D.S. N° 043-2006-AG) y con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020-2). Asimismo, se consultó el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú de Blanca León *et al.* (2006), (**Tabla 4.2.F19**).

Se reportaron cuatro especies vegetales en estado de conservación, según la legislación nacional:

- Una especie en la categoría “Casi Amenazada” (NT): *Acacia macracantha* “huarango” o “faique” (**Fotografía 4.2.6**).
- Una especie en la categoría de “Vulnerable” (VU): *Prosopis pallida* “algarrobo” (**Fotografía 4.2.7**).
- Dos especies en “Estado Crítico” (CR): *Batis maritima* y *Capparis scabrida* “sapote”.

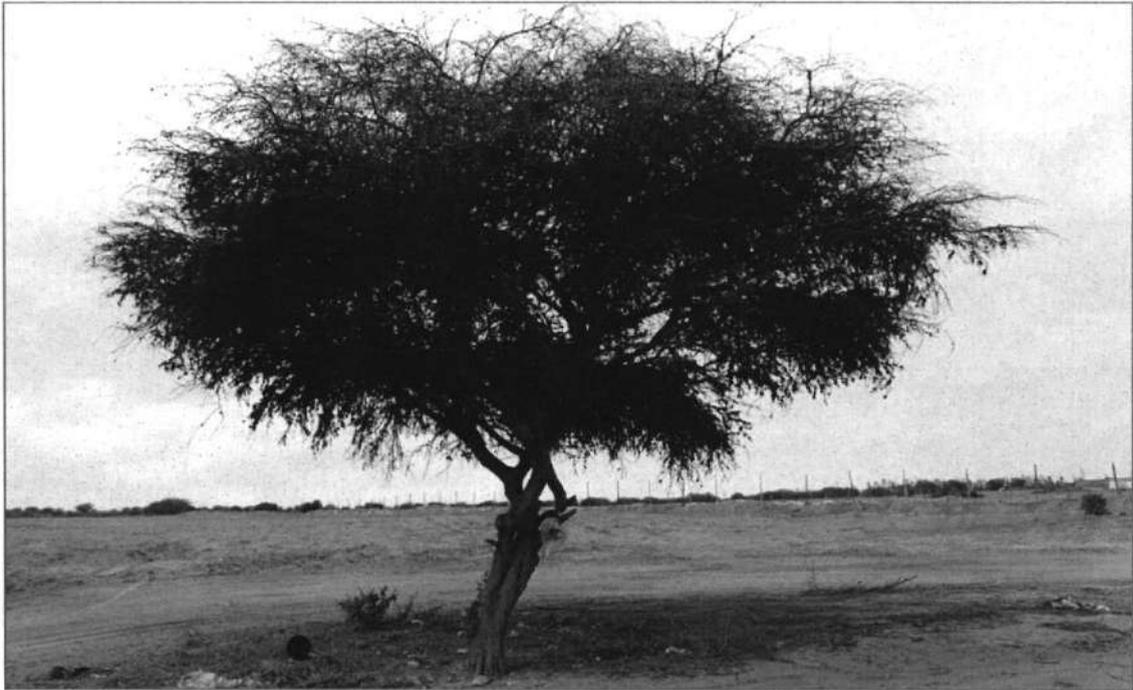
Por otro lado, según la UICN, no se registraron especies vegetales en categorías de conservación. Asimismo, del total de especies de flora reportadas en el área de estudio, ninguna fue identificada como endémica del Perú.

Fotografía 4.2.6
Espécimen de “huarango” o “faique” *Acacia macracantha*



Fuente: INSIDEO, 2020.

Fotografía 4.2.7
Individuo de “algarrobo” *Prosopis pallida*



Fuente: INSIDEO, 2020.

Especies CITES

Ninguna de las especies registradas en el área de estudio fue encontrada en la lista de especies categorizadas en los apéndices de la CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*).

Especies de importancia socioeconómica

De las 59 especies de flora registradas en el área de estudio, 31 son consideradas de importancia socioeconómica (medicinal, comestible, forrajeo, combustible, entre otros) de acuerdo con las entrevistas realizadas a los pobladores locales (**Tabla 4.2.F20**). Es importante mencionar que las entrevistas fueron realizadas a los apoyos locales que acompañaron al equipo de especialistas durante la evaluación de flora. Entre los principales usos actuales reportados, destacan las especies comestibles (siete especies). Asimismo, dentro de los usos potenciales identificados, destacan su uso en medicina (nueve especies).

Índice de Valor de Importancia (IVI) – especies clave

Las especies de flora registradas durante los muestreos realizados en el área de estudio fueron evaluadas según su importancia, tomando en cuenta los criterios y valoraciones presentados en el **Cuadro 4.2.2**. Se consideraron como especies de importancia mayor aquellas que obtuvieron un valor de ponderación final igual o mayor a tres.

Tal como se puede ver en la **Tabla 4.2.F21**, las especies *Capparis scabrida* (**Fotografía 4.2.8**), *Acacia macracantha*, *Prosopis pallida*, con un puntaje de 4, y *Batis maritima* (**Fotografía 4.2.9**), con un puntaje de tres, fueron las que presentaron mayor importancia en el área de estudio. En estos cuatro casos, el puntaje respondió a que cada una de estas especies presentó un uso actual para la población local, además de encontrarse en alguna categoría de amenaza según la legislación nacional o internacional.

Fotografía 4.2.8
Espécimen de “sapote” *Capparis scabrida*



Fuente: INSIDEO, 2020.

Fotografía 4.2.9
***Batis maritima* en dunas de litoral**



Fuente: INSIDEO, 2020.

4.2.1.4 Fauna terrestre

Aves

Metodología de evaluación

La evaluación de avifauna se efectuó entre el 25 de febrero y el 6 de marzo de 2020 en la época de verano y entre el 17 y 28 de agosto de 2020 en la época de invierno.

Evaluación cuantitativa

Para la evaluación de la estructura de la comunidad de avifauna terrestre, la riqueza de especies y abundancia de las poblaciones, se empleó el censo por puntos de conteo (PC), método a través del cual el observador permanece en un punto fijo y registra las aves vistas y oídas en un tiempo y radio determinado (Ralph et al., 1996). El recorrido para la evaluación fue de 1 km haciendo un total de seis puntos de conteo espaciados cada 200 m por estación de monitoreo, con un radio de observación ilimitado, dadas las características del terreno. En cada punto de conteo se registró el número de individuos observados durante un tiempo aproximado de diez minutos, dejando transcurrir un minuto luego de la llegada del observador al punto de evaluación, con el fin de disminuir el disturbio y detectar la mayor cantidad de aves posibles.

La evaluación de avifauna se realizó durante las primeras horas del día hasta aproximadamente las 12 pm. Este horario es el más favorable para la observación de avifauna debido a que este taxón presenta picos de actividad matutinos aumentando la probabilidad de su avistamiento en este periodo del día. La metodología propuesta se alinea

a lo establecido en la “Guía de Inventario de la Fauna Silvestre” del Ministerio del Ambiente (2015).

En cuanto a la evaluación de aves en la zona litoral, se realizó una evaluación cuantitativa de aves de orilla o vadeadoras, es decir especies de aves que usen la zona intermareal y sectores adyacentes (playeros, chorlos, otras aves del litoral), mediante secciones paralelas y adyacente al litoral de aproximadamente 1 km de longitud. En estos transectos, se realizó el conteo total de las aves vistas y los resultados fueron registrados por espacios de 200 m, de tal manera que se obtuvo información parcial que permitió la asignación de la información a porciones del litoral. Los recorridos se realizaron durante las primeras horas de la mañana, periodo en el cual se puede registrar mayor actividad. Las estaciones en las que se aplicó este tipo de muestreo, además del muestreo regular de aves continentales, fueron FF-17, FF-18, FF-19 y FF-20.

Evaluación cualitativa – métodos complementarios

Los métodos complementarios fueron empleados para completar la lista de especies de avifauna del área de estudio, siendo tomados en cuenta únicamente como información cualitativa. El análisis cuantitativo no consideró los datos obtenidos bajo estas metodologías. Entre los métodos complementarios de evaluación cualitativa empleados en el área de estudio, se tienen los descritos a continuación.

Registros oportunistas

Estas observaciones se realizaron sin ningún orden, tiempo, distancia o cualquier otro tipo de parámetro, durante los desplazamientos entre puntos de muestreo o cualquier otra actividad y se registró información cualitativa de presencia de especies a través de métodos indirectos (cantos, huellas, refugios, nidos, plumas y cadáveres) que permitan detectar especies. La aplicación de este método adicional ayuda a generar datos para complementar la lista de especies en las áreas evaluadas.

Captura con redes de neblina

Para complementar el método de secciones lineales con puntos de conteo, se instalaron dos redes de neblina en determinadas estaciones de evaluación separadas de 75 a 100 m entre sí, de acuerdo a las condiciones del terreno. El establecimiento de dichas redes se realizó en sitios que presenten vegetación y mejores condiciones para la presencia de aves. Todos los individuos atrapados en las redes fueron desenredados, fotografiados, determinados y liberados.

Registro fotográfico

Utilizadas para ilustrar y confirmar los registros de algunas especies bastante crípticas, muy esquivas y difíciles de observar; a su vez se obtuvieron tomas de las formaciones vegetales y vista general de los puntos de muestreo.

Información de pobladores locales

Durante la campaña de campo de la época de verano, se conversó con los pobladores locales para registrar información acerca de los nombres comunes de las aves, así como su uso (medicinal, alimenticio, ornamental, etc.). La información obtenida fue adicionada al inventario general de la avifauna. Esto no se pudo repetir en la campaña de invierno, debido a la pandemia de COVID-19, la cual restringió por completo el acceso a asistentes locales que pudieran hacer el acompañamiento respectivo en campo.

Determinación taxonómica de especies

La determinación taxonómica de las especies de aves se realizó *in situ*, con la ayuda de las ilustraciones de la guía de campo de Aves del Perú (Schulenberg et al. 2010). Algunas determinaciones también se dieron mediante el registro acústico de cantos en el caso de especies crípticas.

Para el ordenamiento taxonómico se utilizó “La lista de aves del Perú” (Plenge, 2020), en su última versión, la cual sigue la clasificación vigente del South American Checklist Committee (SACC) y adoptado al criterio de inclusión modificado ligeramente para el Perú por Plenge.

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo correspondiente a cada estación fue medido en horas-hombre, con una hora-hombre por estación. Por lo tanto, el esfuerzo total fue de 22 horas-hombre en la evaluación de avifauna terrestre y cuatro horas-hombre en la evaluación de aves de litoral.

Análisis de datos

Los registros obtenidos en campo (datos cuantitativos y cualitativos) fueron utilizados para la elaboración del listado general de especies, el listado de especies que se encuentran en alguna categoría de conservación nacional o internacional, el listado de especies endémicas del Perú y el listado de especies de importancia social local. Asimismo, los registros cuantitativos fueron empleados para la obtención de las matrices de abundancia y cálculo de índices de diversidad (Simpson y Shannon-Wiener) y equidad.

Riqueza de especies (S)

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas (Moreno, 2001).

Abundancia total y relativa

La abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al.* 1998). Se elaboraron matrices de abundancia total por estación evaluada. Asimismo, para determinar la abundancia relativa al tiempo se utilizó

la clasificación recomendada por *BirdLife International* (Bibby *et al.*, 1993), a través de la cual, a partir de los datos obtenidos en las estaciones versus el total del tiempo de evaluación acumulado, se obtiene un valor al cual le corresponde un puntaje y escala ordinaria específicos, tal como se presenta en el cuadro a continuación (**Cuadro 4.2.7**). Estas abundancias, junto con la riqueza de especies obtenida en las estaciones de evaluación, se utilizaron para el cálculo de los índices de diversidad.

Cuadro 4.2.7

Categorías de la abundancia relativa de individuos de avifauna registrados

Categoría de la Abundancia Relativa ⁽¹⁾	Puntaje de abundancia	Escala ordinaria
< 0,1	1	Rara
0,1 – 2,00	2	No común
2,01 – 10,00	3	Frecuente
10,01 – 40,0	4	Común
> 40,0	5	Abundante

Notas: (1) En individuos/hora

Fuente: Bibby *et al.* (1993).

Elaborado por: INSIDEO.

Es importante indicar que la escala presentada está en función de la abundancia de las especies registradas a nivel local (área de estudio), más no de sus abundancias a nivel global. De esta manera, una especie puede ser categorizada como rara en el área de estudio, pero puede ser común a nivel regional o nacional debido a que en el área evaluada no existe suficiente oferta de recursos que sustente una población mayor de la misma.

Diversidad

La diversidad se calculó a través de medidas estadísticas que relacionan la riqueza específica (número de especies) con la abundancia (Moreno, 2001). Los índices utilizados fueron el Índice de Shannon-Wiener y el Índice de diversidad de Simpson. Para calcular estos índices de diversidad se usó el programa PAST para Windows, Versión 2.17c.

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que están representados en la muestra. Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \times \log_2 (p_i)$$

Donde:

- H': Valor del índice de diversidad
- p_i = abundancia relativa de una especie = n_i/N
- n_i = número de individuos de la i-ésima especie
- N = Número total de individuos

El valor de H' se encuentra acotado entre 0 y $\lg_2(S)$, donde "S" es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (o H'_{\max}) en comunidades de máxima equidad.

Índice de Simpson (1-D):

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice discrimina las especies poco abundantes y brinda mayor significancia a las dominantes. Como su valor es inverso a la dominancia, la diversidad puede calcularse como "1 - D" (Krebs, 1985). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$1-D = \sum (P_i)^2$$

Donde:

- p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Equidad de Pielou (uniformidad)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, correspondiendo el máximo valor a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988, citado por Moreno, 2001). Se empleó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

- $H'_{\max} = \log_2(S)$
- S = número de especies

Diversidad beta (Análisis de similitud)

Índice de similitud de Jaccard

A fin de describir las relaciones de afinidad entre las formaciones de vegetación del área de estudio, se elaboraron dendrogramas de similitud utilizando el índice de similitud de Jaccard, el cual emplea datos únicamente cualitativos, facilitando su comparación a partir de su composición específica:

$$J = f / (a + b - f)$$

Donde:

- f = número de especies halladas en ambas localidades (A y B).

- a = número de especies halladas en la localidad "A".
- b = número de especies halladas en la localidad "B".

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies o curva de rarefacción de muestras requiere una matriz de datos de incidencia (presencia-ausencia por unidad muestral). Dicha curva es aplicable cuando un número de muestras están disponibles, a partir de las cuales la riqueza de especies es estimada en función del número de muestras. Se implementa la solución analítica "Mao's tau" con desviación estándar (Colwell et al., 2004; Mao et al., 2005).

Con H unidades muestrales, S_{obs} el número total de especies observadas, S_j el número de especies encontradas en j muestras, de manera que s_j es el número de especies encontradas en exactamente una unidad muestral. El número total de especies esperadas en $h \leq H$ unidades muestrales es:

$$\tau(h) = S_{obs} - \sum_{j=1}^H \alpha_{jh} S_j$$

Donde los coeficientes α son:

$$\alpha_{jh} = \left\{ \frac{(H-h)!(H-j)!}{(H-h-j)!H!} \right\} \text{ para } j+h \leq H$$

$$\alpha_{jh} = 0 \text{ para } j+h > H$$

Estos coeficientes son computados a partir de una función logarítmica Gamma. El estimador de la varianza es:

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^H S_j$$

Donde S es un estimador del total de riqueza de especies desconocido. Según Colwell *et al.* (2004), un estimador Chao2 es usado:

Para $s_2 > 0$

$$S = S_{obs} + \frac{(H-1)s_1^2}{2Hs_2}$$

Para $s_2 = 0$

$$S = S_{obs} + \frac{(H - 1)s_1(s_1 - 1)}{2H(s_2 + 1)}$$

Donde s_1 es el número de especies registradas en una sola unidad de evaluación y s_2 es el número de especies registradas en dos unidades de evaluación.

Además de ser empleado como parte de la elaboración de la curva de acumulación de especies, el valor estimado de Chao 2 se tomó en consideración como referencia de la riqueza total extrapolada. Cabe mencionar que este estimador no paramétrico de la riqueza es recomendado por la Guía para la Elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA en casos en los cuales se desconoce la distribución de los datos de incidencia.

Especies con algún estado de conservación

Se revisó la lista de categorización nacional de especies amenazadas de Fauna Silvestre (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) y la Lista Roja de la UICN (2020-2). Aun cuando no se consideró pertinente incluir la categorización de especies según los apéndices de la CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) ya que, tal como su nombre lo indica, dicha categorización tiene como objetivo asegurar que el comercio internacional de individuos de especies de flora y fauna silvestre no amenace la supervivencia de las mismas, escapando, en este sentido, al enfoque y objetivos de la presente evaluación, se realizó la comparación con dicha lista solamente de modo referencial, con la finalidad de cumplir con los términos de referencia comunes para instrumentos de gestión ambiental de este tipo. Esta comparación no fue incluida en la lista de especies con algún estatus de conservación, debido a los criterios señalados líneas arriba.

Especies con algún grado de endemismo:

Con la finalidad de verificar si en el área de estudio existen especies endémicas del Perú, se utilizó la guía de Aves del Perú de Schulenberg *et al.* (2010), así como la ayuda de la lista de Aves del Perú (Plenge, 2020).

Sensibilidad, prioridad de conservación y prioridad de investigación de especies

Para determinar la sensibilidad, prioridad de conservación y prioridad de investigación de las especies de avifauna registradas en el área de estudio, se tomaron en cuenta los criterios propuestos por Stotz *et al.* (1996).

Especies indicadoras de Áreas de Endemismo de Aves (EBA)

Se utilizó bibliografía especializada (Stattersfield *et al.*, 1998) para verificar la presencia de especies indicadoras de Áreas de Endemismo de Aves (EBA, por sus siglas en inglés: *Endemic Bird Areas*) las cuales concentran varias especies con rango de distribución restringido, consideradas vulnerables por este motivo.

Especies presentes en Áreas de Importancia de Aves (IBA)

Se utilizó bibliografía especializada (BirdLife International, 2018) para verificar la presencia de especies indicadoras de Áreas de Importancia de Aves (IBA, por sus siglas en inglés: *Important Bird Areas*) presentes en el área de estudio.

Especies migratorias y gregarias

La migración es un componente de las variaciones estacionales de las comunidades de aves. En el Perú, se registra un gran número de aves migratorias. Las aves migratorias en el Perú pueden ser de dos tipos según su procedencia: Emigrantes boreales, que se reproducen en Norteamérica y emigran al Perú durante la estación no reproductora en el verano austral, y emigrantes australes, que se reproducen en las latitudes templadas del hemisferio sur y migran al norte durante el invierno austral (Schulenberg *et al.*, 2010).

Se determinó la presencia de especies de aves migratorias, según Schulenberg *et al.* (2010) y ayuda de la lista de aves de Plenge (Plenge, 2020), así como de aquellas incluidas en la Convención sobre Especies Migratorias (CMS). El Apéndice I de esta convención lista especies amenazadas y el Apéndice II contiene especies que deben ser materia de acuerdos internacionales para su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú (CMS 2012).

Índice de valor de importancia

Las especies de avifauna determinadas en el área de estudio fueron evaluadas según su importancia tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Estado de conservación (según listas nacionales e internacionales).
- Especies endémicas y presentes en las áreas de endemismo de aves (EBA).
- Especies migratorias y gregarias.
- Importancia socioeconómica.
- Valores de sensibilidad, prioridad de conservación e investigación de la avifauna, de acuerdo con la caracterización de la avifauna de Stotz *et al.* (1996).

Se elaboró un cuadro de valoraciones para cada una de las posibles alternativas de los criterios indicados (**Cuadro 4.2.8**). Las especies de avifauna de importancia mayor fueron seleccionadas según el valor obtenido de la suma de todos los criterios utilizados. Estos valores fueron designados de acuerdo con el análisis de los datos obtenidos en las evaluaciones de campo y de acuerdo con la literatura revisada. Se consideraron como especies de importancia mayor aquellas que obtuvieron un puntaje total igual o mayor a cinco.

Cuadro 4.2.8

Valoración de los criterios para la selección de especies de avifauna de importancia mayor

Criterio	Valor	Especificación
Estado de conservación	0	No considerada en las listas de conservación (LC)
	1	Considerada nacional o internacionalmente bajo la categoría de Data Deficiente (DD)
	2	Considerada nacional o internacionalmente bajo la categoría de Casi Amenazada (NT)
	3	Considerada nacional e internacionalmente bajo las categorías Data Deficiente (DD) y Casi Amenazada (NT)
	4	Considerada nacional o internacionalmente bajo las categorías de amenaza (VU: Vulnerable, EN: En Peligro y CR: En Peligro Crítico)
	5	Considerada nacional e internacionalmente bajo las categorías de amenaza (VU: Vulnerable, EN: En Peligro y CR: En Peligro Crítico)
Endemismo	0	No endémica
	1	Especie endémica de distribución geográfica amplia
	3	Especie endémica de distribución geográfica media
	5	Especie endémica local o de distribución geográfica menor
Importancia socioeconómica	0	No posee importancia socioeconómica local
	1	Utilizada por los pobladores con un fin específico
	2	Utilizada por los pobladores con más de un fin
Otras categorías	3	Especies restringidas a Áreas de Endemismo de Aves (EBA)
	1	Especies migratorias
	3	Especies migratorias incluidas en la Convención de Especies Migratorias (CMS)
	1	Especies congregatorias – asociadas a sitios Ramsar
	3	Especies con sensibilidad alta (según Stotz <i>et al.</i> , 1996)
	3	Prioridad alta de investigación (según Stotz <i>et al.</i> , 1996)
	3	Prioridad alta de conservación (según Stotz <i>et al.</i> , 1996)

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Ubicación de las estaciones de evaluación

En la **Tabla 4.2.A1** se presenta la ubicación, formación vegetal y coordenadas de las estaciones de evaluación por punto de conteo para avifauna continental y en la **Tabla 4.2.A2** las estaciones donde se evaluaron a las aves de litoral y las coordenadas de los tramos evaluados. Asimismo, en la **Figura 4.2.6**, se presenta la ubicación de las estaciones mencionadas, mientras que en el panel fotográfico del **Anexo 4.2.1** se presentan las áreas donde se realizó la evaluación biológica de avifauna. Cada una de estas imágenes está georreferenciada

El objetivo de una evaluación biológica de este tipo es realizar un muestreo que represente adecuadamente al ecosistema en donde posteriormente se pueda ejecutar un plan de manejo adecuado. Las estaciones se encuentran distribuidas en zonas representativas del área de estudio y permiten la gestión para un adecuado plan de manejo. En el **Cuadro 4.2.9** se presenta la nomenclatura, la formación vegetal caracterizada y la referencia geográfica de ubicación.

Cuadro 4.2.9
Nomenclatura, formación vegetal y referencia geográfica de las estaciones de
evaluación de aves

Estación	Formación vegetal	Distrito	Provincia	Departamento
FF-01	Zona antropizada	Mórrope	Lambayeque	Lambayeque
FF-02	Zona antropizada	Mórrope		
FF-03	Zona antropizada	Mórrope		
FF-04	Zona antropizada	Lambayeque		
FF-05	Semidesierto costero	Mórrope		
FF-06	Semidesierto costero	Mórrope		
FF-07	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-08	Zona antropizada	Lambayeque		
FF-09	Matorral asociado a dunas	Mórrope		
FF-10	Matorral asociado a dunas	Mórrope		
FF-11	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-12	Desierto costero	Mórrope		
FF-13	Desierto costero	Lambayeque		
FF-14	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-15	Desierto costero	Lambayeque		
FF-16	Desierto costero	Lambayeque		
FF-17	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-18	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-19	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-20	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-21	Zona antropizada	Lambayeque		
FF-22	Matorral asociado a dunas	Mórrope		

Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Resultados

Avifauna general

Riqueza específica total

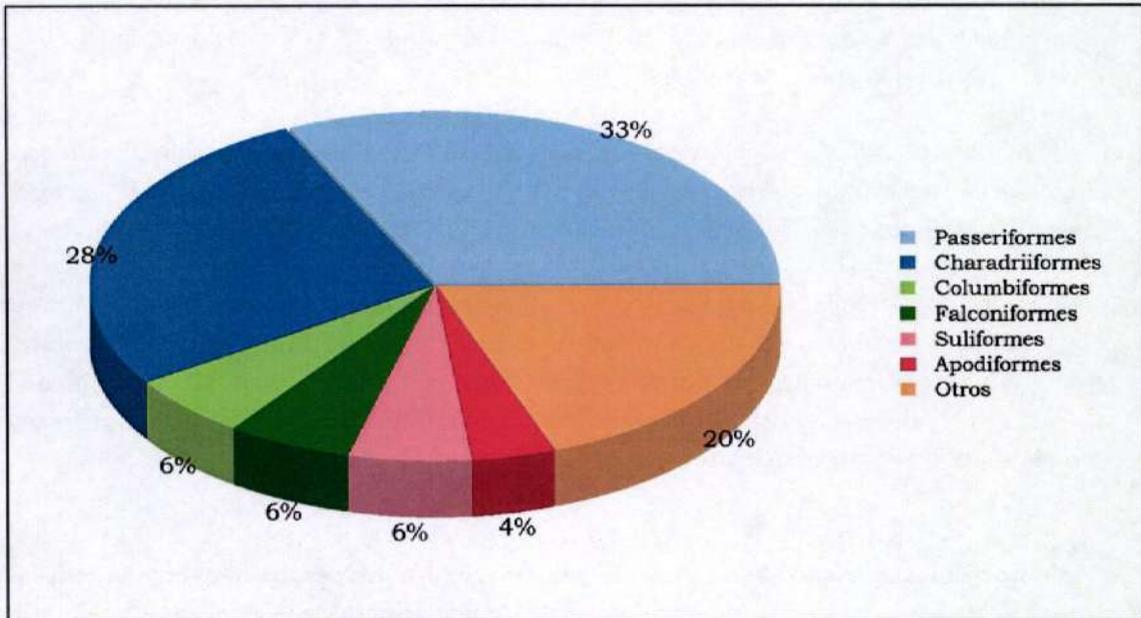
Según la **Tabla 4.2.A3**, se registró un total de 54 especies de aves, tanto continentales como de litoral, pertenecientes a catorce órdenes y 30 familias. De estas, 49 se reportaron en la época de verano y 42 en la época de invierno.

El orden con mayor número de especies fueron los Passeriformes (33%), con 18 especies, seguido del orden Charadriiformes (28%) con quince especies. El resto de órdenes presentó de tres a menos especies (**Gráfico 4.2.26**).

Por otro lado, la familia Scolopacidae presentó el valor de riqueza más elevado, con seis especies (11% del total), seguida de las familias Laridae y Thraupidae, con cuatro especies cada una (7%), Columbidae, Tyrannidae y Furnariidae con tres especies representado cada una el 6% del total, mientras el resto de las familias reportadas presentó de tres a menos especies (**Gráfico 4.2.27**).

Gráfico 4.2.26

Composición porcentual del total de especies de avifauna registradas en el área de estudio por orden taxonómico



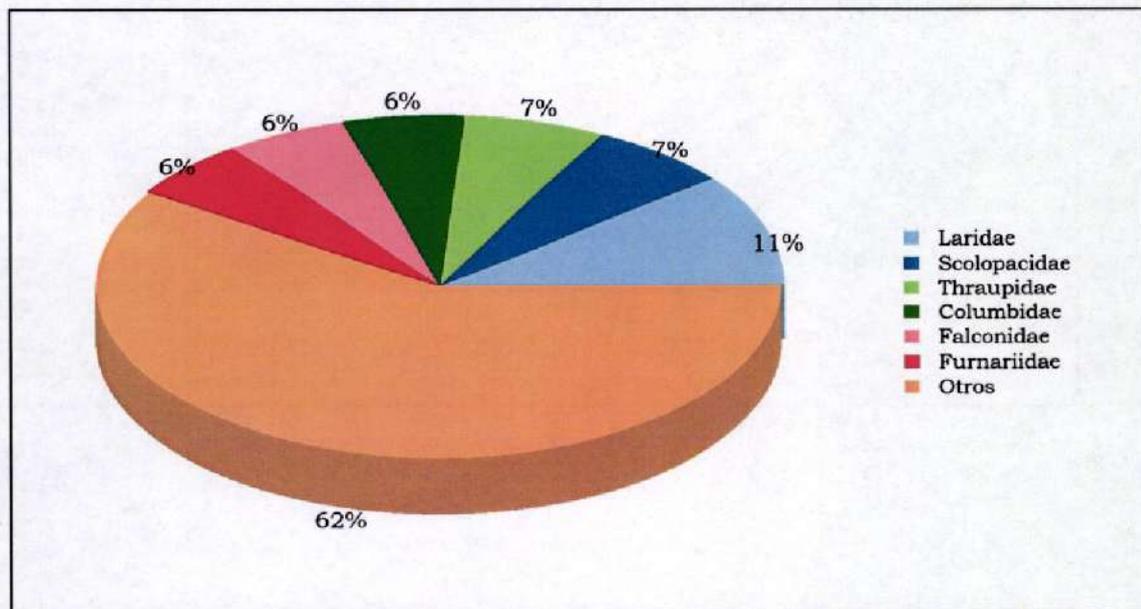
Otros: órdenes con solo una especie (seis órdenes).

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.27

Composición porcentual del total de especies de avifauna registradas en el área de estudio por familia taxonómica



Otros: familias con solo una especie (28 familias).

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Avifauna continental

Riqueza específica total

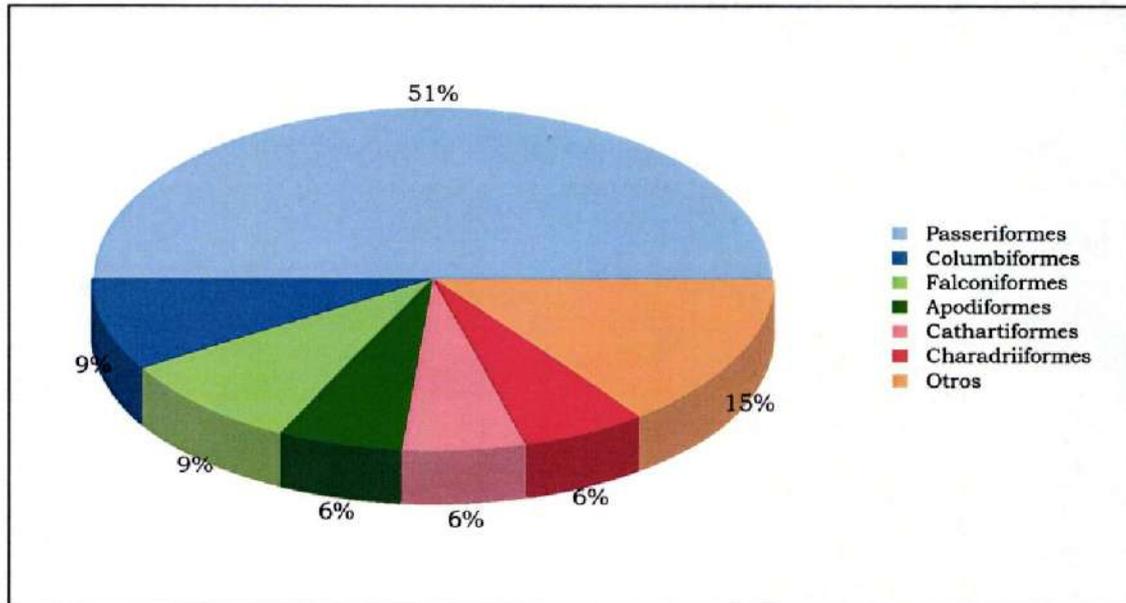
Como se puede ver en la **Tabla 4.2.A4**, se logró registrar un total de 35 especies de aves, pertenecientes a once órdenes y 20 familias. De estas, 34 se reportaron en la época de verano y 33 en la época de invierno.

Del listado total de especies de avifauna registradas en el área de estudio durante las dos épocas de registro, la mayoría pertenece al orden Passeriformes (51%) con 18 especies. El resto de órdenes presentó de tres a menos especies (**Gráfico 4.2.28**).

En cuanto a la riqueza de especies de avifauna por familia, la familia Thraupidae presentó el valor de riqueza más elevado, con cuatro especies (11% del total), seguida de las familias Columbidae, Falconidae, Furnariidae, Tyrannidae, con tres especies cada una, mientras el resto de las familias reportadas presentó una o dos especies con un 54% de la riqueza total registrada, en conjunto (**Gráfico 4.2.29**).

Gráfico 4.2.28

Composición porcentual de especies de avifauna continental registradas en el área de estudio por orden taxonómico



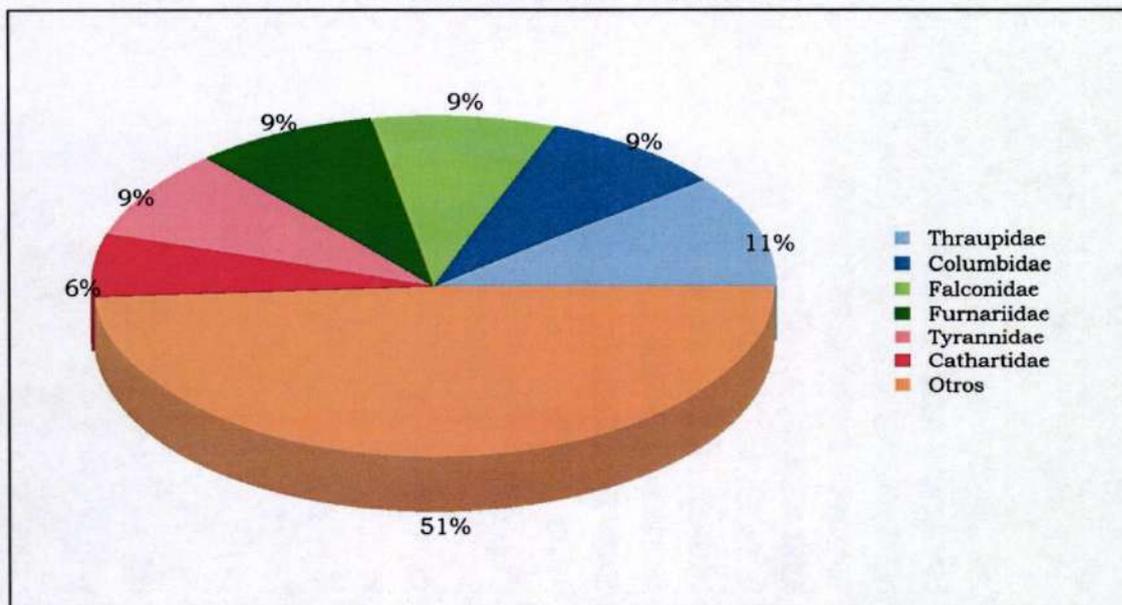
Nota: Otros: Órdenes con solo una especie (5 órdenes)

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.29

Composición porcentual de especies de avifauna continental registradas en el área de estudio por familia taxonómica



Otros: familias con una o dos especies (19 familias).

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

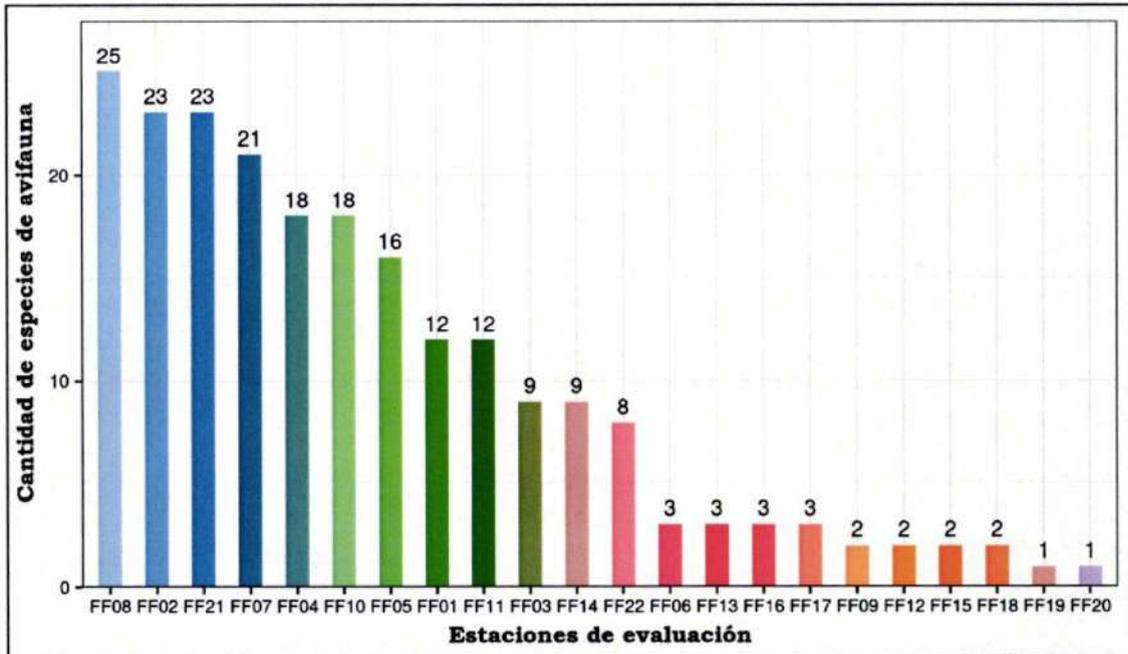
Análisis de riqueza de especies de avifauna continental por estación de evaluación

En la **Tabla 4.2.A5** se presenta la matriz de presencia-ausencia de especies de avifauna continental por estación registrada durante la evaluación de la época de verano. Tal como se puede observar en dicha tabla y en el **Gráfico 4.2.30**, el valor más elevado de riqueza fue registrado en la estación FF08, dentro de la formación vegetal "zona antropizada", con 29 especies, seguida de las estaciones FF02 y FF21 (zona antropizada), con 23 especies cada una. Por otro lado, la estación FF07 (desierto costero), presentó 21 especies, teniendo las demás estaciones valores menores a 20 especies.

Asimismo, en la **Tabla 4.2.A6** se presenta la matriz de presencia-ausencia de especies de avifauna continental por estación registrada durante la época de invierno. Tal como se puede observar en dicha tabla y en el **Gráfico 4.2.31**, el valor más elevado de riqueza fue registrado en la estación FF21, ubicada dentro de la formación vegetal "zona antropizada", con 21 especies, seguida por la estación FF07 (semidesierto costero), con 16 especies, y por la estación FF04 (zona antropizada), con quince especies. Las demás estaciones reportaron valores menores a quince especies.

Gráfico 4.2.30

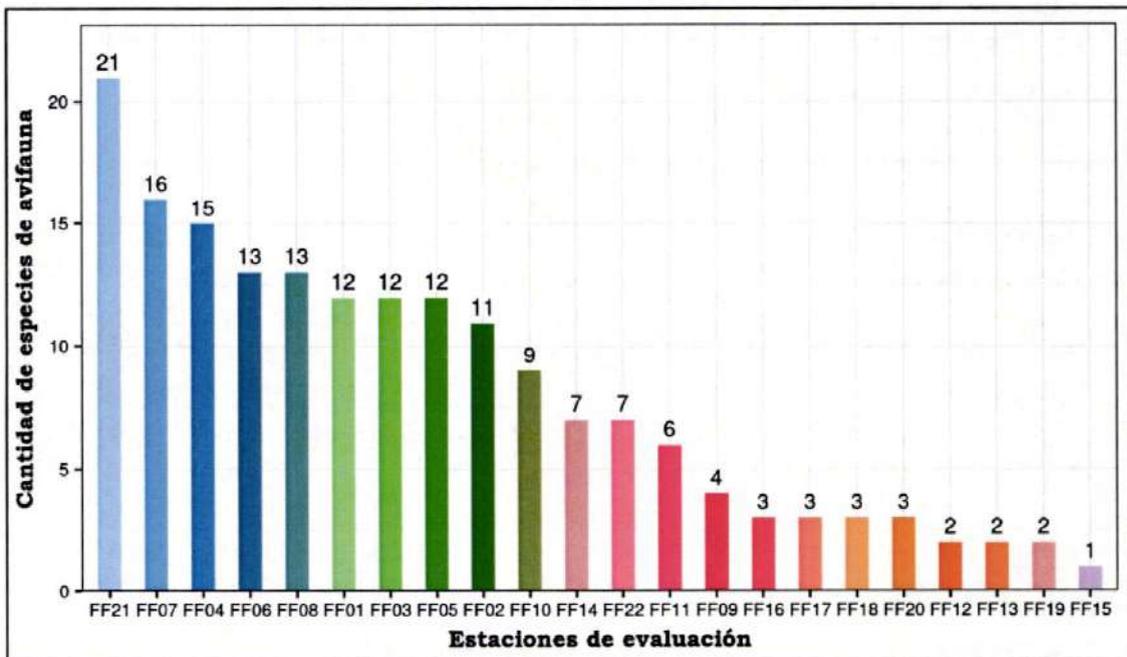
Riqueza de especies de avifauna continental registrada por estación de evaluación en el área de estudio – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.31

Riqueza de especies de avifauna continental registrada por estación de evaluación en el área de estudio – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Análisis de riqueza de especies de avifauna continental por formación vegetal

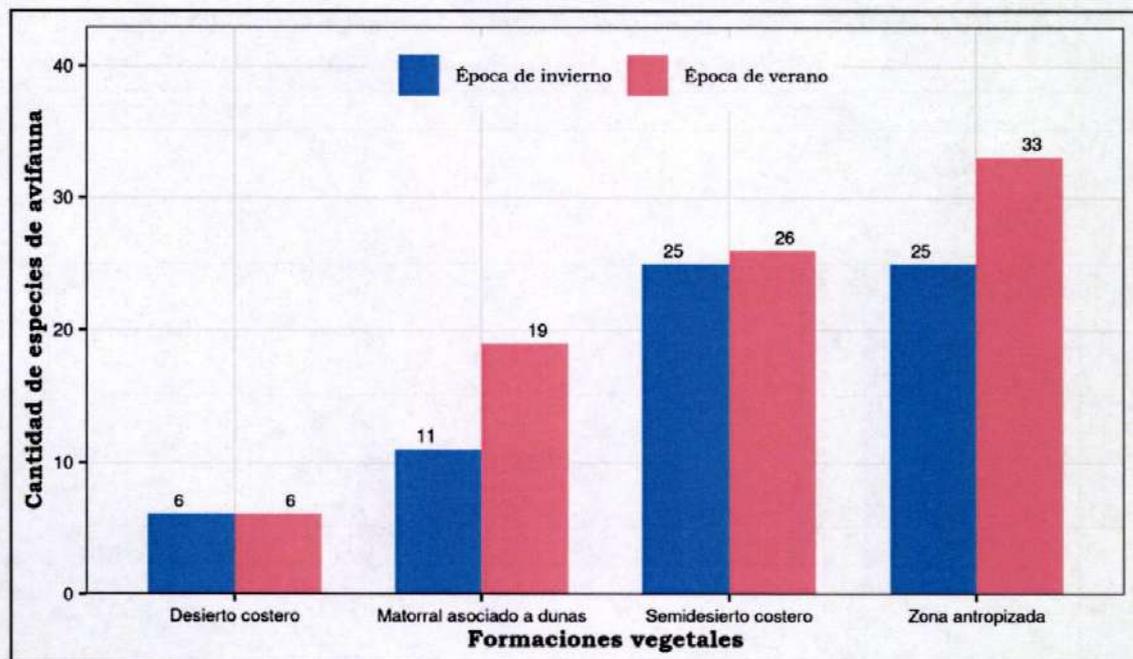
Respecto a la evaluación de riqueza por formación vegetal durante la época de verano, como se aprecia en el **Gráfico 4.2.32** y en la **Tabla 4.2.A7**, la formación vegetal “zona antropizada” registró la mayor riqueza de avifauna continental, con 33 especies, seguida por el “semidesierto costero”, con 26 especies, por la formación “matorral asociado a dunas”, con 19 especies y, por último, por la formación “desierto costero”, con seis especies.

En cuanto a la evaluación de la época de invierno, tal como se aprecia también en el **Gráfico 4.2.32** y en la **Tabla 4.2.A8**, la formación vegetal “zona antropizada” registró el mayor valor de riqueza, con 26 especies, seguida por el “semidesierto costero”, con 25 especies, por el “matorral asociado a dunas”, con once especies, y, al igual que en la evaluación de la época de verano, por el “desierto costero”, con seis especies.

En consecuencia, se puede apreciar que la riqueza específica por formación vegetal varió de 33 especies en época de verano a 26 especies en época de invierno en la “zona antropizada”, de 26 a 25 especies en el “semidesierto costero”, de 19 a once en el “matorral asociado a dunas” y se mantuvo en seis en el “desierto costero”.

Gráfico 4.2.32

Riqueza de especies de avifauna continental registradas por formación vegetal en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

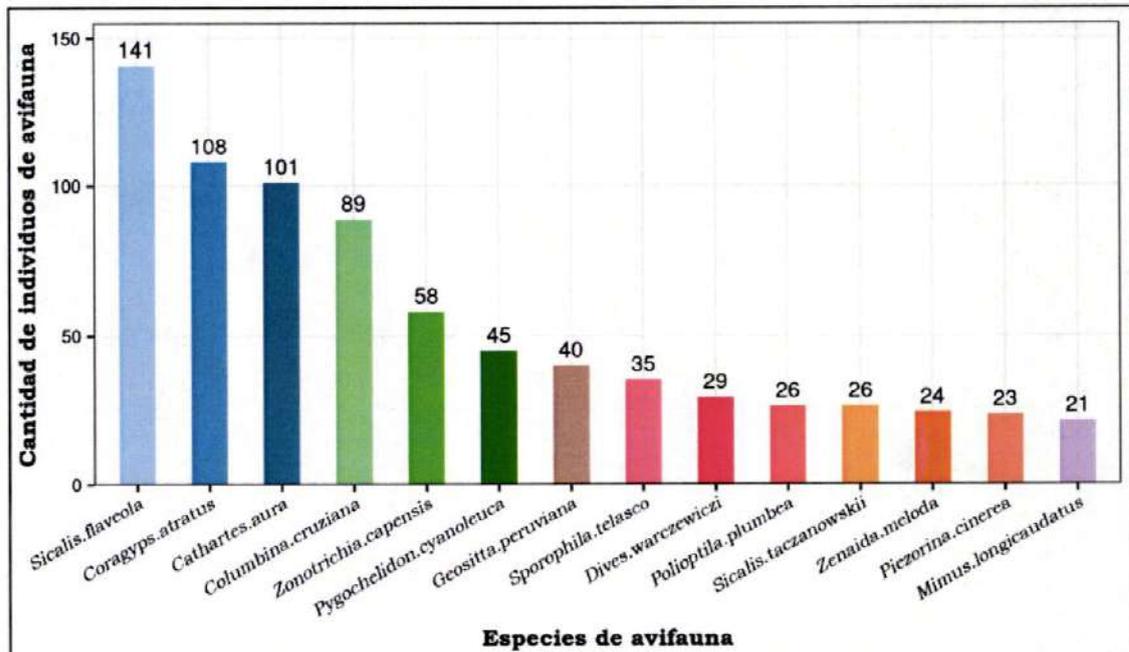
Análisis de abundancia total de avifauna continental

Tal como se puede observar en la **Tabla 4.2.A9**, durante la evaluación de la época de verano, se registró un total de 972 individuos de avifauna. La especie más abundante fue el “chirigüe azafranado” *Sicalis flaveola*, con 141 individuos reportados, seguida por el “gallinazo de cabeza negra” *Coragyps atratus* (**Fotografía 4.2.10**), con 108 individuos, el “gallinazo de cabeza roja” *Cathartes aura* (**Fotografía 4.2.11**), con 101 individuos, y la “tortolita peruana” *Columbina cruziana*, con 89 individuos (**Gráfico 4.2.33**).

Con respecto a la abundancia de especies por estación de evaluación en la época de verano (**Gráfico 4.2.34**), la mayor cantidad de individuos se registró en la estación FF02, con 147 individuos avistados, seguida por la estación FF21, con 139 individuos, y por la estación FF10, con 114 individuos. Por otro lado, las estaciones FF15 y FF20 registraron las menores abundancias, con solo dos individuos cada una.

Por otro lado, durante la evaluación de la época de invierno, tal como se muestra en la **Tabla 4.2.A10**, se registró un total de 877 individuos de avifauna continental. La especie más abundante fue *C. atratus*, con 104 individuos, seguida por *C. aura*, con 98 individuos, y por *P. cyanoleuca*, con 79 individuos. También fue registrada la especie endémica *Geositta peruviana* “minero peruano”, con 70 individuos (**Fotografía 4.2.12**), (**Gráfico 4.2.35**).

Gráfico 4.2.33
Especies de avifauna con abundancia mayor a 20 individuos registrados en el área de estudio – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Fotografía 4.2.10

Individuo *Coragyps atratus* "gallinazo de cabeza negra" en la estación FF02 –
época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Fotografía 4.2.11

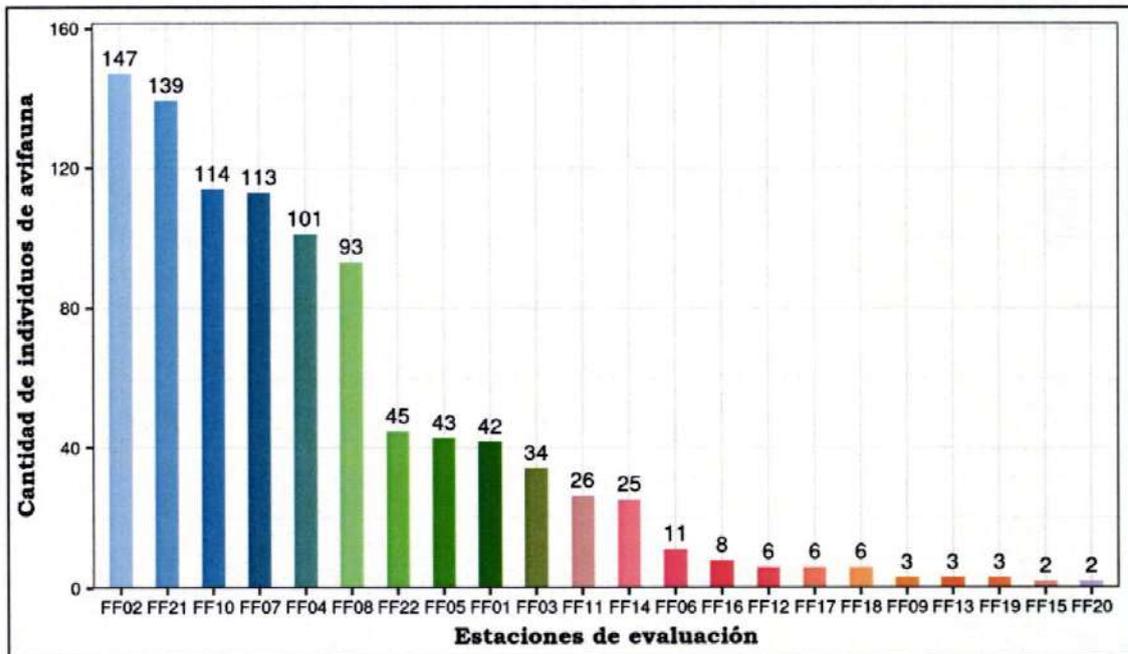
Individuos de *Cathartes aura* "gallinazo de cabeza roja" en la estación FF10 –
época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Gráfico 4.2.34

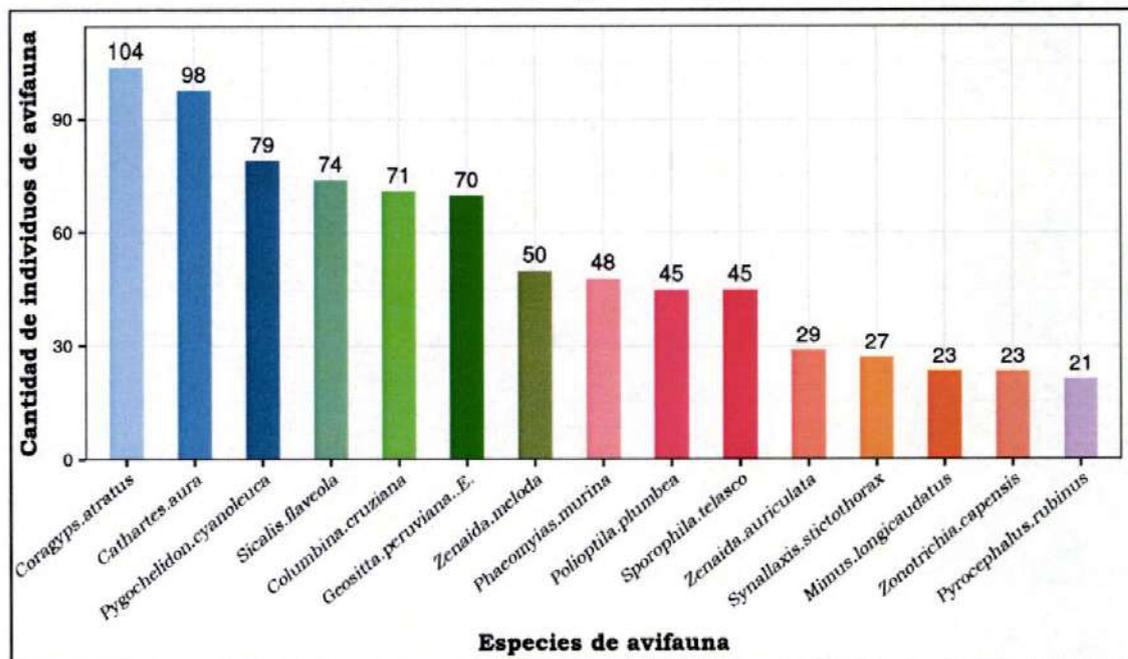
Abundancia de especies de avifauna continental registradas por estación de evaluación en el área de estudio – época de verano 2020



Fuente: INSIDE, 2020.
Elaborado por: INSIDE.

Gráfico 4.2.35

Especies de avifauna continental con abundancia mayor a 20 individuos registrados en el área de estudio – época de invierno 2020



Fuente: INSIDE, 2020.
Elaborado por: INSIDE.

Fotografía 4.2.12

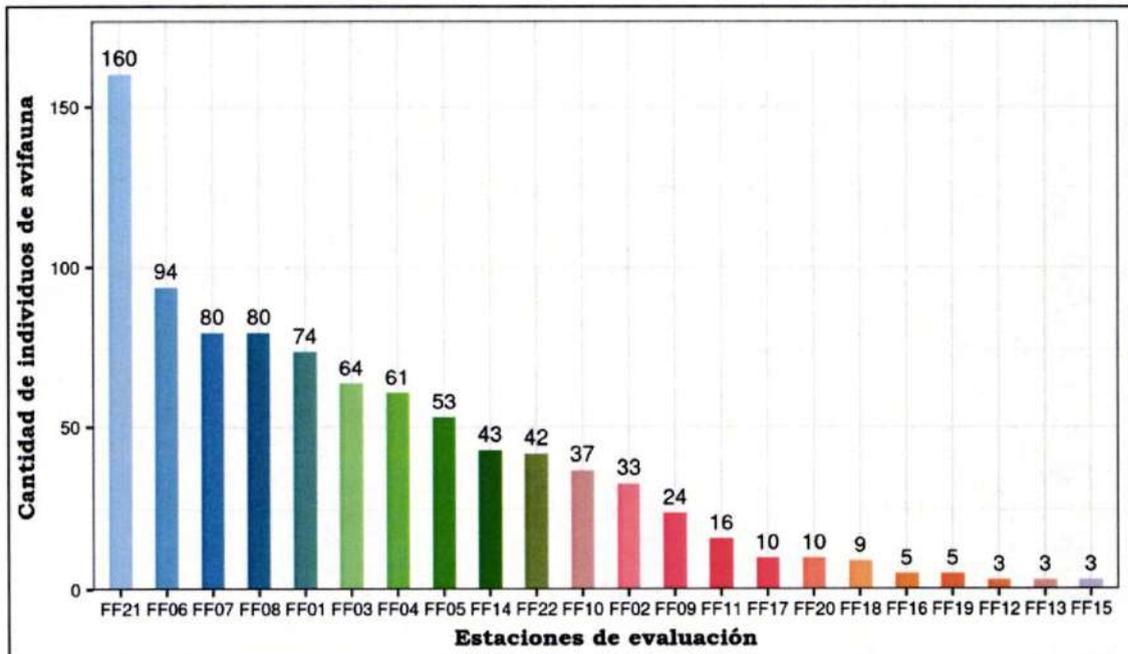
Individuo de *Geositta peruviana* en la estación FF21 – época de invierno 2020

Fuente: INSIDEO, 2020.

Respecto a la abundancia de especies registradas por estación de evaluación durante la época de invierno, la mayor cantidad de individuos se registró en la estación FF21, con 160 individuos avistados, seguida por las estaciones FF06, con 94 individuos, FF08 y FF07, con 80 individuos cada una, y FF01, con 74 individuos (**Gráfico 4.2.36**). Por otro lado, las estaciones FF12, FF13 y FF15 registraron las menores abundancias, con tres individuos cada una.

Gráfico 4.2.36

Abundancia de especies de avifauna continental registradas por estación de evaluación en el área de estudio – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

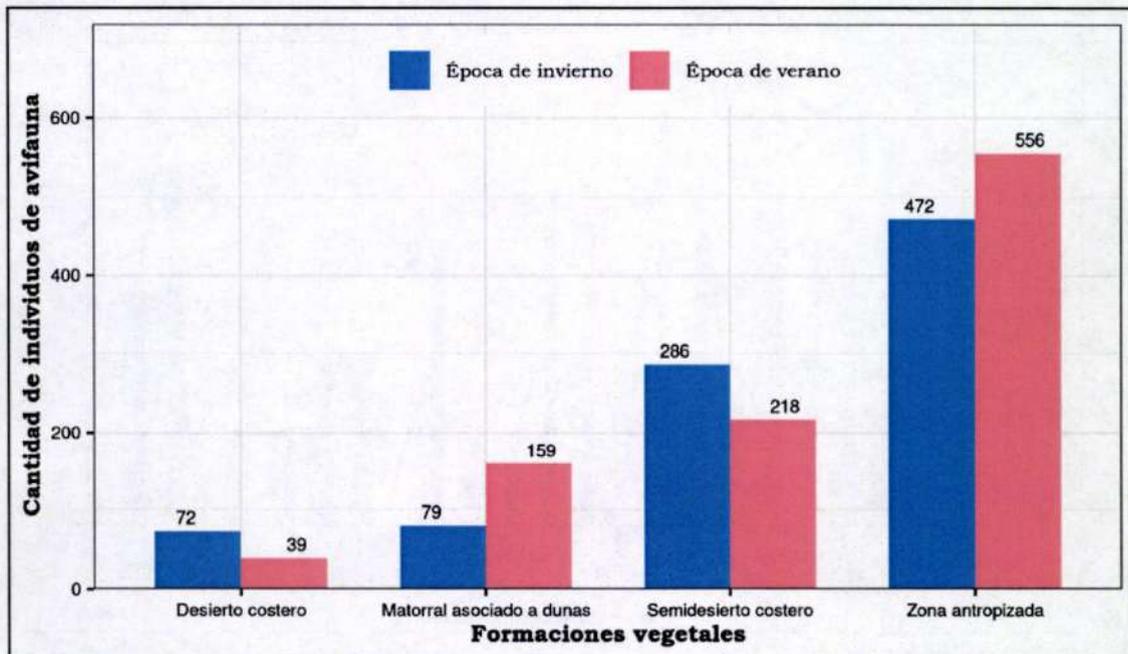
Análisis de abundancia de avifauna continental por formación vegetal

Respecto a la evaluación de la abundancia de individuos por formación vegetal durante la época de verano, tal como se aprecia en el **Gráfico 4.2.37** y en la **Tabla 4.2.A11**, la formación “zona antropizada” registró la mayor abundancia de avifauna, con 556 individuos, seguida por la formación “semidesierto costero”, con 218 individuos.

En cuanto a la evaluación de la época de invierno, tal como se aprecia también en el **Gráfico 4.2.37** y en la **Tabla 4.2.A12**, la formación “zona antropizada” registró la mayor abundancia, con 472 individuos, seguida por la formación “semidesierto costero”, con 286 individuos.

Gráfico 4.2.37

Abundancia de individuos de avifauna continental registrados por formación vegetal en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Análisis de diversidad y equidad de avifauna continental por estación

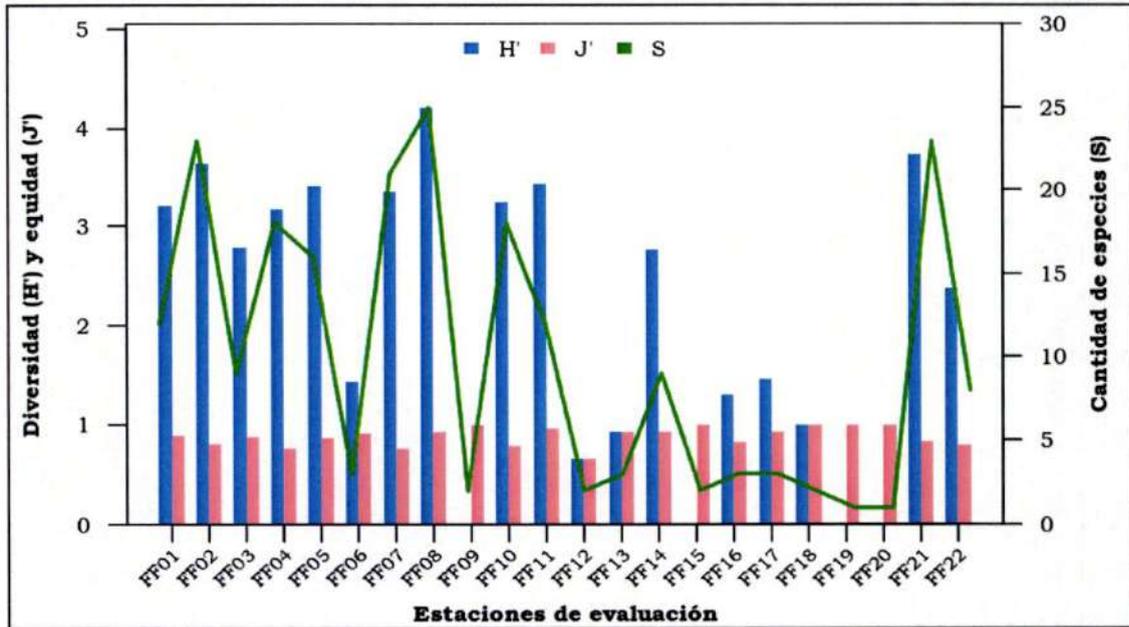
Para analizar la diversidad de avifauna registrada en el área de estudio por estación de evaluación, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), así como el índice de diversidad de Simpson y el índice de equidad de Pielou (J').

Tal como se presenta en la **Tabla 4.2.A13**, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en las estaciones evaluadas durante la época de verano, varían entre $H' = 0,65$ y $H' = 4,21$, mientras que el índice de Simpson varía entre 0,28 y 0,87. Para ambos índices, los valores de diversidad más bajos fueron obtenidos en la estación FF12, debido a que registró bajos valores de riqueza y equidad ($S = 2$; $J' = 0,65$). Por otro lado, el valor más alto para ambos índices de diversidad se registró en la estación FF08. Esto se debió a los elevados valores de riqueza y equidad que presentó ($S = 24$; $J' = 0,92$), (**Gráfico 4.2.38**).

Por otro lado, tal como se muestra en la **Tabla 4.2.A14**, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en las estaciones evaluadas durante la época de invierno varían entre $H' = 0,92$ y $H' = 4,05$, mientras que el índice de Simpson varía entre 0,44 y 0,93. Para ambos índices, los valores de diversidad más bajos fueron obtenidos en las estaciones FF12 y FF13, mientras que el valor más alto para ambos índices de diversidad fue registrado en la estación FF21. Esto puede ser explicado por sus elevados valores de riqueza y equidad ($S = 21$; $J' = 0,92$), (**Gráfico 4.2.39**).

Gráfico 4.2.38

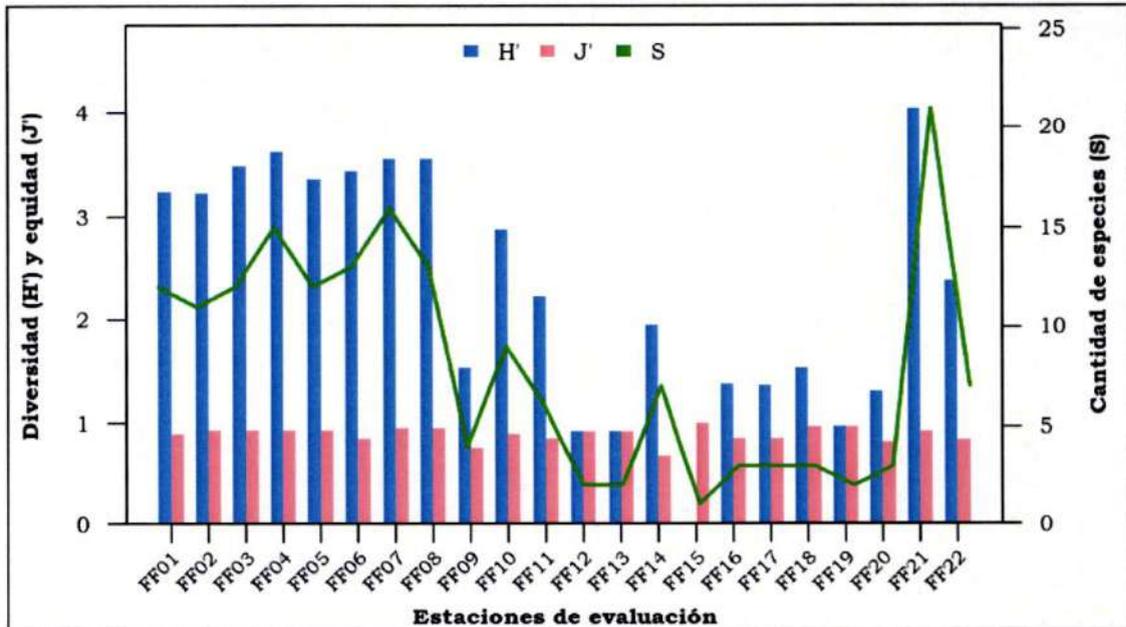
Diversidad y equidad de avifauna continental por estación de evaluación – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.39

Diversidad y equidad de avifauna continental por estación de evaluación – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Análisis de diversidad y equidad de avifauna continental por formación vegetal

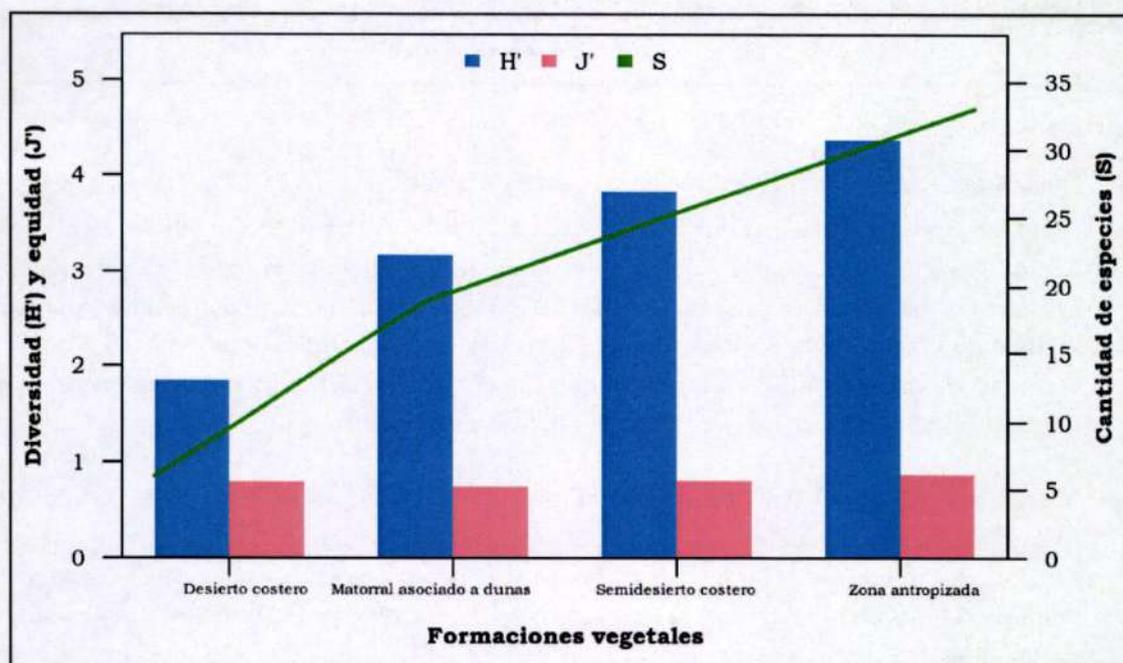
Tal como se presenta en la **Tabla 4.2.A15** y la **Tabla 4.2.A16**, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de Simpson ($1-D$) obtenidos por formación vegetal fueron mayores en la "zona antropizada" en ambas épocas.

Para el índice de Shannon-Wiener (H') en la "zona antropizada" la diversidad fue más alta en la época de verano ($H'= 4,39$, **Gráfico 4.2.40**) que en la época de invierno ($H'= 4,24$). Esto se debió al mayor valor de riqueza de especies registrada en época de verano ($S= 32$) con respecto a la época de invierno ($S= 27$).

Mientras tanto, el menor valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fue registrado en la formación vegetal "desierto costero" durante la época de verano ($H'= 1,85$, **Gráfico 4.2.41**) que en la época de invierno ($H'= 2,26$). Esto se debió a la menor riqueza de especies ($S= 5$) con respecto a la época de invierno ($S=6$).

Gráfico 4.2.40

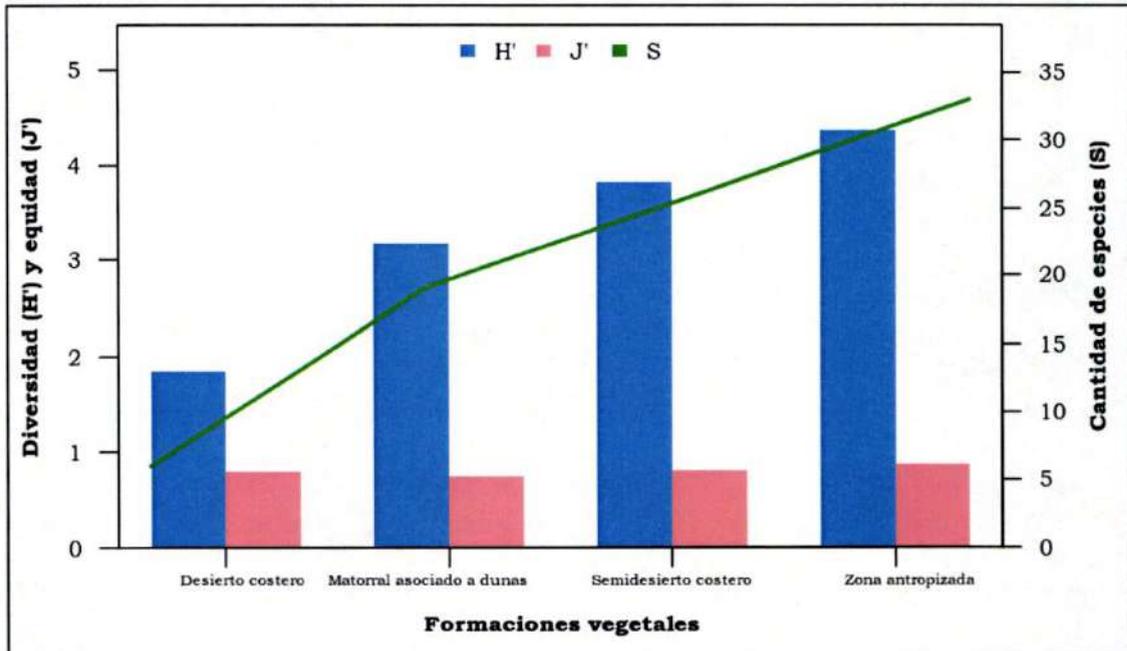
Diversidad y equidad de avifauna continental por formación vegetal – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.41

Diversidad y equidad de avifauna continental por formación vegetal – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

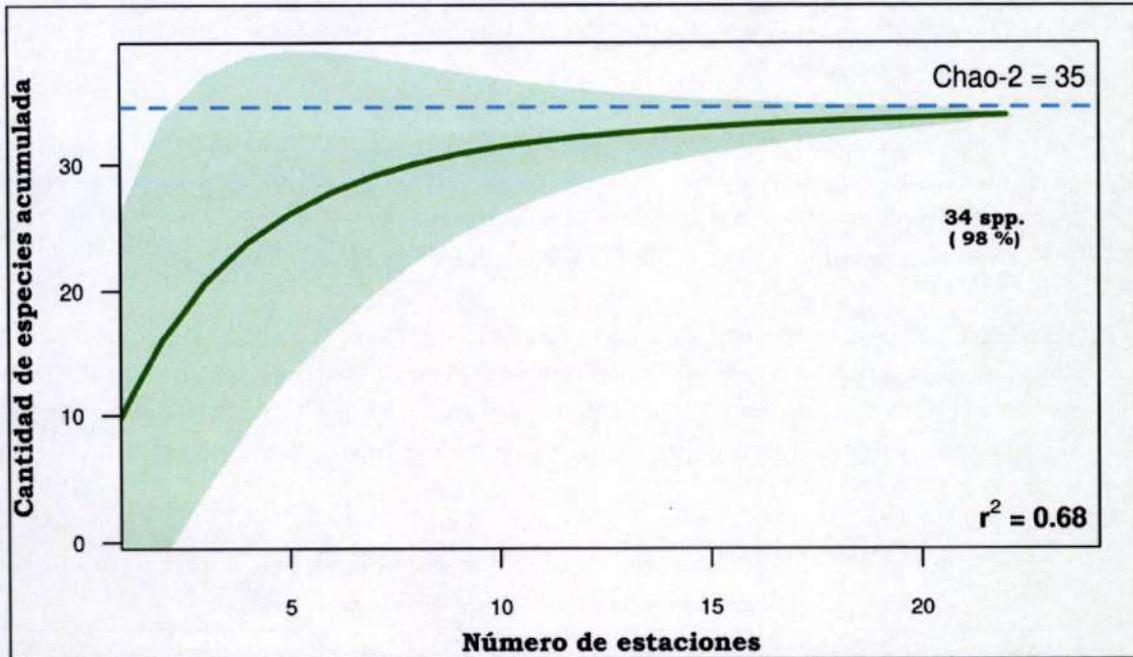
Curvas de acumulación de especies por área de estudio

En el **Gráfico 4.2.42** se presenta la curva de acumulación de especies para toda el área de estudio, en función de las 22 estaciones establecidas durante la época de verano. En la evaluación para toda el área de estudio, el número total de especies estimado según el modelo de Chao fue de 35 especies. Por lo tanto, en la evaluación se registró el 98% (34 especies) de dicho total. Esto muestra que la avifauna presente es muy rica en especies y que se ha hallado a casi la totalidad de especies esperadas.

Mientras tanto, en el **Gráfico 4.2.43** se puede observar que se representa el 92% de la riqueza de especies esperada, ya que se registraron 33 de las 36 especies predichas por la asíntota. De manera similar a los resultados de la época de verano, la curva está explicando de manera óptima los resultados obtenidos, ya que se obtuvo un buen ajuste de esta, con un valor R^2 de 0,84.

Gráfico 4.2.42

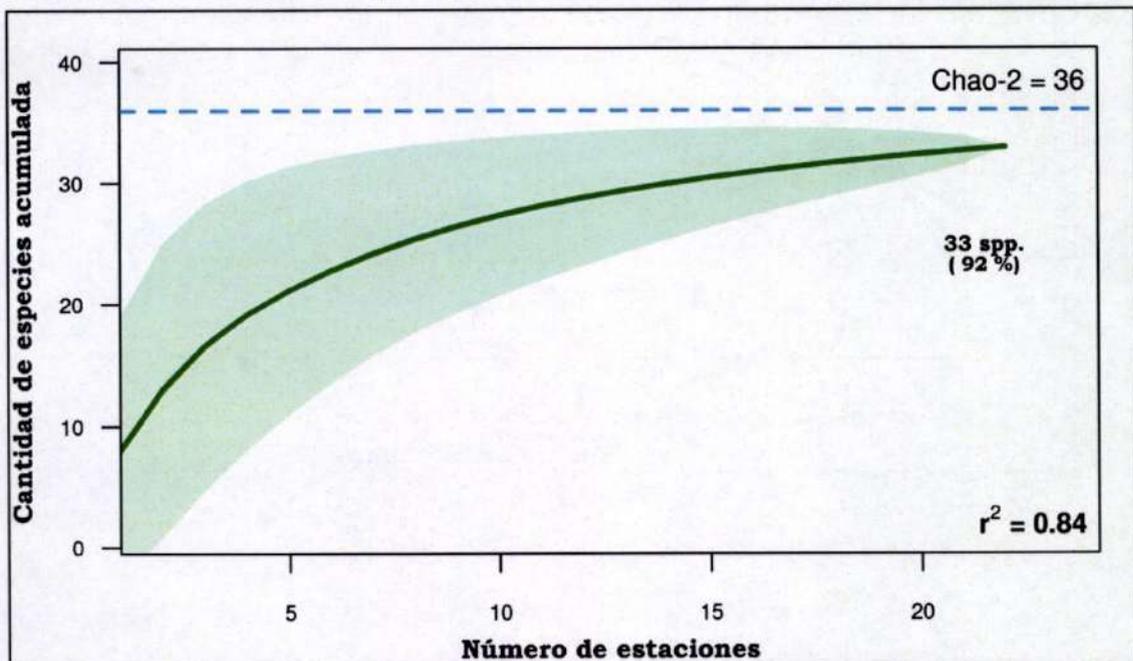
Curva de acumulación de especies de avifauna continental – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.43

Curva de acumulación de especies de avifauna continental – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Curvas de acumulación de especies por formación vegetal

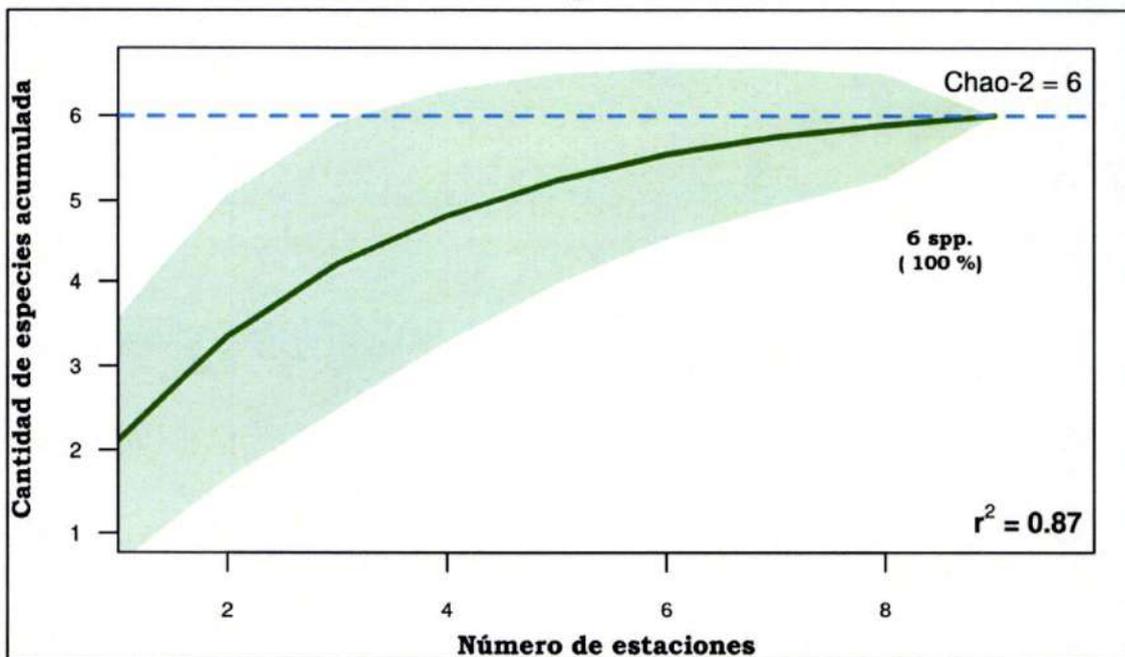
Para estos análisis solo se tomaron en cuenta las formaciones vegetales “zona antropizada”, “desierto costero” y “semidesierto costero” ya que son las que presentaron mayor número de estaciones a evaluar.

Tal como se puede observar en el **Gráfico 4.2.44** para la curva de acumulación de especies en la formación vegetal “desierto costero” en la época de verano, el número de especies registradas representó el 100% de la cantidad de especies esperada, con un R^2 de 0,87, lo que representa un ajuste de 87% de los resultados obtenidos.

Asimismo, como se puede observar en el **Gráfico 4.2.45** para la curva de acumulación de especies en la formación vegetal “desierto costero” en la época de invierno, el número de especies registradas representó el 100% de la cantidad de especies esperada y con un R^2 de 0,84, lo que representa un ajuste de 84% de los resultados obtenidos.

Gráfico 4.2.44

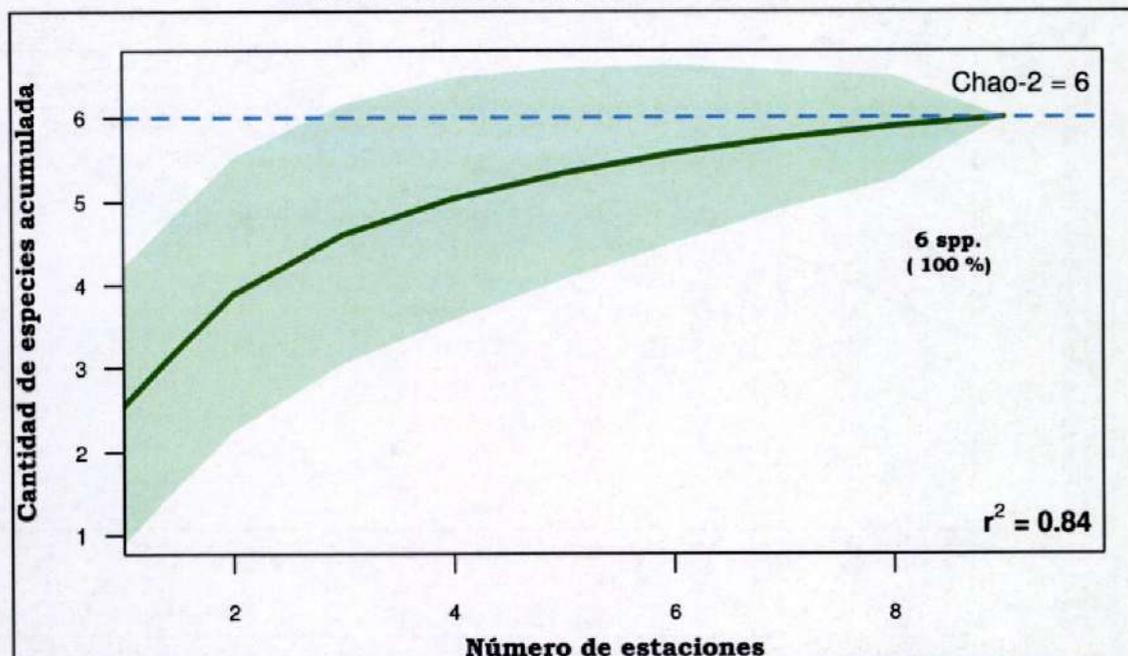
Curva de acumulación de especies de avifauna continental en la formación vegetal “desierto costero” – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.45

Curva de acumulación de especies de avifauna continental en la formación vegetal "desierto costero" – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

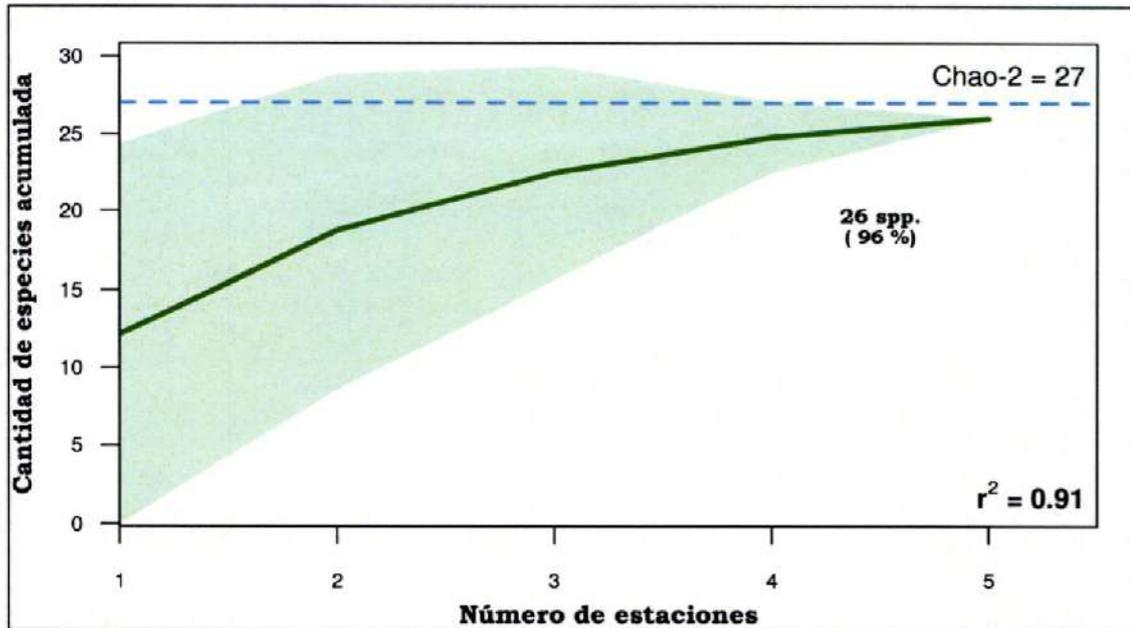
Por otro lado, en el **Gráfico 4.2.46** para la curva de acumulación de especies en la formación vegetal "semidesierto costero" en la época de verano, el número de especies registradas representó el 96% de la cantidad de especies esperada. Asimismo, el valor de R^2 es de 0,91, lo cual representa un buen ajuste.

Del mismo modo, en el **Gráfico 4.2.47** para la curva de acumulación de especies en la formación vegetal "semidesierto costero" en la época de invierno, el número de especies registradas representó el 89% de la cantidad de especies esperada. Asimismo, el valor de R^2 es también de 0,96, lo cual nos muestra que la curva representa un buen ajuste.

En el caso de la formación vegetal "zona antropizada" durante la época de verano, el **Gráfico 4.2.48** muestra una curva que representa 79% de la riqueza de especies esperadas, con un ajuste de 89% ($R^2= 0,89$). De manera similar, el **Gráfico 4.2.49** muestra la curva de la misma formación vegetal, pero para la época de invierno, en donde se observa que esta representó 96% de la riqueza de especies esperadas. Esto vuelve a indicar el esfuerzo de muestreo fue adecuado y presentó un ajuste de 85% ($R^2= 0,85$).

Gráfico 4.2.46

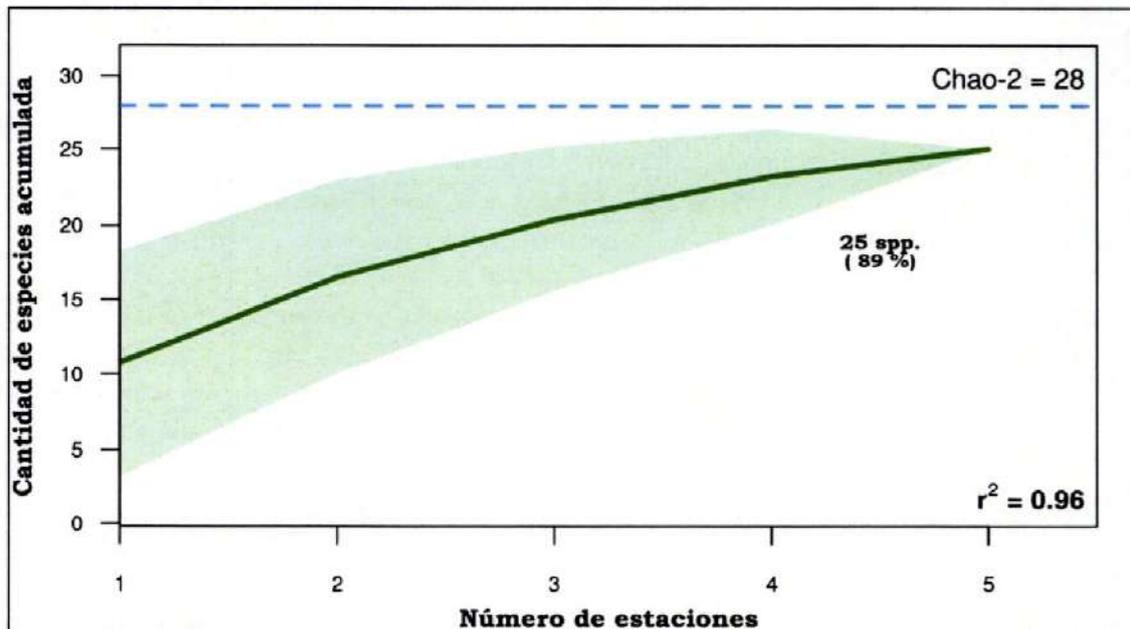
Curva de acumulación de especies de avifauna continental en la formación vegetal "semidesierto costero" – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.47

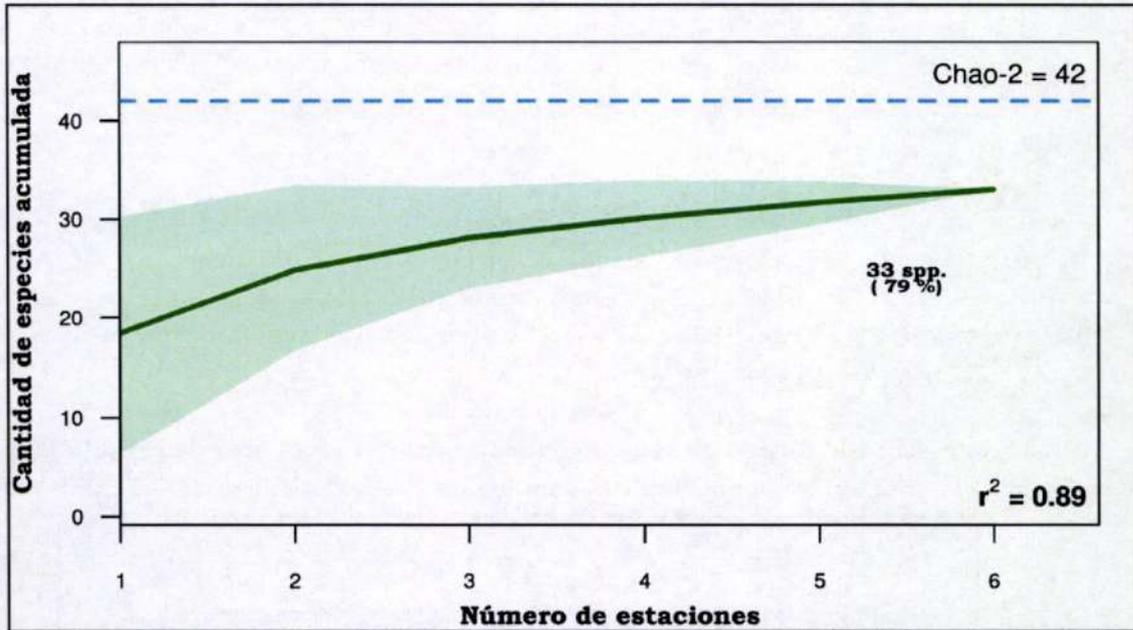
Curva de acumulación de especies de avifauna continental en la formación vegetal "semidesierto costero" – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.48

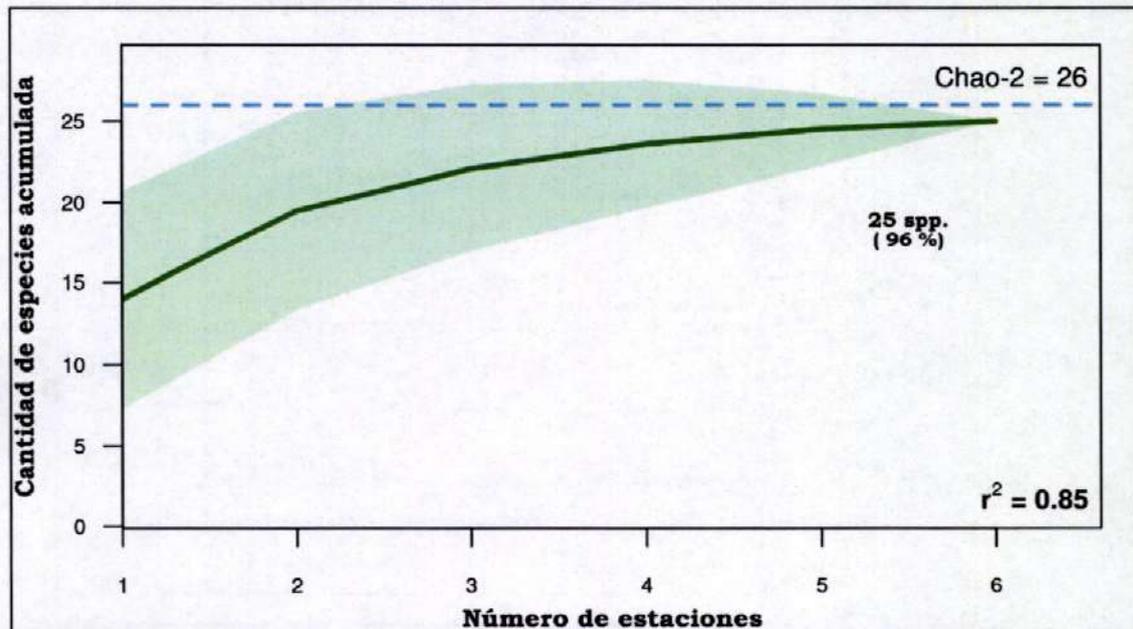
Curva de acumulación de especies de avifauna continental en la formación vegetal "zona antropizada" – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.49

Curva de acumulación de especies de avifauna continental en la formación vegetal "zona antropizada" – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

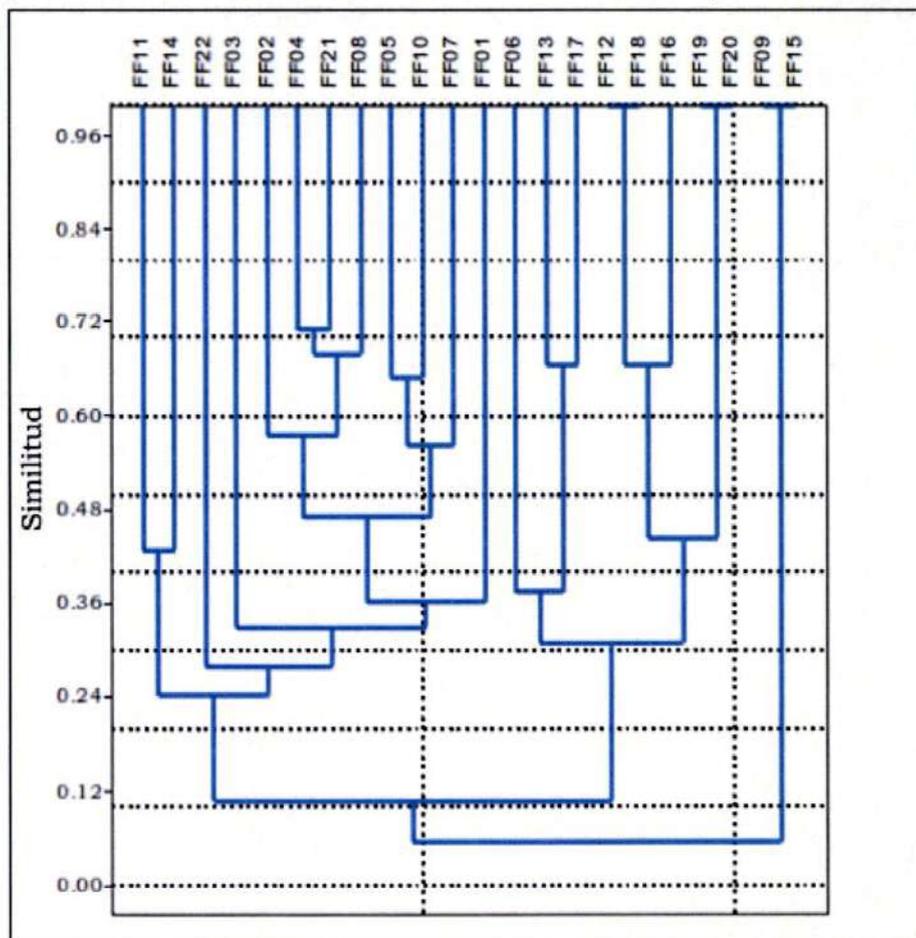
Análisis de similitud entre estaciones de evaluación

En la evaluación de avifauna continental en la época de verano, la **Tabla 4.2.A17** y el **Gráfico 4.2.50** presentan los valores de similitud con el índice de Jaccard. Como se observa, las estaciones FF09 y FF15, FF19 y FF20, y FF12 y FF18 registraron la mayor similitud, con 100%. Por el contrario, las estaciones FF02 – FF19/FF20/FF22, FF8 – FF9/FF15/FF19/FF20, FF21 – FF9/FF15/FF19/FF20 registraron la menor similitud, con 4%.

Además, en la evaluación de avifauna de la época de invierno, la **Tabla 4.2.A18** y el **Gráfico 4.2.51** presentan los valores de similitud correspondientes. Tal como se observa, las estaciones FF12, FF19 y FF17, FF20 presentan la mayor similitud, al 100%, mientras que las estaciones FF21, FF13 y FF21, FF15 reportaron la menor similitud, con solo 5%.

Gráfico 4.2.50

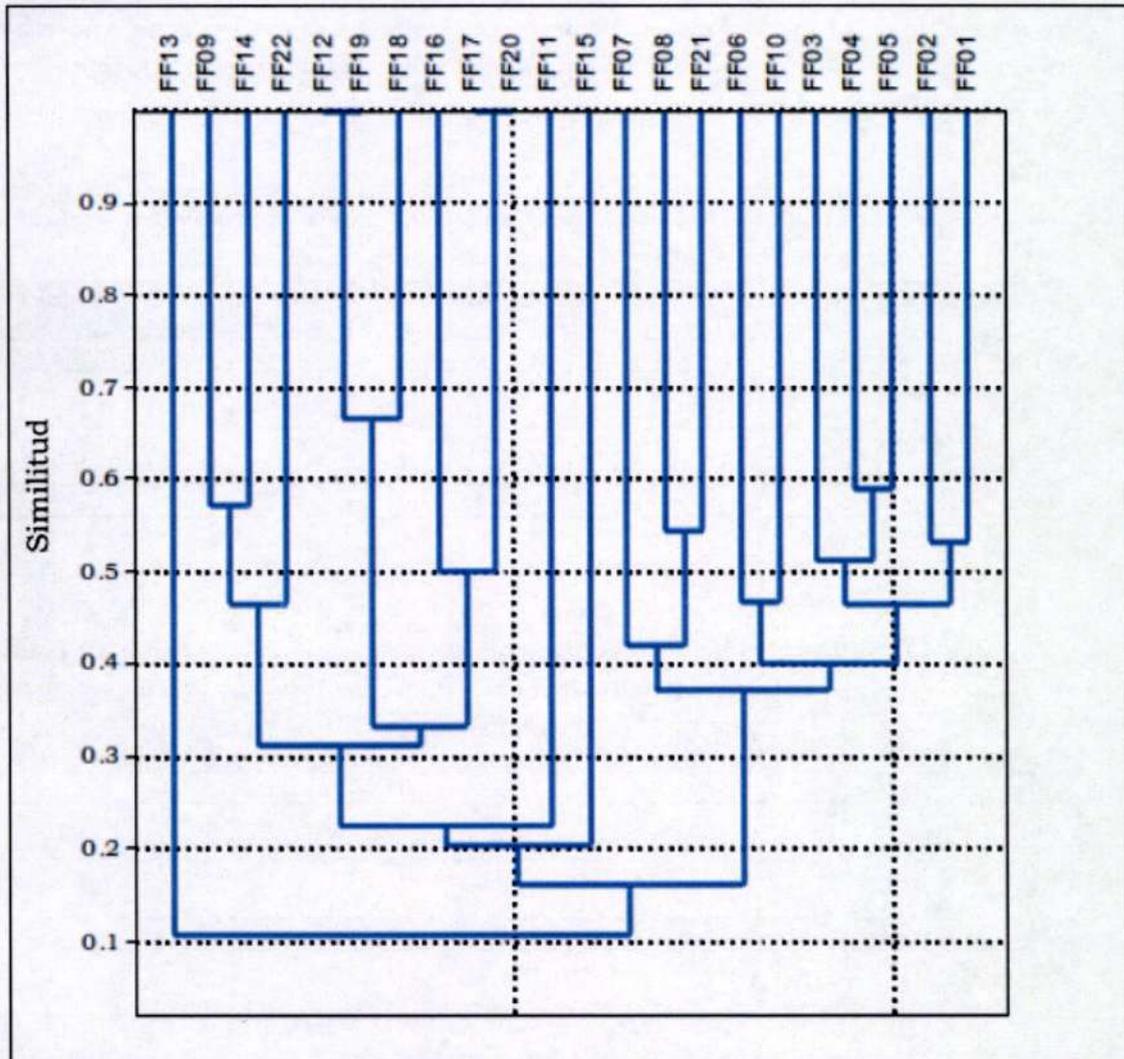
Dendrograma de similitud de las estaciones evaluadas en el área de estudio para el componente avifauna continental – índice de Jaccard – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.51

Dendrograma de similitud de las estaciones evaluadas en el área de estudio para el componente avifauna continental - índice de Jaccard - época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Análisis de similitud entre formaciones vegetales

En cuanto a la evaluación de avifauna continental, en el **Cuadro 4.2.10** y el **Cuadro 4.2.11** se presentan los valores de similitud para las épocas de verano e invierno, respectivamente. En ese sentido, las formaciones vegetales “semidesierto costero” y “zona antropizada” presentaron una similitud de 75% y 67% en verano e invierno, respectivamente (**Gráfico 4.2.52** y **Gráfico 4.2.53**).

Cuadro 4.2.10

Valores de similitud de las formaciones vegetales para el componente avifauna continental – índice de Jaccard – época de verano 2020

Formaciones vegetales	Desierto costero	Semidesierto costero	Matorral asociado a dunas	Zona antropizada
Desierto costero	1	0,15	0,26	0,12
Semidesierto costero	0,15	1	0,61	0,75
Matorral asociado a dunas	0,26	0,61	1	0,55
Zona antropizada	0,12	0,75	0,55	1

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 4.2.11

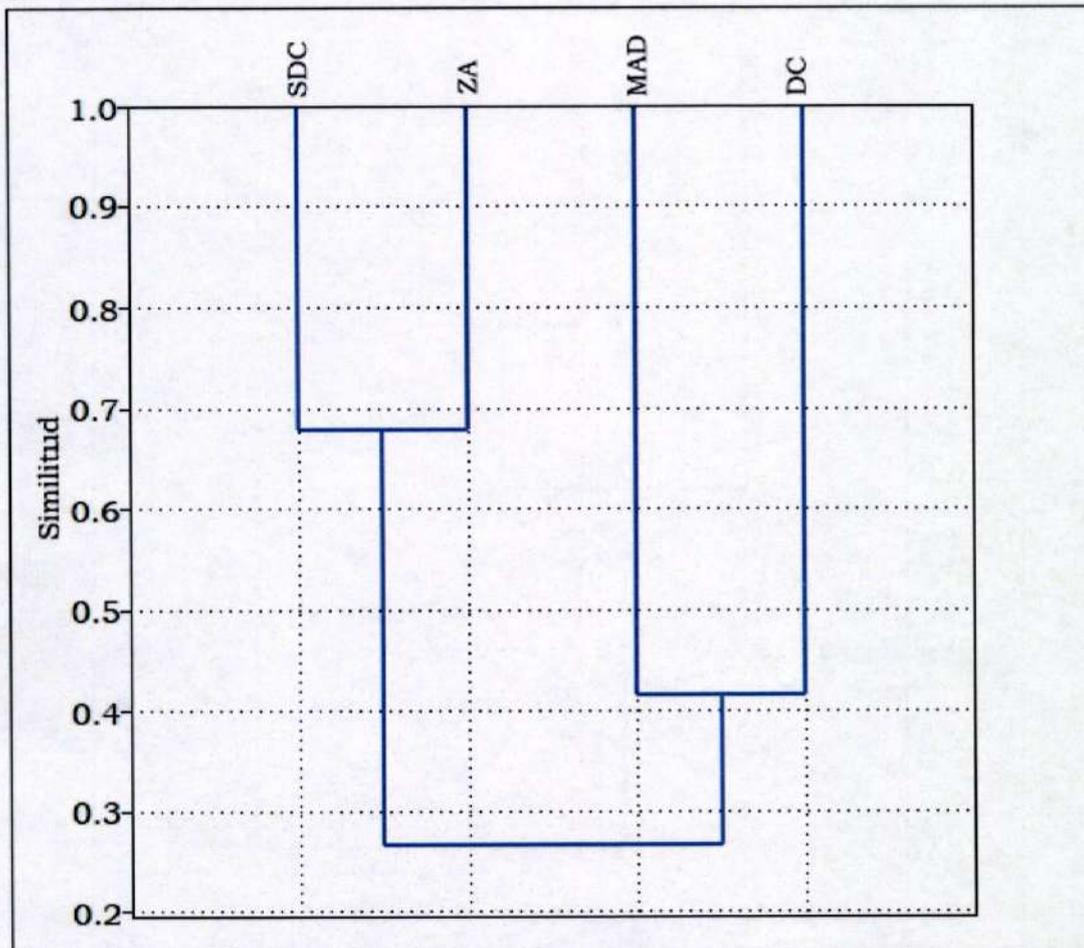
Valores de similitud de las formaciones vegetales para el componente avifauna continental – índice de Jaccard – época de invierno 2020

Formaciones vegetales	Desierto costero	Semidesierto costero	Matorral asociado a dunas	Zona antropizada
Desierto costero	1	0,19	0,42	0,14
Semidesierto costero	0,19	1	0,42	0,67
Matorral asociado a dunas	0,42	0,42	1	0,32
Zona antropizada	0,14	0,68	0,32	1

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.52

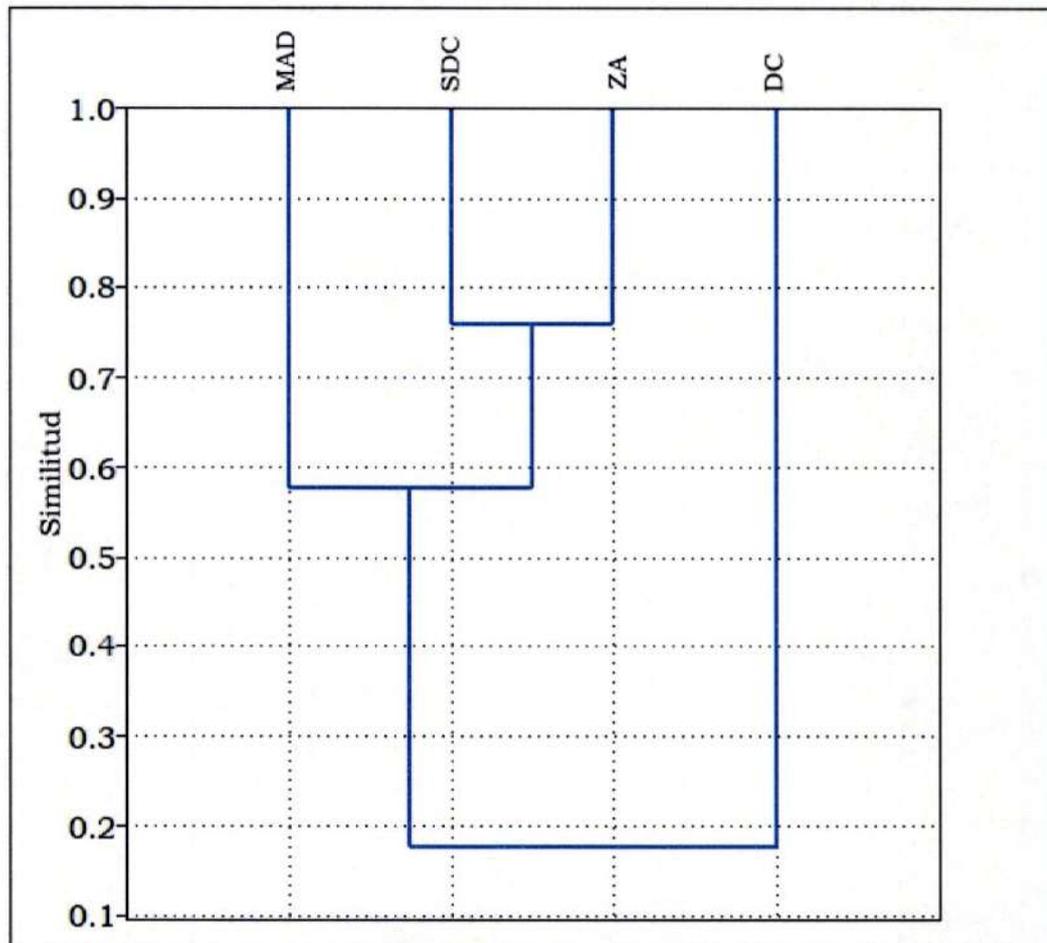
Dendrograma de similitud de las formaciones vegetales evaluadas en el área de estudio para el componente avifauna continental – índice de Jaccard – época de verano 2020



SDC: semidesierto costero; ZA: zona antropizada; MAD: matorral asociado a dunas; DC: desierto costero.
 Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.53

Dendrograma de similitud de las formaciones vegetales evaluadas en el área de estudio para el componente avifauna continental – índice de Jaccard – época de invierno 2020



MAD: matorral asociado a dunas; SDC: semidesierto costero; ZA: zona antropizada; DC: desierto costero.
Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Avifauna de litoral

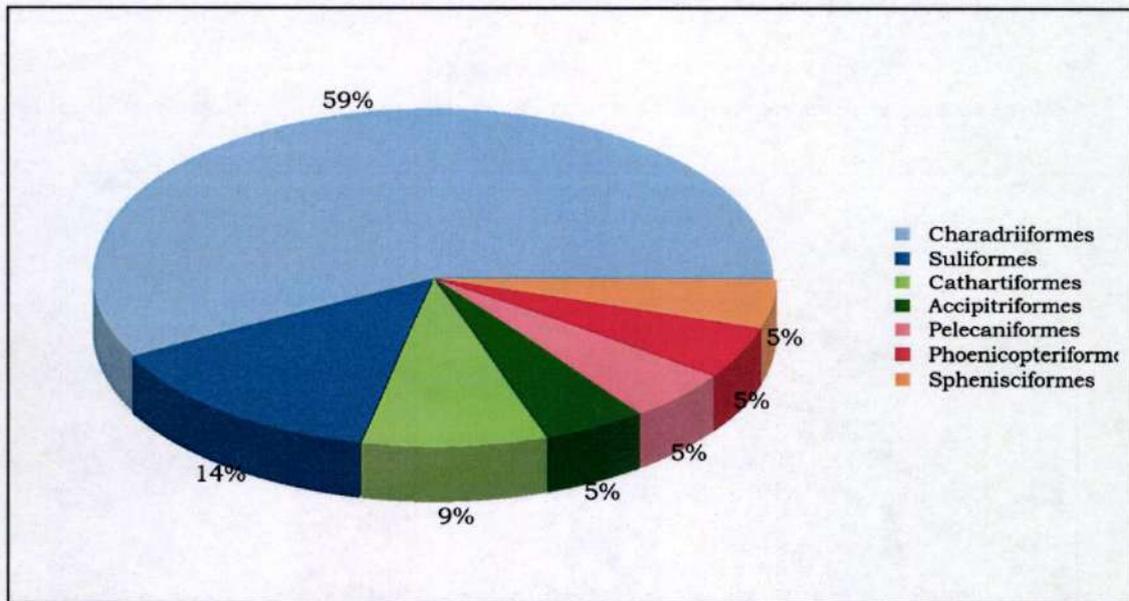
Riqueza específica total

Como se puede ver en la **Tabla 4.2.A19**, se logró registrar un total de 22 especies de aves de litoral, pertenecientes a siete órdenes y doce familias. De estas, 20 se reportaron en la época de verano y doce en la época de invierno. Del listado total de especies de avifauna registradas en el área de estudio durante las dos épocas de registro, la mayoría pertenece al orden Charadriiformes (59%), con trece especies. El resto de órdenes presentó entre una y tres especies (**Gráfico 4.2.54**).

En cuanto a la riqueza de especies de avifauna por familia, la familia Laridae presentó el valor de riqueza más elevado, con seis especies (27% del total), seguida de las familia Scolopacidae con cuatro especies (18% del total) y las familias Phalacrocoracidae y Cathartidae con dos especies cada una (9% del total), mientras el resto de las familias

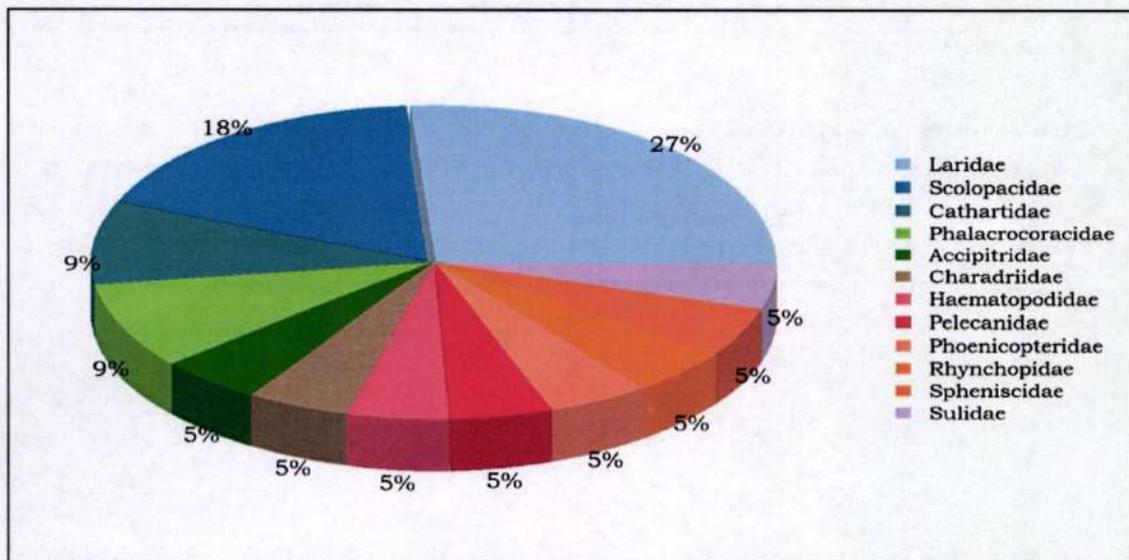
reportadas presentó una sola especie, con 27% de la riqueza total registrada en conjunto (Gráfico 4.2.55).

Gráfico 4.2.54
Composición porcentual de especies de avifauna de litoral registradas por orden taxonómico



Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.55
Composición porcentual de especies de avifauna de litoral registradas por familia taxonómica

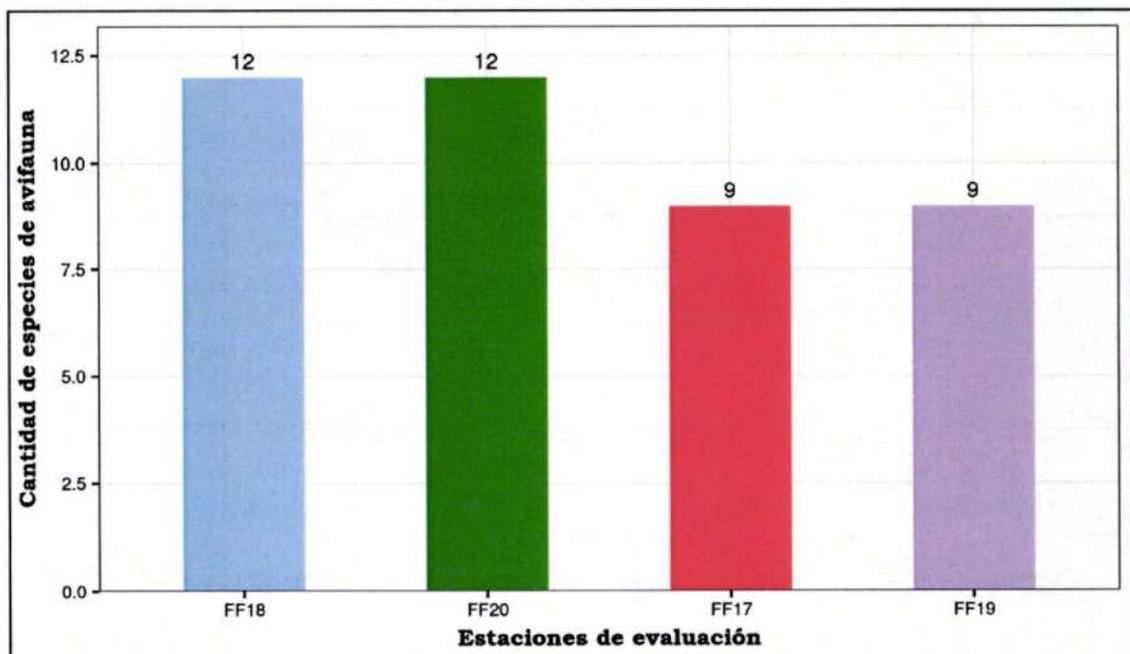


Nota: Otros: Familias con dos o una especie (8 familias)
 Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Análisis de riqueza de especies de avifauna de litoral por estación de evaluación

En la **Tabla 4.2.A20** se presenta la matriz de presencia-ausencia de especies de avifauna por estación durante la evaluación de la época de verano. Tal como se puede observar en dicha tabla y en el **Gráfico 4.2.56**, el valor más elevado de riqueza fue registrado en las estaciones FF18 y FF20, con doce especies cada una, seguidas por las estaciones FF17 y FF19, con nueve especies cada una.

Gráfico 4.2.56
Riqueza de especies de avifauna de litoral registrada por estación de evaluación – época de verano 2020

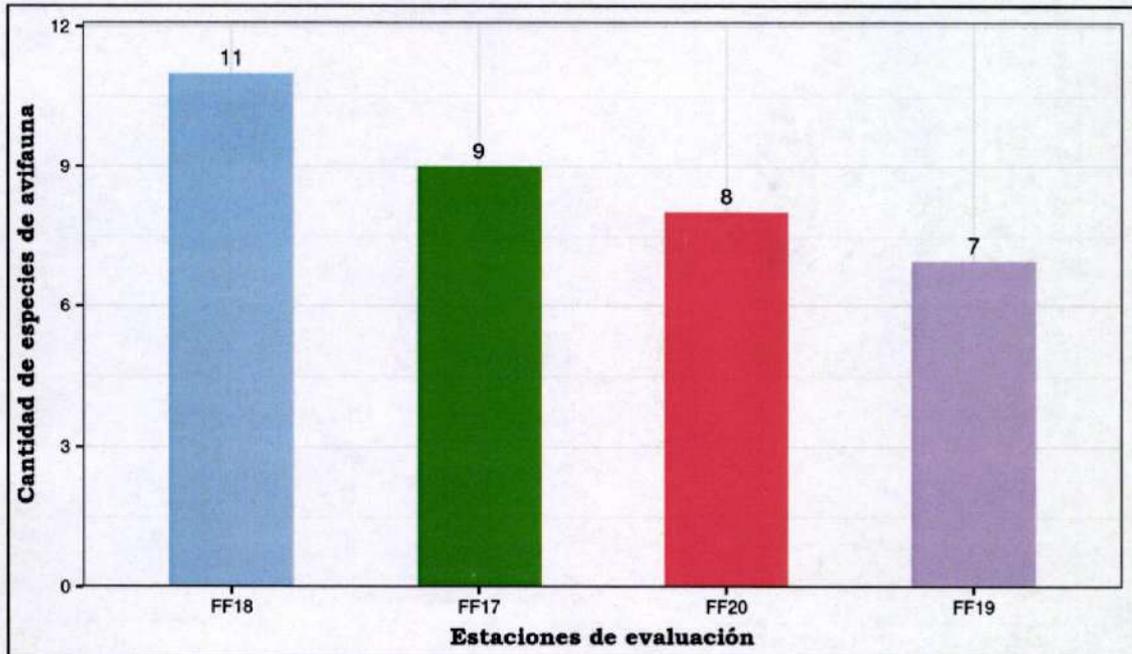


Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Asimismo, en la **Tabla 4.2.A21** se presenta la matriz de presencia-ausencia de especies de avifauna por estación durante la época de invierno. Tal como se puede observar en dicha tabla y en el **Gráfico 4.2.57**, el valor más elevado de riqueza fue registrado en la estación FF18, con once especies, seguida por la estación FF17, con nueve especies, por la estación FF20, con ocho especies, y por la estación FF19, con siete especies.

Gráfico 4.2.57

Riqueza de especies de avifauna de litoral registrada por estación de evaluación – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

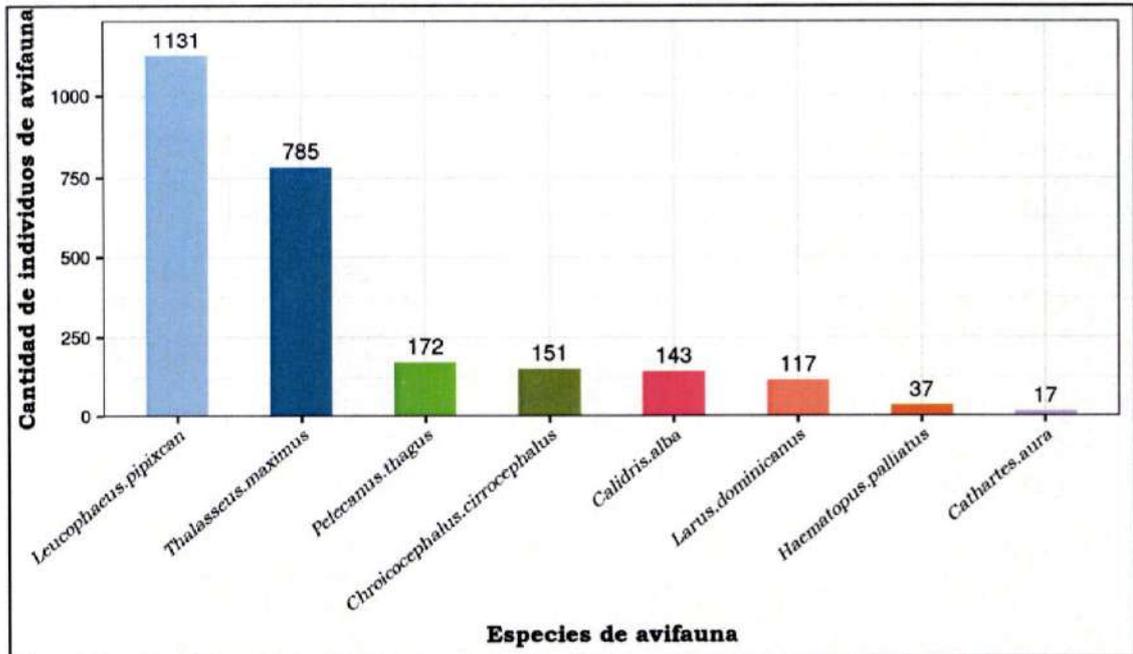
Análisis de abundancia total de avifauna de litoral

Tal como se puede observar en la **Tabla 4.2.A22**, durante la evaluación de la época de verano, se registró un total de 2 588 individuos de avifauna. La especie más abundante fue la “gaviota de Franklin” *Leucophaeus pipixcan* (**Fotografía 4.2.13**), con 1 131 individuos reportados, seguida por el “gaviotín real” *Thalasseus maximus* (**Fotografía 4.2.14**), con 785 individuos. Las demás especies registradas presentaron menos de 200 individuos cada una (**Gráfico 4.2.58**).

Con respecto a la abundancia de individuos por estación de evaluación, la mayor cantidad de individuos de avifauna se registró en la estación FF18, con 1 490 individuos avistados, seguida por la estación FF19, con 571 individuos, por la estación FF17, con 421 individuos, y por la estación FF20, con 106 individuos (**Gráfico 4.2.59**).

Gráfico 4.2.58

Abundancia de individuos registrados de avifauna de litoral – época de verano 2020



Nota: solo especies con más de diez individuos.
 Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Fotografía 4.2.13

Individuos de *Leucophaeus pipixcan* en la estación FF18 – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Fotografía 4.2.14

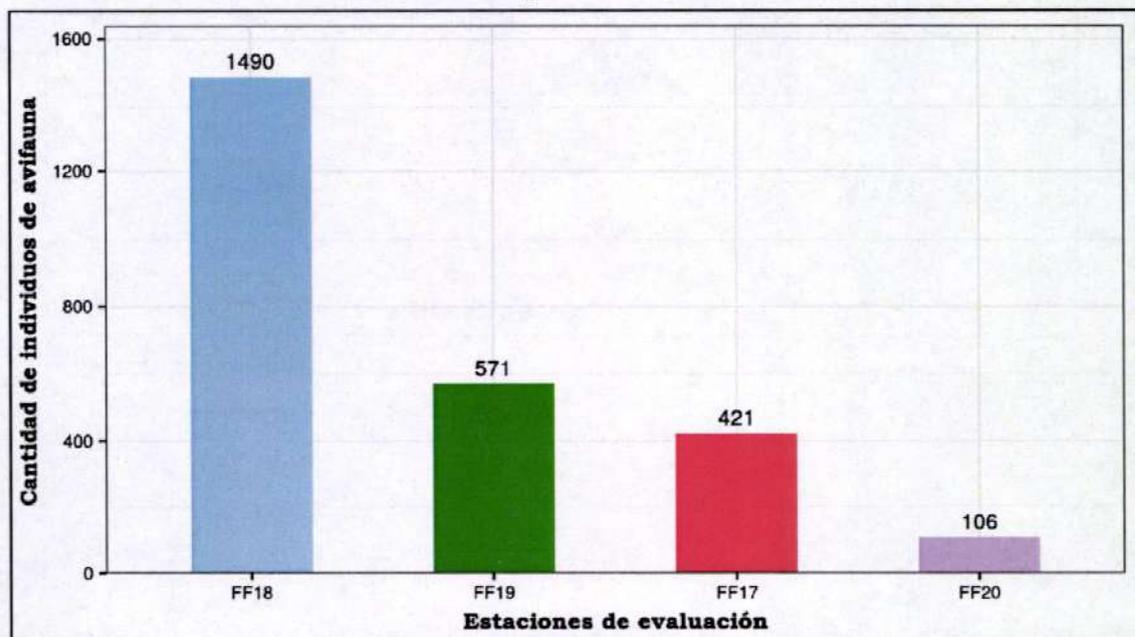
Grupo mixto en donde predominan individuos de *Thalasseus maximus* en la estación FF17 – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Gráfico 4.2.59

Abundancia de especies de avifauna de litoral registradas por estación de evaluación – época de verano 2020

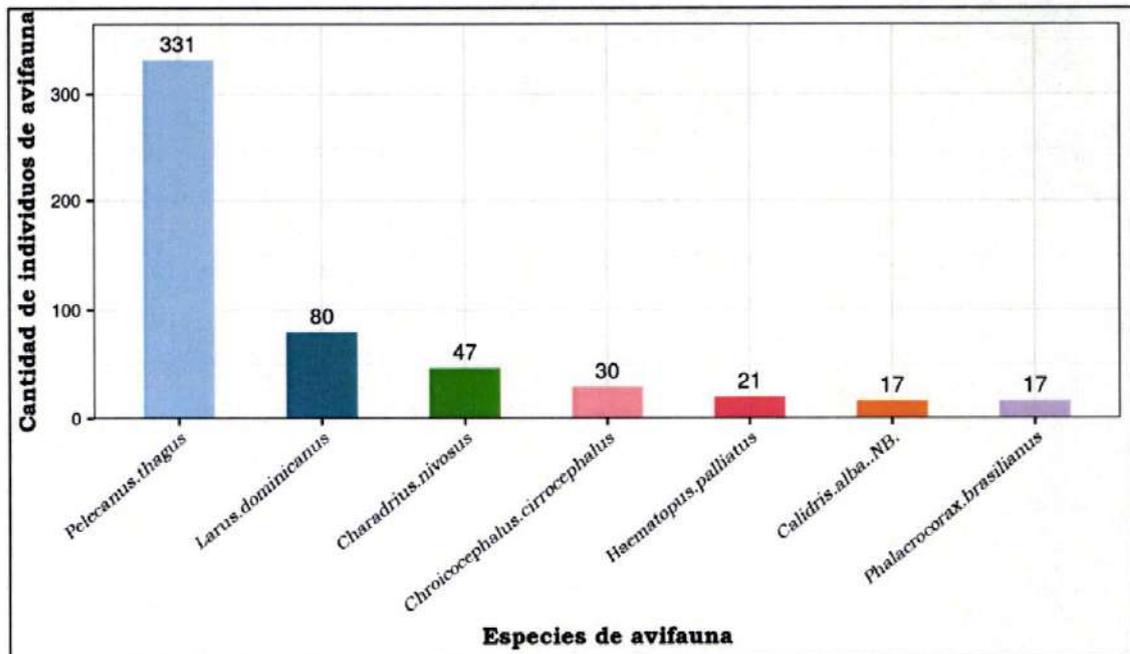


Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Por otro lado, durante la evaluación de la época de invierno y tal como se muestra en la **Tabla 4.2.A23**, se registró un total de 560 individuos de avifauna de litoral. La especie más abundante fue el “pelicano peruano” *Pelecanus thagus*, con 331 individuos, seguida por la “gaviota dominicana” *Larus dominicanus*, con 80 individuos, y por el “chorlo nevado” *Charadrius nivosus* (**Fotografía 4.2.15**), con 47 individuos. Las demás especies presentaron menos de diez individuos (**Gráfico 4.2.60**).

Respecto a la abundancia de especies registradas por estación de evaluación durante la época de invierno, la mayor cantidad de individuos de avifauna se registró en la estación FF17, con 224 individuos avistados, seguida por la estación FF18, con 129 individuos, por la estación FF19, con 119 individuos, y por la estación FF20, con 88 individuos (**Gráfico 4.2.61**).

Gráfico 4.2.60
Especies de avifauna de litoral registradas con abundancia mayor a diez individuos
– época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

Fotografía 4.2.15

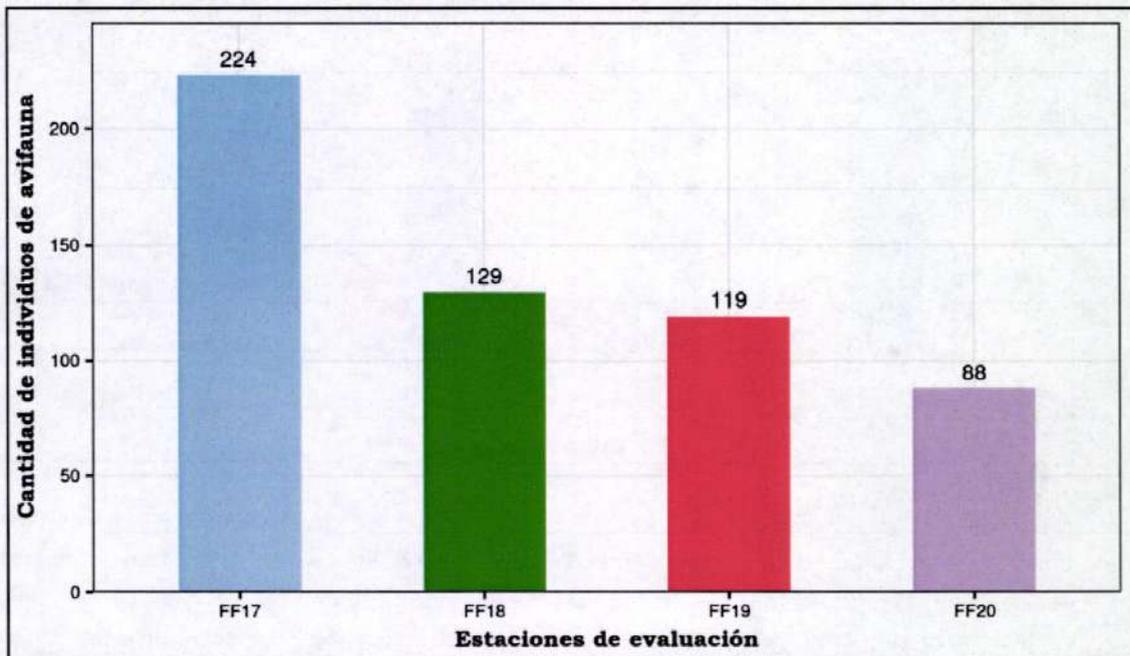
Individuo de *Charadrius nivosus* en la estación FF17 – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Gráfico 4.2.61

Abundancia de especies de avifauna de litoral registradas por estación de evaluación – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

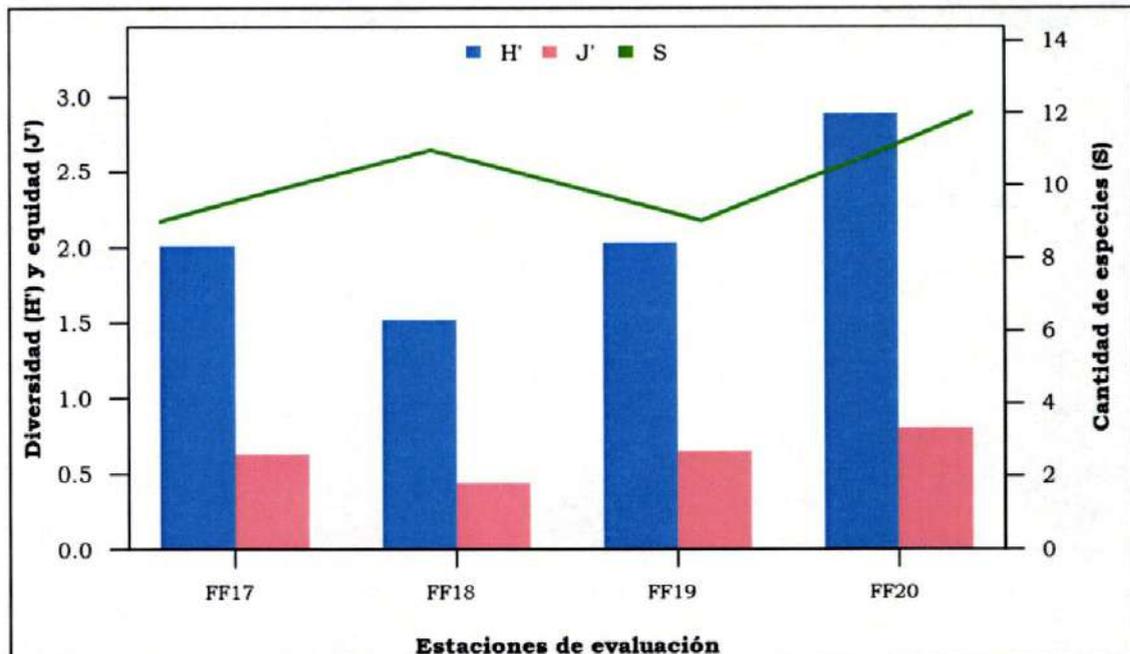
Análisis de diversidad y equidad de avifauna de litoral por estación

Para analizar la diversidad de avifauna de litoral registrada en el área de estudio por estación de evaluación, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), así como el índice de diversidad de Simpson y el índice de equidad de Pielou (J'), los mismos que se presentan a continuación.

Tal como se presenta en la **Tabla 4.2.A24**, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en las estaciones evaluadas durante la época de verano, varían entre $H' = 1,52$ y $H' = 2,89$, mientras que el índice de Simpson varía entre 0,57 y 0,83. Para ambos índices, los valores de diversidad más bajos fueron obtenidos en la estación FF18, debido a que registró bajos valores de equidad ($J' = 0,44$). Por otro lado, el valor más alto para ambos índices de diversidad fue registrado en la estación FF20, esto puede ser explicado por los elevados valores de riqueza y equidad que presentó ($S = 12$; $J' = 0,80$), (**Gráfico 4.2.62**).

Gráfico 4.2.62

Diversidad y equidad de avifauna de litoral por estación de evaluación – época de verano 2020

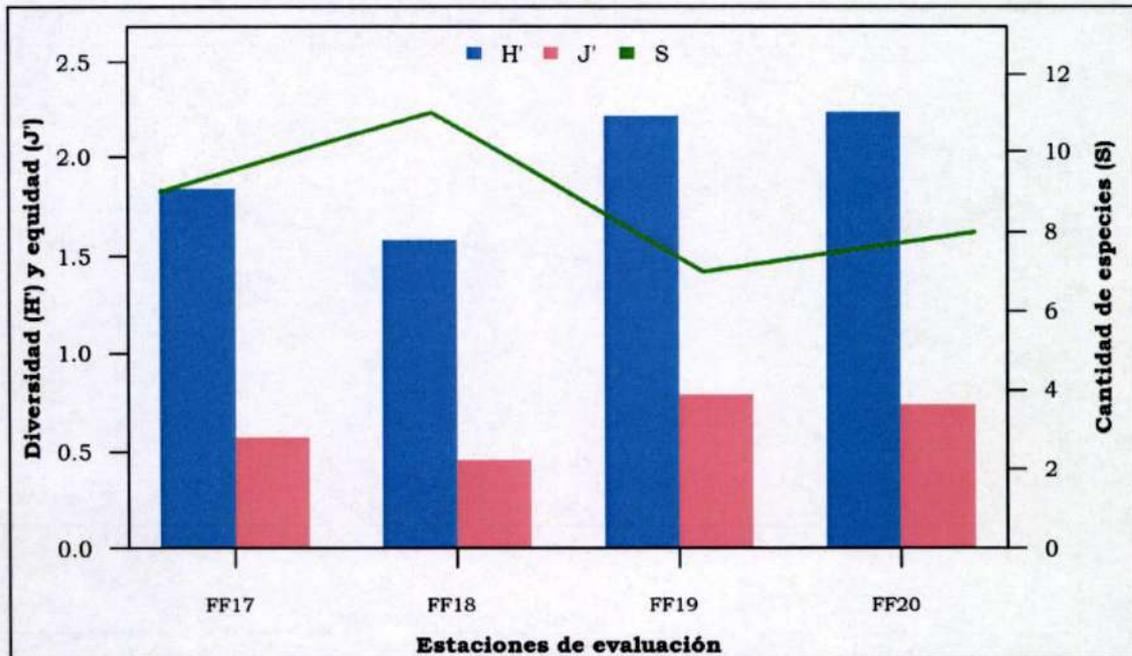


Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Por otro lado, tal como se muestra en la **Tabla 4.2.A25**, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en las estaciones evaluadas durante la época de invierno, varían entre $H' = 1,58$ y $H' = 2,23$, mientras que el índice de Simpson varía entre 0,49 y 0,72. Para ambos índices, los valores de diversidad más bajos fueron obtenidos en las estaciones FF18 mientras que el valor más alto fue registrado en la estación FF20 (**Gráfico 4.2.63**).

Gráfico 4.2.63

Diversidad y equidad de avifauna de litoral por estación de evaluación – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

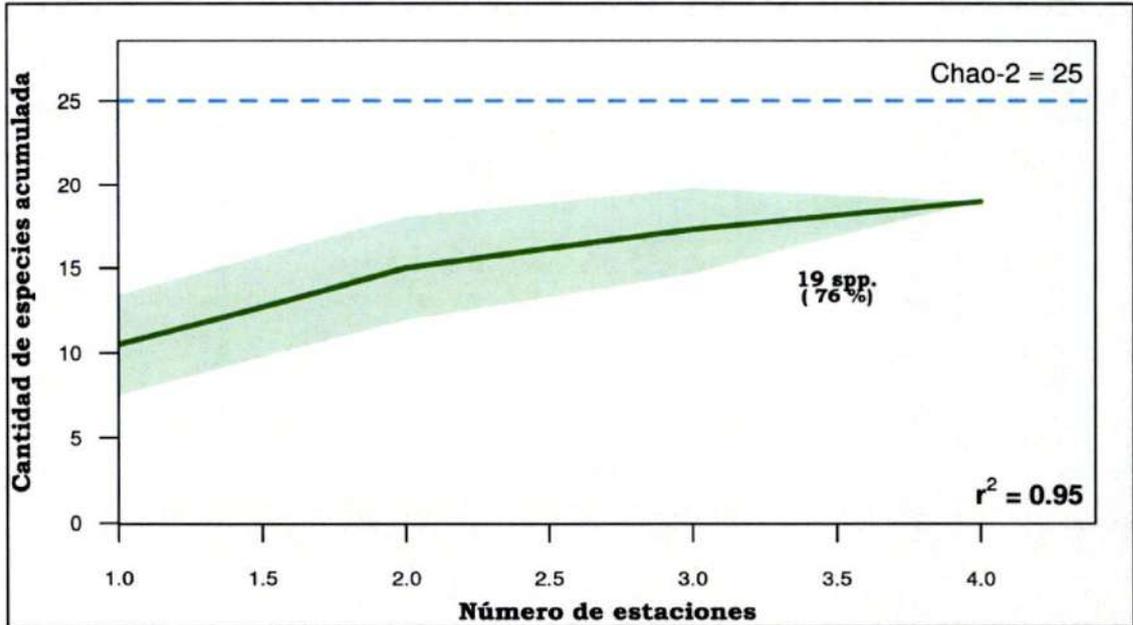
Curvas de acumulación de especies

En el **Gráfico 4.2.64** se presenta la curva de acumulación de especies en función a las cuatro estaciones establecidas para la evaluación de aves de litoral en la época de verano. Como se puede ver, el número total de especies estimado, según el modelo de Chao, fue de 25. Por lo tanto, en la evaluación se registró el 76% (19 especies) de dicho total. Por otro lado, el coeficiente de determinación R^2 tuvo un valor de 0,95, lo que representa un ajuste aceptable al modelo de Chao (cercano a 1).

Del mismo modo, en el **Gráfico 4.2.65** se presenta la curva de acumulación de especies para la época de invierno. Como se puede observar, el número total de especies estimado, según el modelo de Chao, fue de quince. Por lo tanto, la evaluación registró 80% (doce especies) de dicho total. Además, el coeficiente de determinación R^2 tuvo un valor de 0,96, lo que representa un ajuste aceptable al modelo de Chao (cercano a 1).

Gráfico 4.2.64

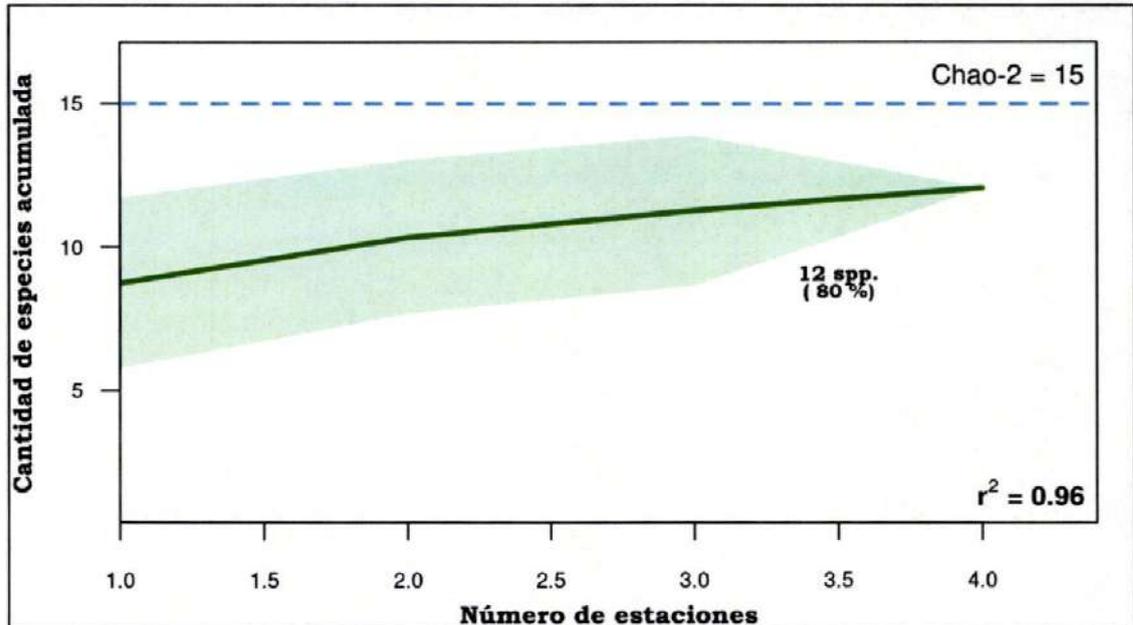
Curva de acumulación de especies de avifauna de litoral en función de las estaciones de evaluación – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.65

Curva de acumulación de especies de avifauna de litoral en función de las estaciones de evaluación – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

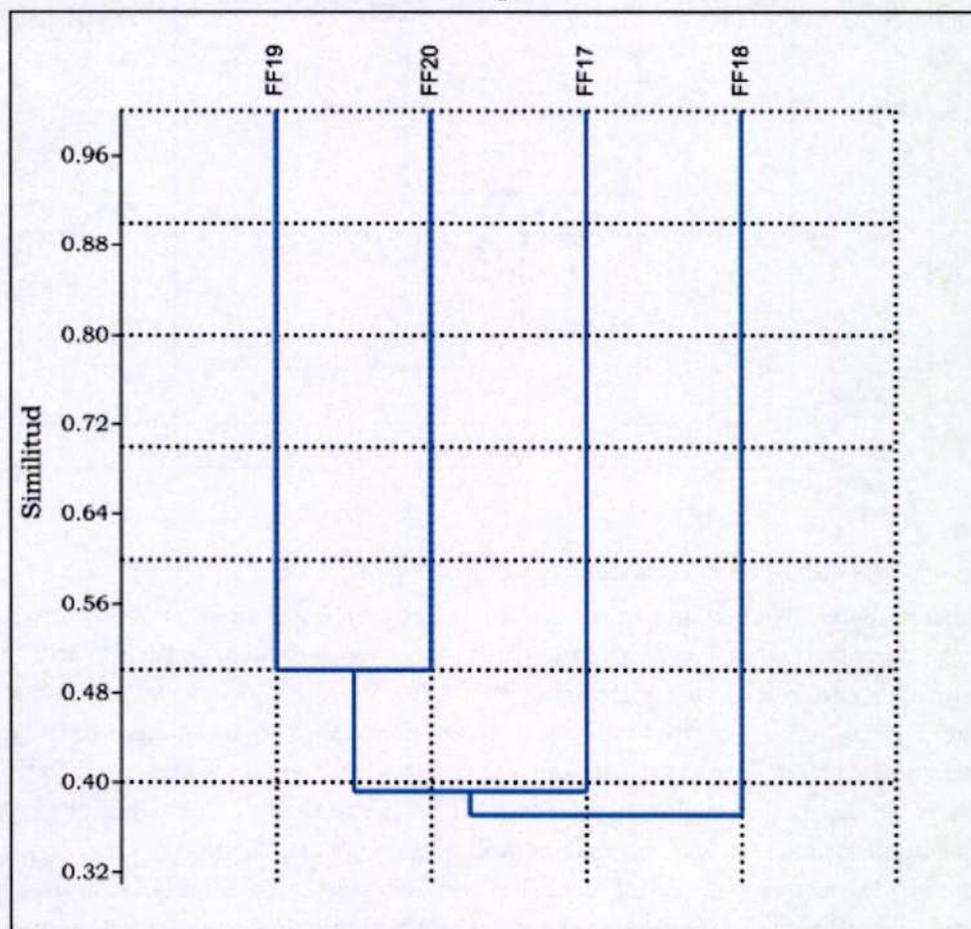
Análisis de similitud

En cuanto a la evaluación de avifauna de litoral de la época de verano, la **Tabla 4.2.A26** presenta los valores de similitud con el índice de Jaccard. Tal como se observa, las estaciones FF19 y FF20 registraron la mayor similitud, con 50%. Por el contrario, las estaciones FF17 y FF18 registraron la menor similitud, con 33% (**Gráfico 4.2.66**).

Del mismo modo, en cuanto a la evaluación de avifauna de litoral de la época de invierno, la **Tabla 4.2.A27** presenta los valores de similitud correspondientes. Tal como se observa, las estaciones FF17 y FF20 presentaron la mayor similitud, al 89%, mientras que las estaciones FF18 y FF20 reportaron la menor similitud, con solo 58% (**Gráfico 4.2.67**).

Gráfico 4.2.66

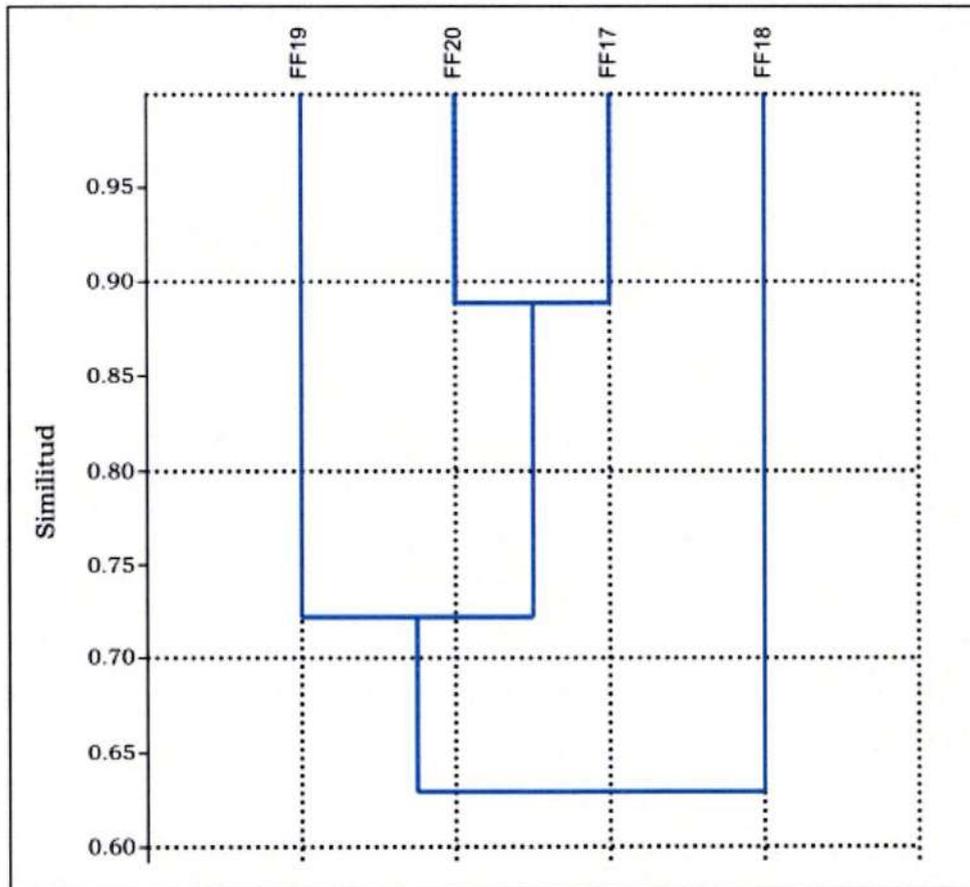
Dendrograma de similitud de las estaciones evaluadas para avifauna de litoral – índice de Jaccard – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.67

Dendrograma de similitud de las estaciones evaluadas para avifauna de litoral - índice de Jaccard - época de invierno 2020



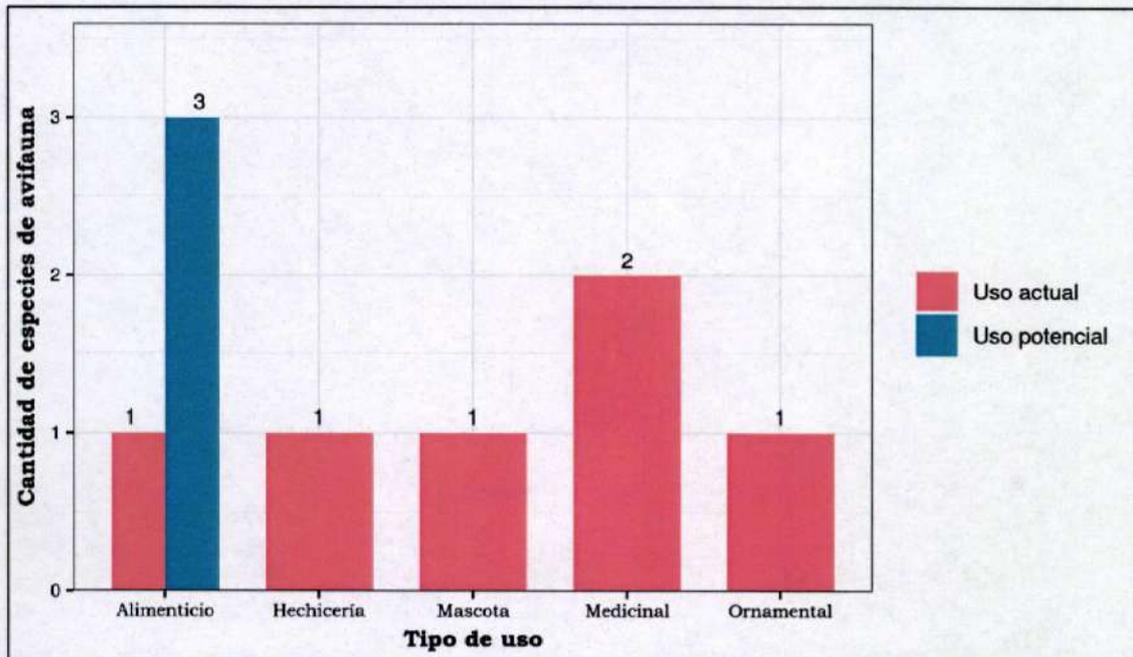
Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Especies de importancia socioeconómica

De las 54 especies de avifauna registradas en el área de estudio, entre continentales y de litoral, cinco son consideradas de importancia socioeconómica, como alimento, mascota o hechizo, de acuerdo con las entrevistas realizadas a los pobladores locales (**Tabla 4.2.A28**). Además, tres de ellas presentaron un uso potencial, como alimento. Es importante mencionar que las entrevistas fueron realizadas a los apoyos locales que acompañaron al equipo de especialistas durante la evaluación de avifauna. Entre los principales usos reportados, destaca el uso como alimento de una especie, seguido del uso como mascota, también de una especie y dos especies con uso de tipo medicinal y una especie para hechicería. Entre las especies de uso potencial, todas tienen un uso potencial alimenticio (**Gráfico 4.2.68**).

Gráfico 4.2.68

Importancia socioeconómica de las especies de avifauna registradas en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Especies con algún estatus de conservación o grado de endemismo

Las especies registradas durante la evaluación fueron contrastadas con la lista de especies de fauna amenazada de la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) y con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020-2) (Tabla 4.2.A29).

De acuerdo con los resultados obtenidos, según la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), el "hálcon peregrino" *Falco peregrinus*, el "cormorán guanay" *Phalacrocorax bougainvillii* y el "flamenco chileno" *Phoenicopterus chilensis* se encuentran categorizados como "Casi Amenazados" (NT) mientras que el "pelicano peruano" *Pelecanus thagus* (Fotografía 4.2.16) y el "pingüino de Humboldt" *Spheniscus humboldti* se encuentran categorizados como "En Peligro" (EN). Por otro lado, de acuerdo con la UICN (2020-2), *S. humboldti* se encuentra categorizada como "Vulnerable" (VU), y *P. bougainvillii*, *P. chilensis* y *P. thagus* están categorizados como "Casi Amenazados" (NT). Por último, se registró dos especies endémicas durante la evaluación en el área de estudio: *Geositta peruviana* y *Piezorina cinerea*.

Fotografía 4.2.16

Individuo de *Pelecanus thagus* en la estación FF17 – época de verano 2020

Fuente: INSIDEO, 2020.

Sensibilidad, prioridad de conservación y prioridad de investigación

Para determinar la sensibilidad, prioridad de conservación y prioridad de investigación de las especies de avifauna registradas en el área de estudio durante los muestreos realizados, se tomaron en cuenta los criterios propuestos por Stotz y sus colaboradores (1996). Los resultados se presentan en la **Tabla 4.2.A29**.

Sensibilidad

En el área de estudio se registraron doce especies con sensibilidad media (22% del total), 31 especies con sensibilidad baja (57%) y once especies con sensibilidad alta (20%). (**Gráfico 4.2.69**).

Prioridad de conservación

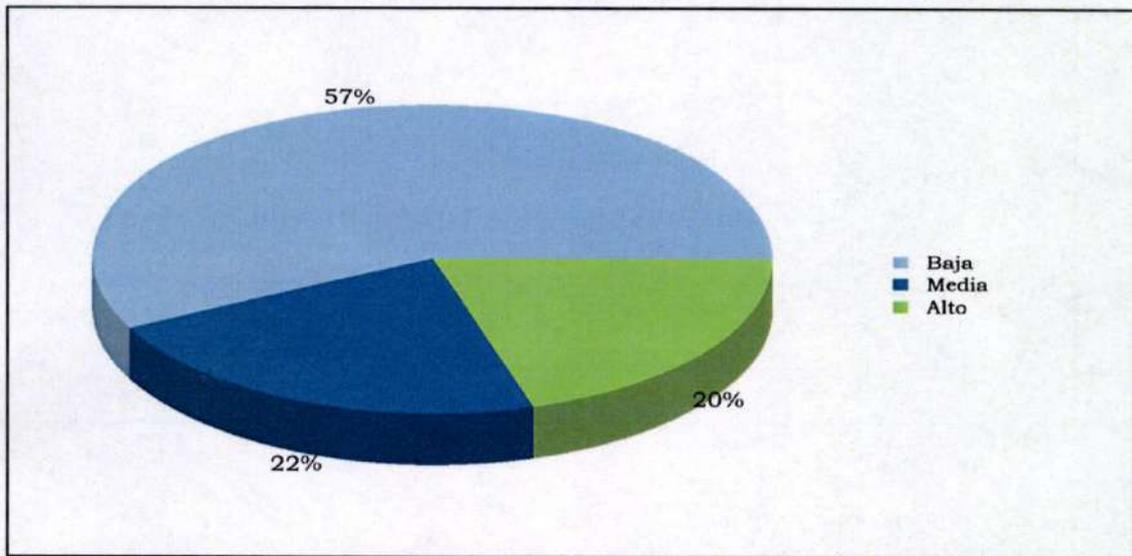
En el área de estudio no se registraron especies con una prioridad de conservación "urgente". En ese sentido, tal como se muestra en el **Gráfico 4.2.70**, 48 especies reportaron una prioridad de conservación "baja", representando el 89% del total, mientras que cinco especies reportaron una prioridad de conservación "media" (9% del total) y una especie presentó una prioridad de conservación "alta" (2%).

Prioridad de investigación

Solo *Spheniscus humboldti* está categorizada como de prioridad de investigación “alta”, constituyendo 2% del total. Por otro lado, trece especies (24% del total) poseen una prioridad de investigación “media” y 40 especies (74%) tienen una prioridad de investigación “baja” (Gráfico 4.2.71).

Gráfico 4.2.69

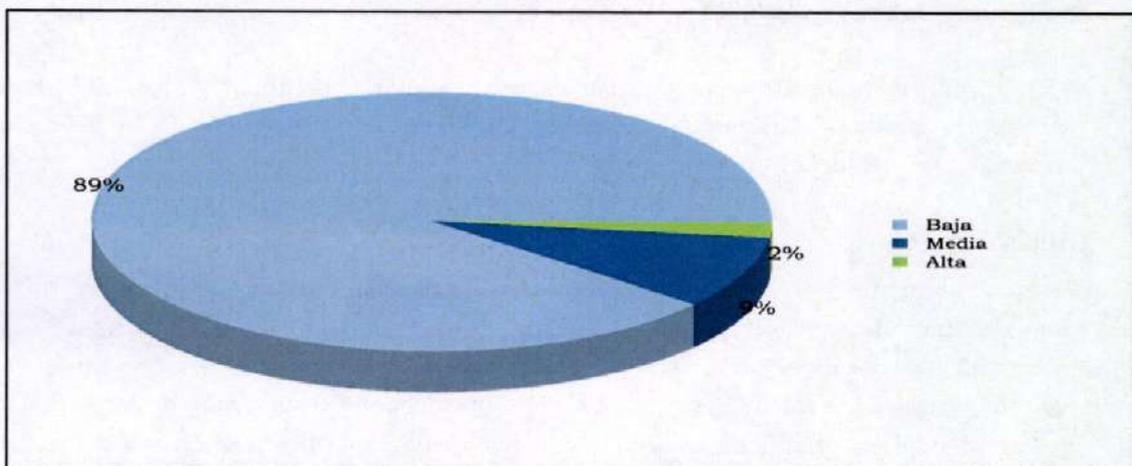
Sensibilidad de las especies de avifauna registradas en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.70

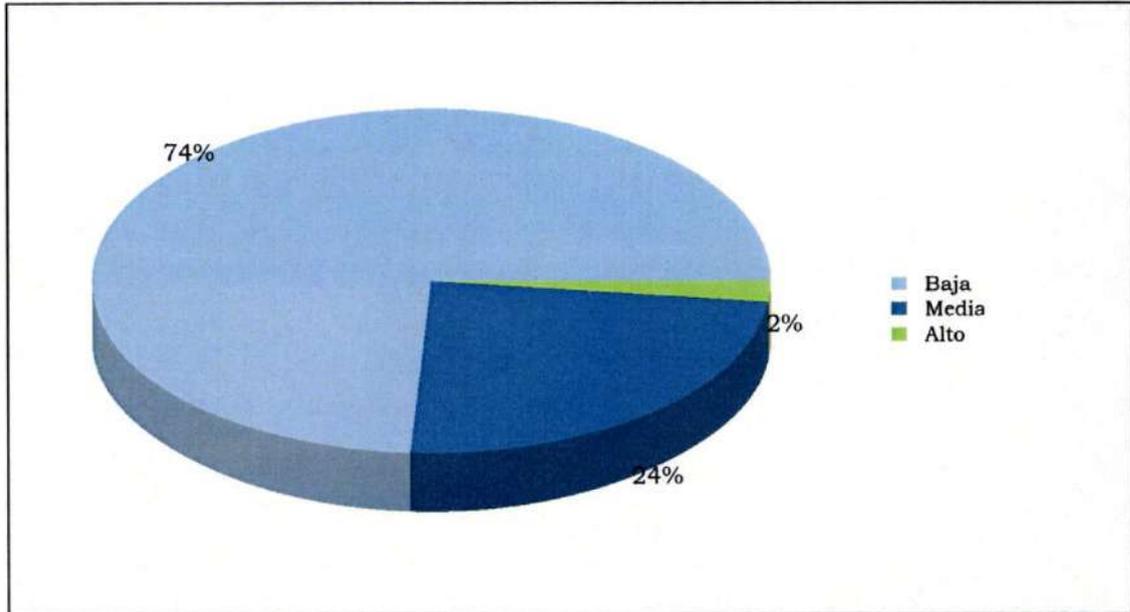
Prioridad de conservación de las especies de avifauna registradas en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.71

Prioridad de investigación de las especies de avifauna registradas en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Especies migratorias y gregarias

Del total de especies de avifauna reportadas en el área de estudio, diez son migratorias: *Arenaria interpres* "vuelvepiedras rojizo", *Calidris alba* "playero arenero", *Calidris bairdii* "playerito de Baird", *Hirundo rustica* "golondrina tijereta", *Leucophaeus modestus* "gaviota gris", *Leucophaeus pipixcan* "gaviota de Franklin", *Thalasseus maximus* "gaviotín real", *Tringa solitaria* "playero solitario", *Rynchops niger* "rayador" y *Falco peregrinus* "halcón peregrino" (Tabla 4.2.A30).

Por último, se reportaron cinco especies con comportamiento gregario, estas fueron: *Pelecanus thagus*, *Leucophaeus pipixcan*, *Thalasseus maximus*, *Chroicocephalus cirrocephalus* y *Rynchops niger*.

Rutas migratorias

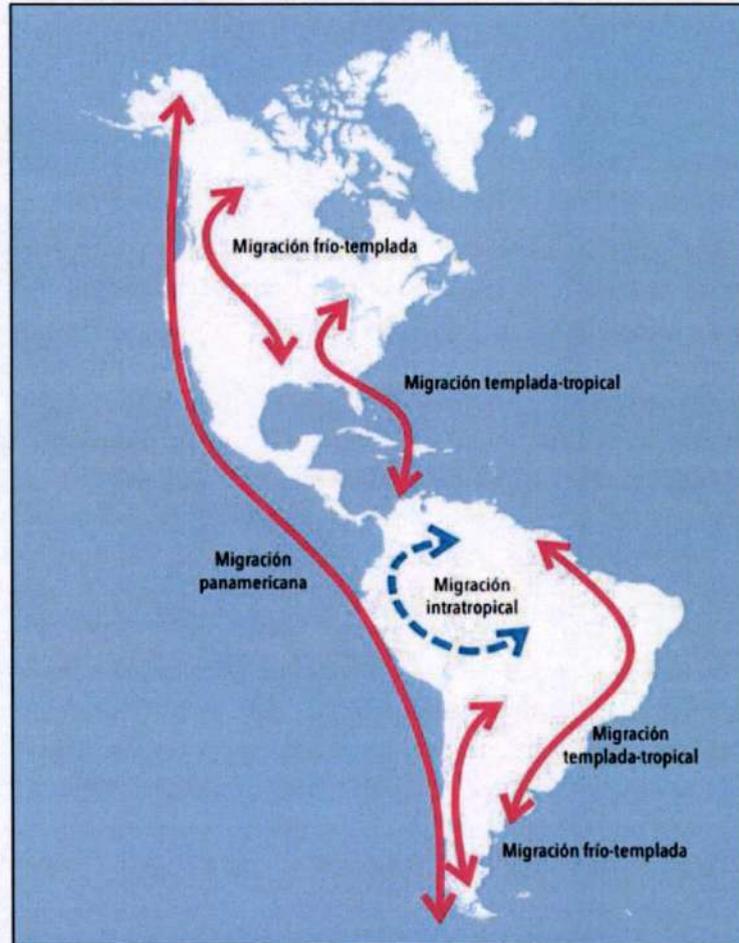
Aproximadamente la mitad de todas las especies conocidas de aves realizan desplazamientos migratorios, que son movimientos estacionales entre los lugares en los que nidifican y se reproducen, en el verano, y aquellos en los que pasan el invierno. En rasgos generales, se puede decir que existen cuatro tipos de migración de larga distancia de las aves del continente americano, como se observa en la Ilustración 4.2.2.

En ese sentido, del total de especies de avifauna registradas en el área de estudio, ocho presentan un comportamiento migratorio del tipo Panamericano y dos presentan una migración de tipo Templado-tropical. Las especies migratorias (no registradas en la CMS)

presentan una categoría de “Preocupación Menor” (LC), según la UICN (2020-2), debido a su amplia distribución y tamaño poblacional.

Ilustración 4.2.2

Esquema de las migraciones de larga distancia de las aves del Nuevo Mundo



Fuente: Las aves migratorias de América del Sur (Jahn *et al.*, 2015)

De acuerdo con BirdLife International, la especie *Arenaria interpres* “vuelvepedras rojizo” presenta una migración de tipo Panamericana. El norte de América y Asia constituyen sus áreas de reproducción (color amarillo), mientras que Estados Unidos, América del Centro y Sur, Oceanía y África son sus áreas de residencia y no reproducción (color azul), (**Ilustración 4.2.3**).

En cuanto a *Calidris alba* “playero arenero”, esta también presenta una migración Panamericana, como se observa en la **Ilustración 4.2.4**. Esta especie se distribuye a lo largo de las dos costas de todo el continente americano, de manera no reproductiva y tiene como área de reproducción solo el extremo norte de Canadá, así como el centro-norte de Asia.

Del mismo modo, la especie *Calidris bairdii* “playerito de Baird” presenta una migración del tipo Panamericano. El norte de Canadá es su área de reproducción, mientras que América del Norte y Central constituyen áreas de paso y América del Sur es un área de no reproducción (**Ilustración 4.2.5**).

Por otro lado, la especie *Hirundo rustica* “golondrina tijereta” posee también una migración del tipo Panamericano, con área de reproducción en Norteamérica, Asia, Europa y el extremo norte del África. Asimismo, tiene un área de residencia que abarca América Central y del Sur, el África central y meridional y al Asia meridional y suroriental (**Ilustración 4.2.6**).

En el caso de la especie *Leucophaeus modestus* “gaviota gris”, esta presenta una migración del tipo Templado-tropical, tal como se observa en la **Ilustración 4.2.7**. Como se puede ver, esta especie es residente en toda su área de distribución y se reproduce solo al norte de Chile.

Asimismo, la especie *Leucophaeus pipixcan* “gaviota de Franklin” también tiene una migración del tipo Panamericano. En la **Ilustración 4.2.8** se puede observar que su área de reproducción se ubica en el centro-sur de Canadá, en el límite con Estados Unidos. Además, tiene un área de paso a lo largo de toda América del Norte y Central y posee un área no reproductiva a lo largo de la costa del Pacífico en América del Sur.

Además, la **Ilustración 4.2.9** nos muestra que *Thalasseus maximus* “gaviotín real” presenta una migración de tipo Panamericano, con su área de reproducción ubicada al noreste de Estados Unidos, presentando un área de paso que abarca Estados Unidos y México, y un área no reproductiva en Centroamérica y América del Sur.

La especie *Tringa solitaria* “playero solitario” al igual que la mayoría de las especies mencionadas, presenta una migración de tipo Panamericano, teniendo en Norteamérica su zona de reproducción (Canadá y Estados Unidos), mientras que en México posee un área de paso. Por otro lado, en América Central y al norte y centro de Sudamérica presenta un área de distribución no reproductiva (**Ilustración 4.2.10**).

Falco peregrinus “halcón peregrino”, es un raro residente en Perú, pero es principalmente migrante boreal. Es una especie de distribución cosmopolita, pudiendo encontrarse en una gran cantidad de ambientes. Si bien en la ilustración de su distribución (**Ilustración 4.2.11**), aparece como posibilidad de población reproductiva, específicamente para Perú, Schulenberg (2007) la reporta como migrante para la costa y Amazonía.

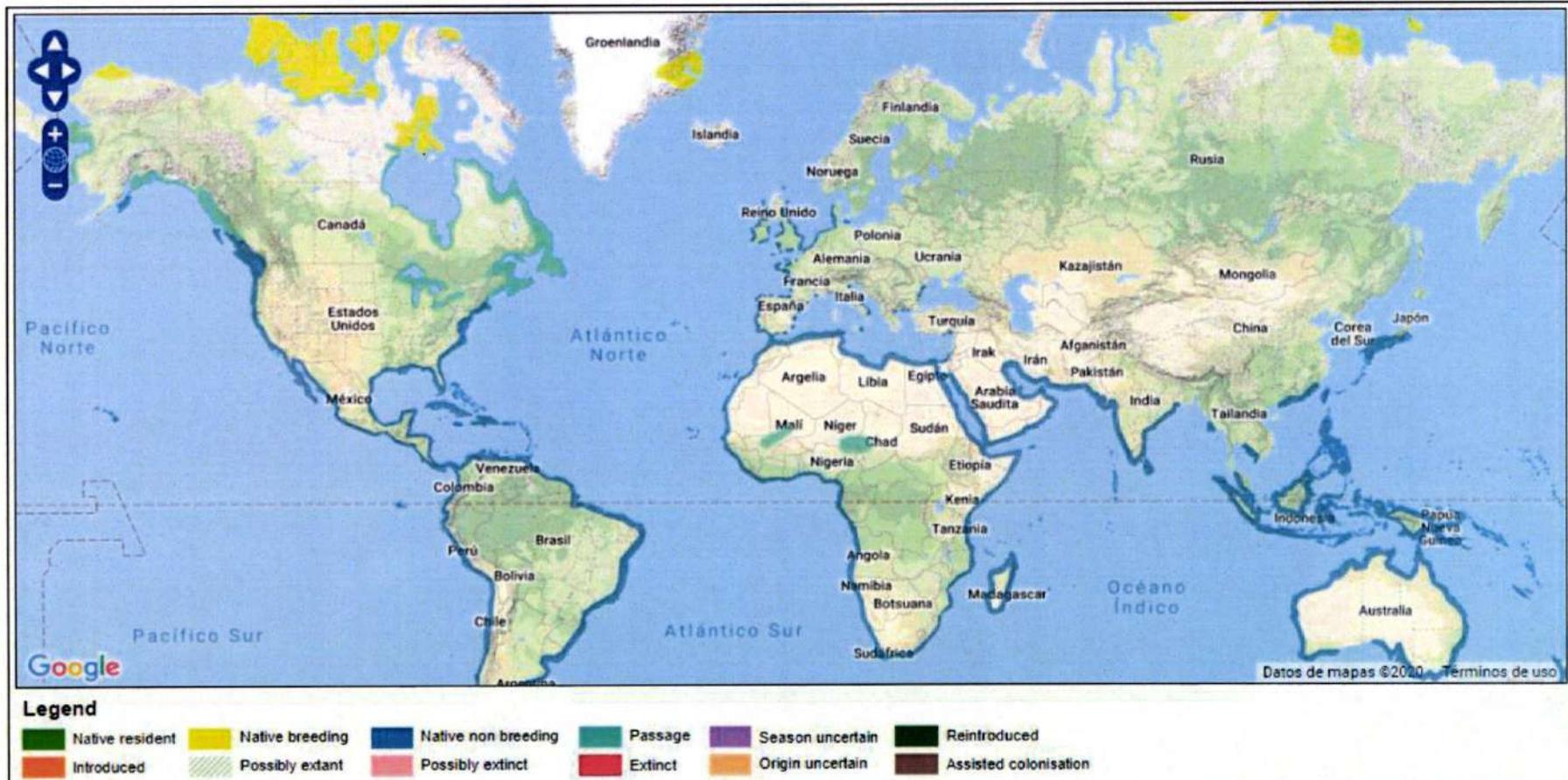
Finalmente, en cuanto a *Rynchops niger* “rayador”, si bien en el mapa de distribución (**Ilustración 4.2.12**), aparece como una especie nativa residente en la costa sudamericana, específicamente para Perú (Schulenberg, 2007), no la reporta como especie de hábitos reproductivos en la costa, por lo que tendría movimientos hacia áreas alejadas para anidar, como por ejemplo en la Amazonía.

Ilustración 4.2.3
Áreas de reproducción y tránsito de *Arenaria interpres*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Arenaria interpres*.

Ilustración 4.2.4
Áreas de reproducción y tránsito de *Calidris alba*



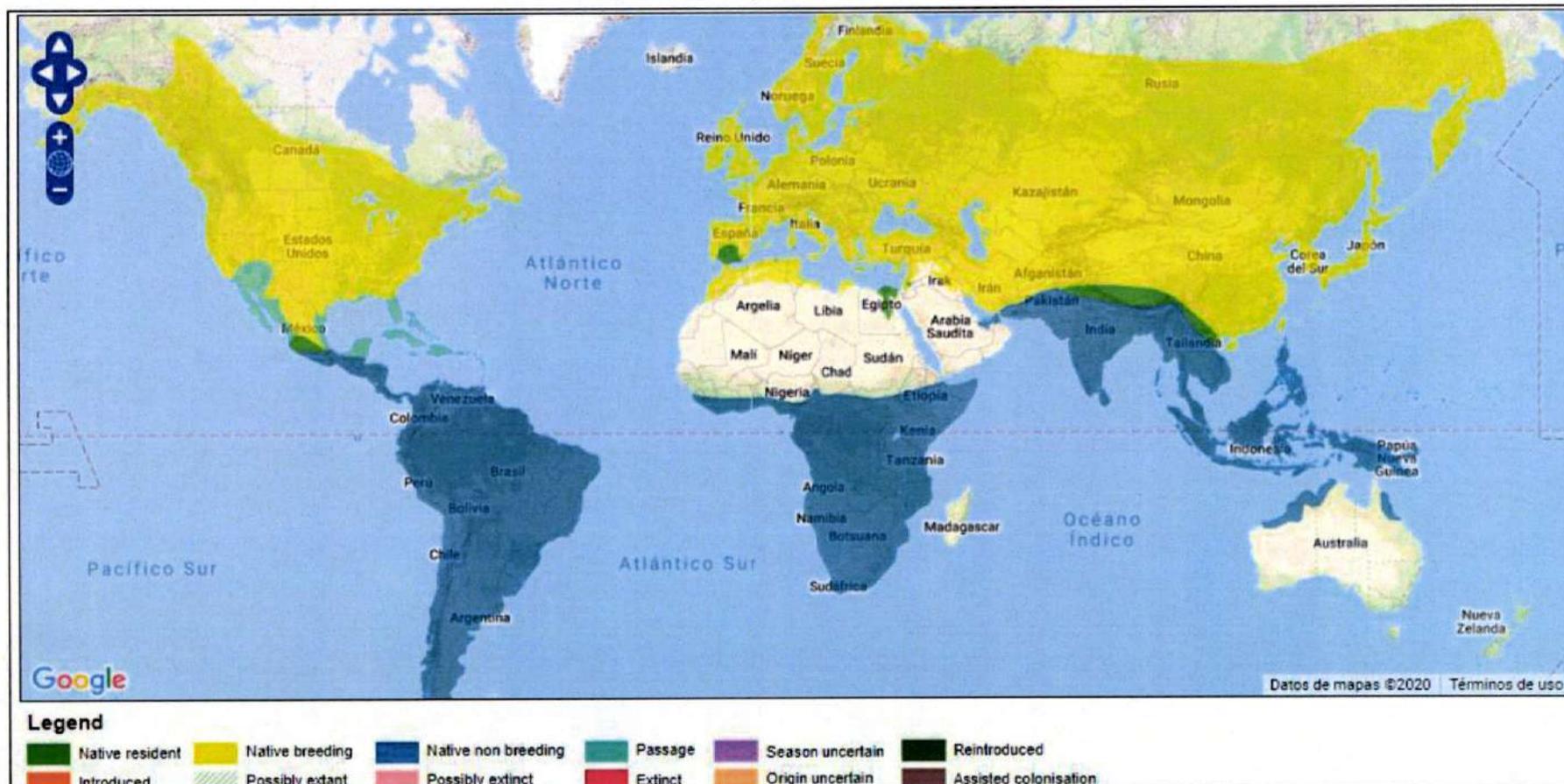
Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Calidris alba*.

Ilustración 4.2.5
Áreas de reproducción y tránsito de *Calidris bairdii*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Calidris bairdii*.

Ilustración 4.2.6
Áreas de reproducción y tránsito de *Hirundo rustica*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Hirundo rustica*.

Ilustración 4.2.7
Áreas de reproducción y tránsito de *Leucophaeus modestus*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Leucophaeus modestus*.

Ilustración 4.2.8
Áreas de reproducción y tránsito de *Leucophaeus pipixcan*



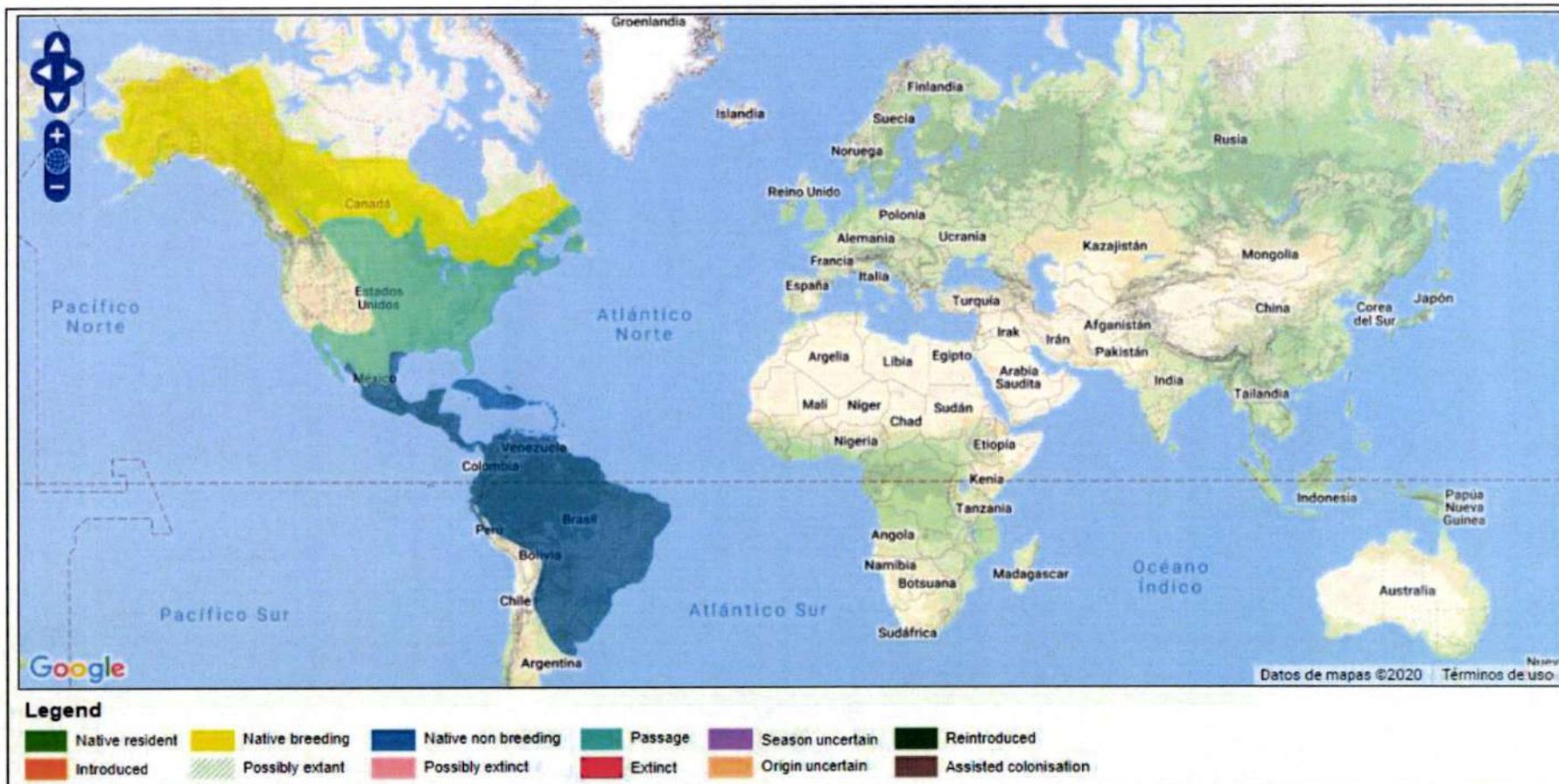
Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Leucophaeus pipixcan*.

Ilustración 4.2.9
 Áreas de reproducción y tránsito de *Thalasseus maximus*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Thalasseus maximus*.

Ilustración 4.2.10
Áreas de reproducción y tránsito de *Tringa solitaria*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Tringa solitaria*.

Ilustración 4.2.11
 Áreas de reproducción y tránsito de *Falco peregrinus*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Falco peregrinus*.

Ilustración 4.2.12
 Áreas de reproducción y tránsito de *Rynchops niger*



Fuente: BirdLife International (2020) Species factsheet: *Rynchops niger*.

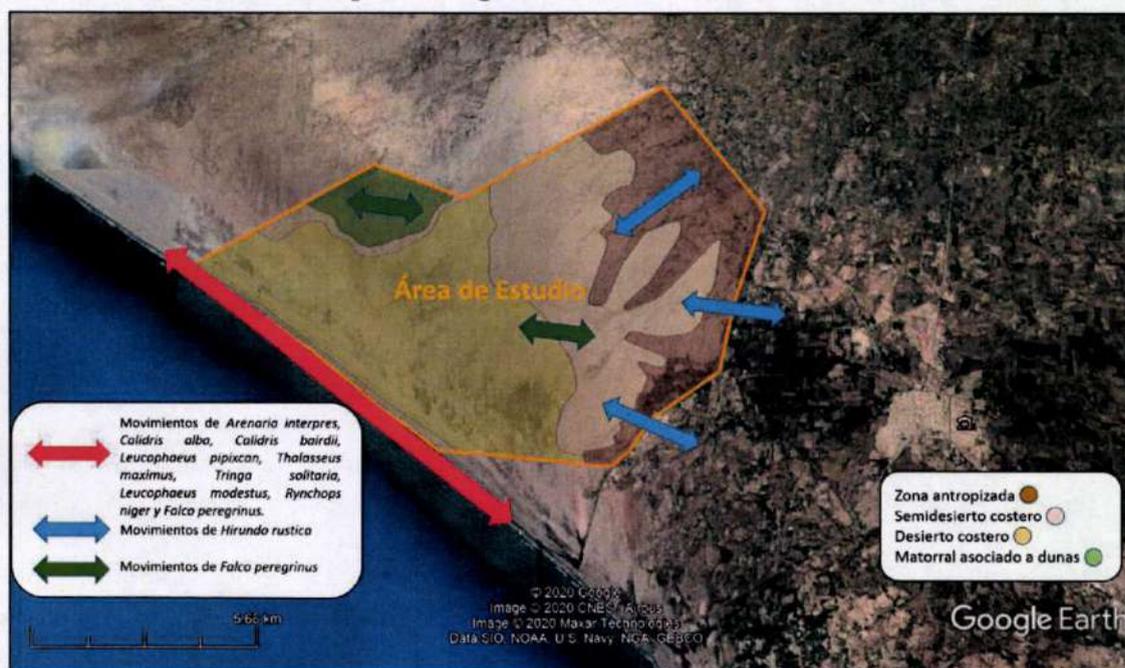
Como se observa en las ilustraciones precedentes, las rutas migratorias preferentes son a través del litoral marino mismo, pues es allí en donde la mayoría de las especies encuentra los recursos (alimento) durante sus temporadas de invierno. De esta manera, especies como *Arenaria interpres*, *Calidris alba*, *Calidris bairdii*, *Leucophaeus pipixcan*, *Thalasseus maximus* y *Leucophaeus modestus* son migrantes que utilizan directamente el litoral de nuestra región y se mueven a través del mismo para llegar a sus sitios de alimentación, entre ellos, el área evaluada.

En el caso de *Tringa solitaria*, no solo utiliza el litoral, sino otras masas de agua también continentales; sin embargo, en el caso del área de estudio, la única fuente de agua es el litoral. En el caso de *Rynchops niger*, es una especie que utiliza el litoral marino, en donde encuentra su alimento. En el caso de *Hirundo rustica*, es una especie que se encuentra en diferentes ecosistemas y sus migraciones se dan a través de distintas formaciones vegetales que albergan a los insectos de los cuales se alimenta y se le puede encontrar dispersa en el área de estudio. En cuanto a *Falco peregrinus*, es una especie registrada tanto en el litoral como en el semidesierto costero y matorral asociado a dunas, por lo que presenta movilidad en el sector.

En la **Ilustración 4.2.13** se presenta la ocurrencia de las especies migratorias, en función de sus desplazamientos y el área de estudio.

Ilustración 4.2.13

Tránsito de las especies migratorias de interés en el área de estudio



Fuente: INSIDEO, 2020, sobre la base de los trabajos de campo e información de BirdLife International Species Factsheet (2020).

Índices de valor de importancia

Las especies de aves registradas en el área de estudio fueron evaluadas según su importancia, tomando en cuenta los criterios y valoraciones presentadas anteriormente. Se consideraron como especies importantes aquellas que obtuvieron un valor mayor a cinco.

De acuerdo con los resultados obtenidos (**Tabla 4.2.A31**) se han registrado siete especies con una elevada importancia en el área de estudio:

- Una especie con un puntaje de 14: *Spheniscus humboldti*.
- Una especie con un puntaje de 9: *Pelecanus thagus*.
- Cuatro especies con un puntaje de 8: *Phalacrocorax bouganvillii*, *Geositta peruviana*, *Piezorina cinérea* y *Thalasseus maximus*.
- Una especie con un puntaje de 7: *Forpus coelestis*.

Altura de vuelo

Frente al cambio climático global que amenaza seriamente la biodiversidad del planeta, es esencial la iniciativa de reducción del uso masivo de combustibles fósiles, por lo que el desarrollo de energías renovables como la eólica es una estrategia clave para reducir las emisiones de estos gases.

Sin embargo, a nivel mundial el aumento del número de parques eólicos puede generar un impacto negativo sobre la diversidad aviar, principalmente debido al desplazamiento de especies por modificación del hábitat, la mortandad de las aves por colisión con los aerogeneradores, el efecto barrera y la pérdida de hábitat (Uribe-Rivera *et al.* 2018). No obstante, la mayoría de aves observadas en el área de estudio presentaron alturas de vuelo cercanas al suelo, lo cual va relacionado a su comportamiento de forrajeo (granívoras, herbívoras e insectívoras).

Por otro lado, las especies de aves rapaces registradas en el área de estudio (órdenes Accipitriformes, Cathartiformes y Falconiformes) si suelen superar en vuelo la altura de un aerogenerador, ya que necesitan una vista más amplia del área en búsqueda de su alimento. Incluso existen estudios sobre la colisión de estas especies con aeronaves (Blackwell, 2006, DeVault *et al.*, 2005). En ese sentido, según las observaciones realizadas en campo, este tipo de aves llegan a tener alturas de planeo de aproximadamente 200 m, lo cual coincide con el tamaño máximo de los aerogeneradores del proyecto.

Sin embargo, es importante considerar que la ubicación de los aerogeneradores en el área de estudio corresponde principalmente a la zona de “desierto costero”, en la cual existe escasa estructura vegetal y, por ende, oferta de alimentos para cualquier tipo de fauna. Asimismo, las especies migratorias halladas en la evaluación de aves de litoral utilizan exclusivamente esta zona para descanso y forrajeo, pero no poseen áreas de nidificación ni se adentran en el continente, ya que el mar les ofrece suficientes recursos alimenticios. En efecto, durante las dos épocas de evaluación, los indicios de presencia de estas aves de litoral, aparte de su avistamiento directo, fueron registrados a menos de 200 m de la orilla.

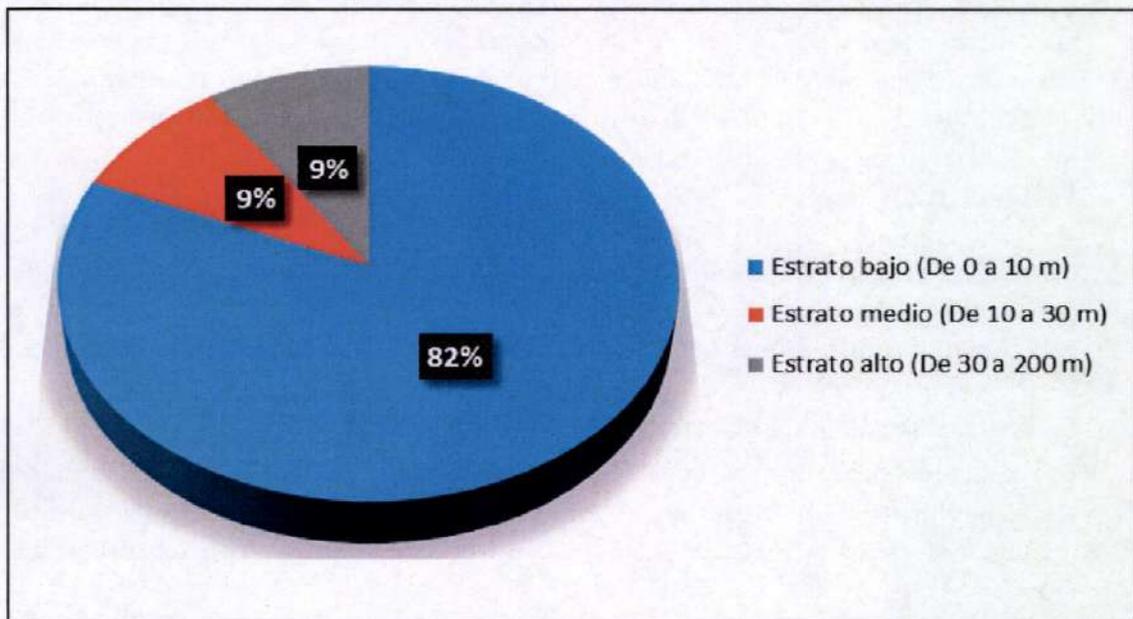
En ese sentido, solo las aves continentales de gran porte, como la de los tres órdenes mencionados en el párrafo anterior, serían susceptibles a colisiones con los aerogeneradores en su área de emplazamiento. En consecuencia, tal como se describe en el **Capítulo 5** del presente documento, no se prevén impactos, pero sí un riesgo de colisiones que se debe manejar mediante las medidas a implementar, tal como se detalla en el **Capítulo 6**.

De acuerdo con la **Tabla 4.2.A32**, en el área de estudio se evaluó la altura de vuelo de cada especie. Es necesario indicar que se utilizaron alturas aproximadas sobre la base de las observaciones de campo. Para la evaluación se utilizaron los siguientes rangos:

- Estrato inferior: de 0 a 10 m
- Estrato medio: de 10 a 30 m
- Estrato alto: de 30 a 200 m

Estos rangos indican las alturas máximas de vuelo registradas y debe entenderse que las aves de estrato medio también utilizan el estrato bajo y las aves que utilizan el estrato alto, también utilizan el medio. En el **Gráfico 4.2.72** se presentan los resultados porcentuales de uso de los estratos.

Gráfico 4.2.72
Porcentajes de uso de estratos de la avifauna local



Fuente: INSIDEO, 2020.

De acuerdo con los resultados, la gran mayoría de especies son aves que presentan vuelos rasantes (estrato bajo) y utilizan únicamente los recursos de la vegetación baja y escasa que existe en el área, como por ejemplo *Amazilia amazilia*, *Athene cunicularia*, *Cantorchilus superciliaris* o *Geositta peruviana*. Esto se debe a la presencia de grandes extensiones de

terreno desprovistas de vegetación y al escaso porte de las pocas plantas adaptadas a estas condiciones de sequedad, lugar en donde las aves encuentran su alimento o refugio. En este estrato también se encuentra la mayoría de especies que usan directamente el litoral o la línea intermareal, como *Calidris alba*, *Charadrius nivosus* o *Arenaria interpres*, puesto que se desplazan en forma paralela a la playa, principalmente caminando y con vuelos muy cortos, debido a que se encuentran forrajeando (pequeños invertebrados) casi todo el tiempo. En el estrato medio (de 10 a 30 m), se encuentran aves que explotan una mayor área de búsqueda local de recursos como *Chroicocephalus cirrocephalus*, *Larus belcheri* o *Leucophaeus pipixcan*, principalmente asociadas al litoral. Finalmente, las especies que utilizan el sustrato alto son muy pocas y son aquellas que necesitan explorar grandes extensiones de territorio, en búsqueda de alimentos, tales como carroñeras o carnívoras, como *Coragyps atratus*, *Cathartes aura* y *Caracara cheriway*.

Mamíferos

La evaluación de mamíferos se efectuó entre el 25 de febrero y el 6 de marzo de 2020 en la época de verano y entre el 9 y 26 de septiembre de 2020 en la época de invierno.

Metodología de evaluación

Como parte del presente estudio, se evaluaron mamíferos menores no voladores (roedores y marsupiales), mamíferos menores voladores (quirópteros), mamíferos mayores y mamíferos marinos de litoral. Para realizar la caracterización de la comunidad de mamíferos del área de estudio, se llevaron a cabo evaluaciones tanto cuantitativas (para mamíferos menores no voladores y voladores), como cualitativas (para mamíferos mayores y mamíferos marinos de litoral), utilizando como referencia la Guía de Inventario de Fauna Silvestre (R.M. N° 057-2015-MINAM). Para la evaluación se establecieron transectos en lugares estratégicos y en diferentes tipos de formación vegetal, tal como se muestra en la **Tabla 4.2.M1**.

Durante la primera evaluación de campo, los especialistas estuvieron acompañados de pobladores locales, los cuales formaban parte del equipo evaluador en calidad de apoyo. En ese sentido, en el **Anexo 4.2.2** se presentan las actas de campo correspondiente.

Evaluación cuantitativa – mamíferos menores no voladores

Los mamíferos pequeños son aquellos con un peso promedio menor a un kilogramo en su etapa adulta (Barnett & Dutton, 1995; R.M. N°057-2015-MINAM). Se subdividen en mamíferos terrestres: roedores, marsupiales e insectívoros; y en mamíferos voladores: murciélagos.

La evaluación de los mamíferos menores no voladores, se realizó mediante métodos de captura estándar (Pacheco et al., 2007), una vez capturados, se tomaron datos biométricos, edad, sexo, estado reproductivo, fotografías, y posteriormente fueron liberados.

Para determinar la presencia y abundancia de los mamíferos pequeños no voladores, se empleó el método de trapeo sistemático estandarizado utilizando trampas de captura viva (tipo "Sherman"), dispuestas a lo largo de quince subestaciones dobles (cada una con un par de trampas), (**Fotografía 4.2.17**). Se establecieron secciones lineales con una longitud de 140 metros, divididos en 15 subestaciones con dos trampas Sherman en cada una. Cada subestación estuvo separada 10 metros una de la otra. Las trampas estuvieron cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, avena, y esencia de vainilla; fueron colocadas durante el día y revisadas a la mañana siguiente.

Se establecieron 22 estaciones de evaluación (**Tabla 4.2.M2**) abarcando los hábitats propicios para la presencia de mamíferos en el área de estudio, tomando en cuenta las características biológicas de la misma, las formaciones vegetales evaluadas fueron "zona antropizada", "desierto costero", "semidesierto costero" y "matorral asociado a dunas".

Tanto en la evaluación en época verano y época de invierno, el esfuerzo de muestreo por cada estación fue de 30 trampas-noche, con un esfuerzo de muestreo por cada época de 660 trampas-noche y un esfuerzo de muestreo total de 1 320 trampas-noche (**Tabla 4.2.M3**).

Fotografía 4.2.17

Trampa tipo Sherman instalada en la estación FF-05 – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Evaluación cuantitativa – mamíferos voladores

Para la evaluación de mamíferos voladores se utilizó el método de estación con redes, como se observa en la **Fotografía 4.2.18**. Esta metodología consistió en la instalación de dos redes de neblina estándar (2,5 x 12 m) posicionadas en cada estación y en diferentes

hábitats (matorrales, semidesierto, entre otros) propicios para la presencia de murciélagos. Las redes permanecieron abiertas entre las 18:00 y las 22:00 del mismo día (cuatro horas). Posteriormente, se complementó la evaluación con la búsqueda de refugios.

Tanto para la evaluación en época de verano, como en época de invierno, se establecieron doce estaciones de evaluación (**Tabla 4.2.M4**), las formaciones vegetales evaluadas fueron “zona antropizada”, “desierto costero”, “semidesierto costero” y “matorral asociado a dunas”.

Asimismo, el esfuerzo de muestreo tanto para la época de verano, como la época de invierno, fue de 24 redes-noche; 96 horas-red; estimándose un esfuerzo total de 48 redes-noche; 192 horas-red (**Tabla 4.2.M5**).

Fotografía 4.2.18

Instalación de red de neblina en la estación FF-01 – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.

Evaluación cualitativa – mamíferos mayores

Los mamíferos mayores son aquellos con un peso promedio igual o mayor a un kilogramo en su etapa adulta (R.M. N° 057-2015 – MINAM). La evaluación de mamíferos mayores consistió en la revisión exhaustiva de los lugares que ofertaban hábitats adecuados para los mismos, realizándose recorridos a pie a lo largo de ocho estaciones de evaluación. Dichos recorridos se hicieron en secciones lineales de 4 km cada una, las evaluaciones se realizaron durante las mañanas entre las 6:00 y 10:00 horas, con una velocidad entre 1 a 1,5 km/hora. Como parte del registro se incluyen todos los avistamientos directos, así como los indicios indirectos, entre los que se encuentran: heces, huellas, madrigueras, restos óseos, etc.

Tanto en la evaluación en época de verano, como en época de invierno, se establecieron ocho estaciones de evaluación (**Tabla 4.2.M6**), las formaciones vegetales evaluadas fueron “zona antropizada”, “desierto costero”, “semidesierto costero” y “matorral asociado a dunas”. Asimismo, el esfuerzo de muestreo durante la época de verano, como la época de invierno, fue de 32 km, en cada época; con un esfuerzo total de 64 km (**Tabla 4.2.M7**).

Como método complementario a los recorridos, se instalaron siete cámaras-trampa en puntos de interés, en particular en aquellos lugares propensos a mayor actividad de mamíferos mayores. Los hallazgos oportunistas y la instalación de cámaras-trampa sirvieron como indicador de la intensidad de uso del hábitat por parte de los mamíferos mayores, utilizando como referencia el esfuerzo desplegado. Las cámaras-trampa permanecieron instaladas por tres días en cada estación, para un esfuerzo por época de evaluación de 21 cámaras-noche, y un esfuerzo total de 42 cámaras-noche (**Tabla 4.2.M8**).

Evaluación cualitativa – mamíferos marinos de litoral

Se realizaron registros cualitativos (tanto directos como indirectos) de mamíferos marinos mediante caminatas de forma paralela a lo largo del litoral. Esta evaluación se desarrolló mediante transectos lineales de 2 km a lo largo del litoral.

Tanto en la época de verano, como la época de invierno, se establecieron cuatro secciones de evaluación (**Tabla 4.2.M9**) en las estaciones FF-17, FF-18, FF-19 y FF-20, en las formaciones vegetales “semidesierto costero” y “desierto costero”. Asimismo, el esfuerzo de muestreo durante la época de verano y la época de invierno fue de 8 km, en cada época; con un esfuerzo de muestreo total de 16 km (**Tabla 4.2.M10**).

Respecto al tratamiento de los datos obtenidos, estos se incluyeron dentro de los mamíferos mayores, por ser registros dentro de la zona continental, de esta manera, incluyendo ambos muestreos (mamíferos mayores y mamíferos marinos de litoral), se estimó un esfuerzo de muestreo de mamíferos mayores y marinos de litoral de 40 km por cada época evaluada, y un esfuerzo de muestreo total de 80 km (**Tabla 4.2.M11**).

Determinación taxonómica de especies

Los individuos capturados en campo (mamíferos menores) fueron inmovilizados, mediante manipulación física, con la finalidad de tomar datos de edad, sexo, condición reproductiva y medidas externas para su determinación, mientras que otros individuos fueron colectados para compararlos con especímenes modelo. Las fichas de campo de las evaluaciones de ambas épocas se encuentran en el **Anexo 4.2.2**. Asimismo, la autorización para realizar investigación científica con colecta de flora y fauna silvestre se encuentra en el **Anexo 4.2.3**. Dicha autorización fue otorgada mediante Resolución de Dirección General N° 630-2019-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS y actualizada mediante Resolución de Dirección General N° D000163-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS.

Análisis de datos

Con los datos obtenidos en campo se elaboró una lista de las especies registradas en el área de estudio, tomando en cuenta mamíferos menores no voladores, mamíferos menores voladores, mamíferos mayores y mamíferos marinos de litoral, indicando además el tipo de registro realizado (directo, indirecto), (**Tabla 4.2.M12**).

Se elaboraron matrices de abundancia de los mamíferos menores capturados y de los mamíferos mayores avistados en cada sección de muestreo. Asimismo, se calculó el valor de abundancia relativa para mamíferos menores, el cual está dado en número de individuos capturados por trampas-noche. Además, se elaboró una matriz de riqueza de las especies registradas cualitativamente por sección, tanto para mamíferos menores como para mamíferos mayores.

Con los datos de abundancia absoluta de mamíferos menores y mayores se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson ($1-D$), así como la equidad de Pielou (J'). Estos índices fueron calculados para cada sección evaluada, utilizando el programa estadístico PAST (Hammer et al., 2001). Además, se realizaron análisis de similitud en PAST y se elaboraron las curvas de acumulación en EstimateS 9.1.

Por otro lado, se revisó la lista de categorización nacional de especies amenazadas de Fauna Silvestre (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) y la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), versión 2020-2. Aun cuando no se consideró pertinente incluir la categorización de especies según los apéndices de la CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) ya que, tal como su nombre lo indica, dicha categorización tiene como objetivo asegurar que el comercio internacional de individuos de especies de flora y fauna silvestre no amenace la supervivencia de las mismas, escapando, en este sentido, al enfoque y objetivos de la presente evaluación, se realizó la comparación con dicha lista solamente de modo referencial y para cumplir con los términos de referencia comunes para instrumentos de gestión ambiental de este tipo. Esta comparación no fue incluida en la lista de especies con algún estatus de conservación, debido a los criterios señalados líneas arriba.

Asimismo, se analizó la presencia de especies de importancia socioeconómica local (actual y potencial) mediante la revisión de estudios anteriores realizados en el área y búsqueda de bibliografía especializada, además de comunicaciones personales y entrevistas a pobladores locales.

Por último, las especies de mamíferos registradas en el área de estudio fueron evaluadas según su importancia, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Estado de conservación (según listas nacionales e internacionales).
- Especies endémicas
- Importancia socioeconómica

- **Importancia ecológica:** Se incluye en este criterio la importancia que pueden tener algunas especies por sus hábitos, dependiendo del grupo funcional (gremios alimenticios) al que pertenecen.

Se elaboró un cuadro de valoraciones para cada una de las posibles alternativas de los criterios indicados (**Cuadro 4.2.12**). Las especies de mamíferos de importancia mayor fueron seleccionadas según el valor obtenido de la suma de todos los criterios utilizados. Estos valores fueron designados de acuerdo con el análisis de los datos obtenidos en las evaluaciones de campo y de acuerdo con la literatura revisada. Se consideraron como especies de importancia mayor aquellas que obtuvieron un puntaje total igual o mayor a cinco.

Cuadro 4.2.12
Valoración de los criterios para la selección de especies de mamíferos de importancia mayor

Criterio	Valor	Especificación
Estado de conservación	0	No considerada en las listas de conservación (LC)
	1	Considerada nacional o internacionalmente bajo la categoría de Data Deficiente (DD)
	2	Considerada nacional o internacionalmente bajo la categoría de Casi Amenazada (NT)
	3	Considerada nacional e internacionalmente bajo las categorías Data Deficiente (DD) y Casi Amenazada (NT)
	4	Considerada nacional o internacionalmente bajo las categorías de amenaza (VU: Vulnerable, EN: En Peligro y CR: En Peligro Crítico)
	5	Considerada nacional e internacionalmente bajo las categorías de amenaza (VU: Vulnerable, EN: En Peligro y CR: En Peligro Crítico)
Endemismo	0	Especie no endémica
	2	Especie endémica
Importancia ecológica	0	Omnívoro, herbívoro
	1	Controlador de plagas
	2	Dispersor de semillas, o polinizador
Importancia socioeconómica	0	No posee importancia socioeconómica
	1	Posee importancia socioeconómica

Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Ubicación de las estaciones de evaluación

La ubicación y coordenadas detalladas de las estaciones de evaluación de mamíferos menores no voladores, voladores, mamíferos mayores y mamíferos marinos de litoral se presentan en la **Tabla 4.2.M1**. Asimismo, en las **Figuras 4.2.7, 4.2.8 y 4.2.9**, se presenta la ubicación de las estaciones cuantitativas para mamíferos menores no voladores, para mamíferos menores voladores, y estaciones cualitativas para mamíferos mayores, respectivamente. Además, en el **Cuadro 4.2.13** se presenta la ubicación geográfica y la formación vegetal correspondiente a cada estación de evaluación de mamíferos.

El objetivo de una evaluación biológica de este tipo es realizar un muestreo que represente adecuadamente la mastofauna de los ecosistemas en donde posteriormente se realizarían actividades humanas. Las estaciones de evaluación son representativas del área y permiten la adecuada gestión de los posibles impactos derivados de la actividad a realizar.

Cuadro 4.2.13

Nomenclatura, formación vegetal y referencia geográfica de las estaciones de evaluación de mamíferos

Estación	Formación vegetal	Distrito	Provincia	Departamento
FF-01	Zona antropizada	Mórrope	Lambayeque	Lambayeque
FF-02	Zona antropizada	Mórrope		
FF-03	Zona antropizada	Mórrope		
FF-04	Zona antropizada	Lambayeque		
FF-05	Semidesierto costero	Mórrope		
FF-06	Semidesierto costero	Mórrope		
FF-07	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-08	Zona antropizada	Lambayeque		
FF-09	Matorral asociado a dunas	Mórrope		
FF-10	Matorral asociado a dunas	Mórrope		
FF-11	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-12	Desierto costero	Mórrope		
FF-13	Desierto costero	Lambayeque		
FF-14	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-15	Desierto costero	Lambayeque		
FF-16	Desierto costero	Lambayeque		
FF-17	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-18	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-19	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-20	Semidesierto costero	Lambayeque		
FF-21	Zona antropizada	Lambayeque		
FF-22	Matorral asociado a dunas	Mórrope		

Fuente: INSIDEO, 2020.

Elaborado por: INSIDEO.

Resultados

Riqueza específica total y tipo de registro

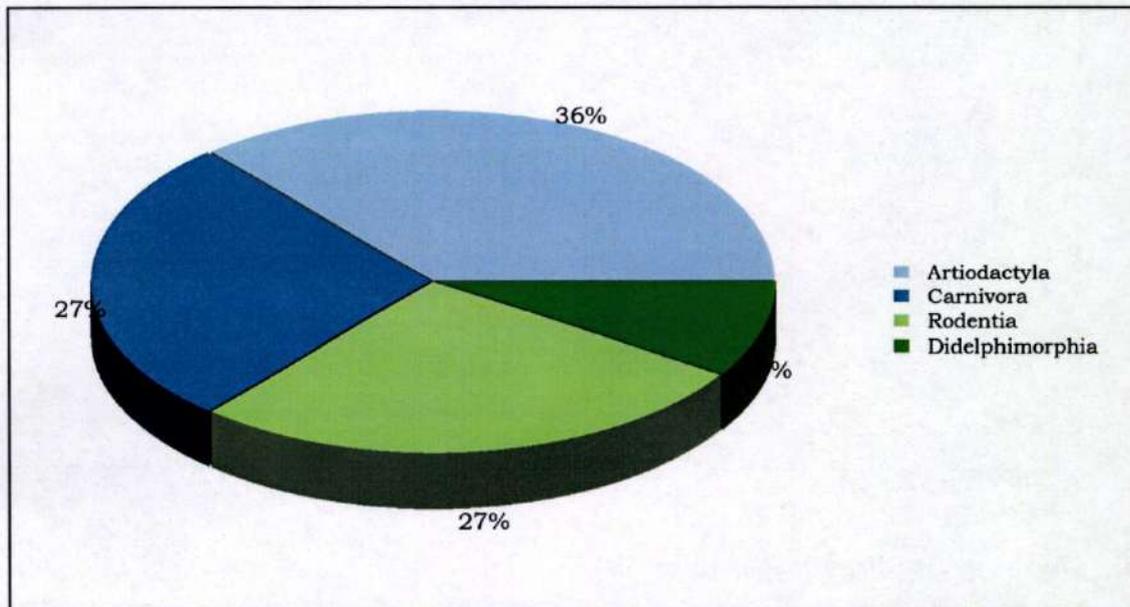
Considera a todas las especies registradas mediante indicios directos (observaciones y capturas) e indirectos (huellas, heces, madrigueras, entrevista a pobladores locales) de mamíferos menores (voladores y no voladores), mayores y marinos. Asimismo, se incluye a las especies que fueron registradas durante las evaluaciones realizadas en las épocas de verano e invierno.

Durante las diferentes evaluaciones de campo se registró un total de once especies de mamíferos pertenecientes a cuatro órdenes y nueve familias (**Tabla 4.2.M13**). En el **Anexo 4.2.1** se presentan fotografías de las especies reportadas.

Asimismo, el orden que presentó la mayor riqueza específica fue Artiodactyla, con cuatro especies registradas, representando el 36% de la riqueza total, seguido por los órdenes

Carnivora y Rodentia, con tres especies cada una, representando 27% cada uno. Por último, el orden Didelphimorphia registró una sola especie, representando 9% del total (Gráfico 4.2.73).

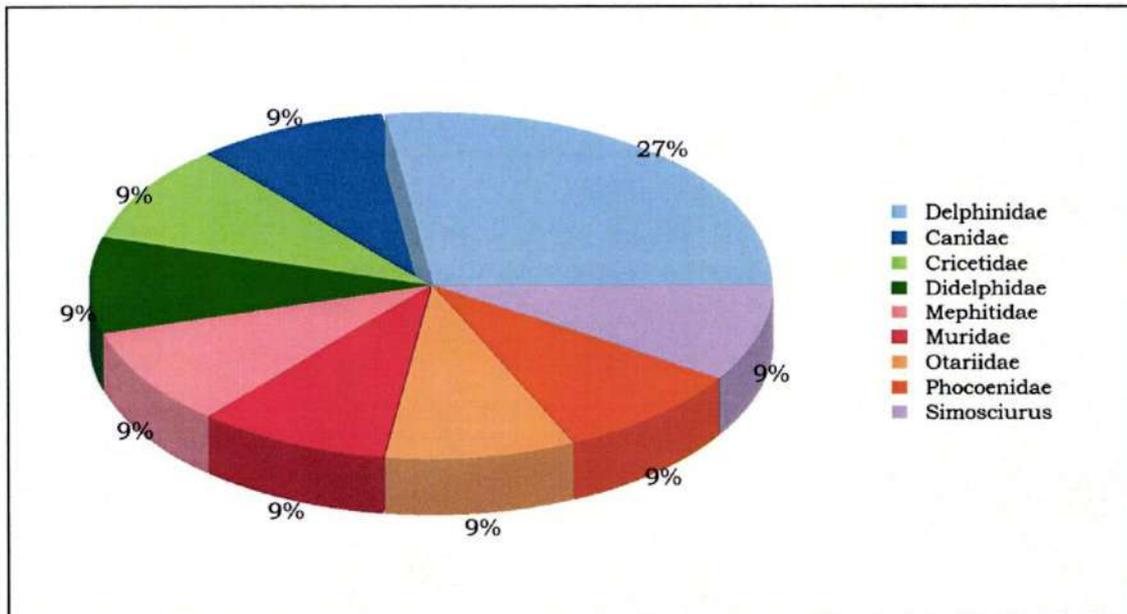
Gráfico 4.2.73
Composición porcentual de especies de mastofauna registradas en el área de estudio, por orden taxonómico



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Por otro lado, en cuanto a la riqueza de especies de mastofauna por familia, la familia Delphinidae reportó la mayor riqueza, con tres especies (27% del total), mientras que el resto de familias registraron una especie cada una, representando el 9% (Gráfico 4.2.74).

Gráfico 4.2.74
Composición porcentual de especies de mastofauna registradas en el área de estudio, por familia taxonómica



Fuente: INSIDEO, 2020.
 Elaborado por: INSIDEO.

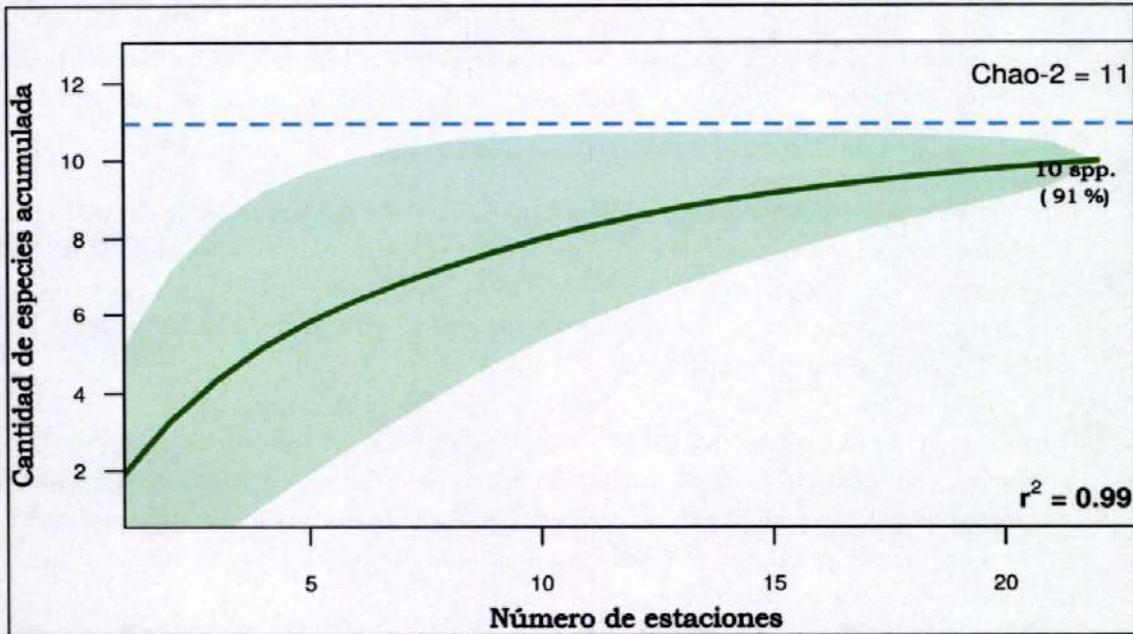
Curvas de acumulación generales

En el **Gráfico 4.2.75** se presenta la curva de acumulación de todas las especies de mastofauna para toda el área de estudio, en función a las 22 estaciones establecidas durante la época de verano. Como se observa en dicho gráfico, se logró representar el 91% de la riqueza de especies esperada. En este caso se registraron diez especies de las once esperadas por el valor de la asintota. Además, la curva explica que se logró del 99% de los resultados obtenidos, con un valor de $R^2 = 0,99$.

Por otro lado, en el **Gráfico 4.2.76** se presenta la curva de acumulación de especies para toda el área de estudio, en función a las 22 estaciones establecidas durante la época de invierno. Dicho gráfico muestra que, con el esfuerzo realizado, se logró representar el 100% de la mastofauna esperada, lo que quiere decir que el muestreo realizado fue óptimo, ya que se registraron diez especies, lo cual fue el valor esperado, representada por la asintota. Además, la curva presentó un buen ajuste ya que representó el 99% de los resultados obtenidos, teniendo un ajuste de $R^2 = 0,99$.

Gráfico 4.2.75

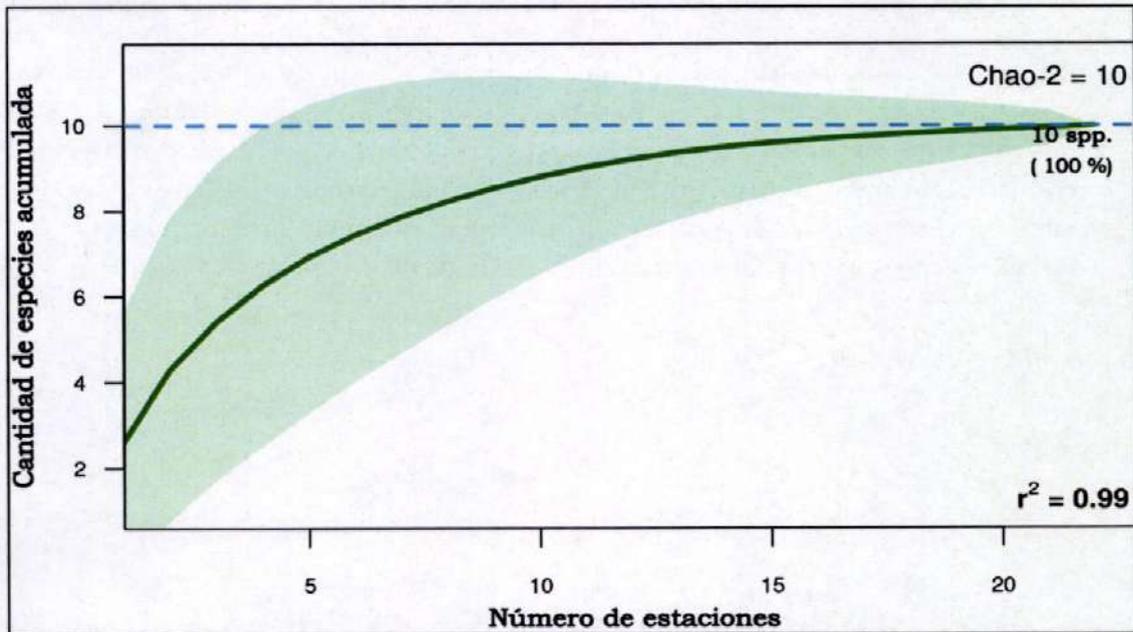
Curva de acumulación de especies para el componente mamíferos – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.76

Curva de acumulación de especies para el componente mamíferos – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Respecto de las curvas de acumulación de especies por formación vegetal, se realizó la estimación de las curvas de acumulación para el “semidesierto costero”, el “desierto costero” y la “zona antropizada”. Estas tres formaciones presentaron una cantidad suficiente de estaciones para poder hacer este análisis, mientras que la formación vegetal “matorral asociado a dunas” presentó solo tres estaciones, debido a la relativamente menor proporción del área de estudio que cubre esta formación, por lo que no se hizo este análisis para dicha formación.

Tal como se puede observar en el **Gráfico 4.2.77**, la curva de la formación vegetal “semidesierto costero” durante la época de verano muestra que se representó el 83% de la riqueza de especies esperada. En este caso, se obtuvo un registro de diez especies de las doce indicadas por el valor de la asintota. Además, esta curva explica el 99% de los resultados obtenidos, con un valor de $R^2 = 0,99$.

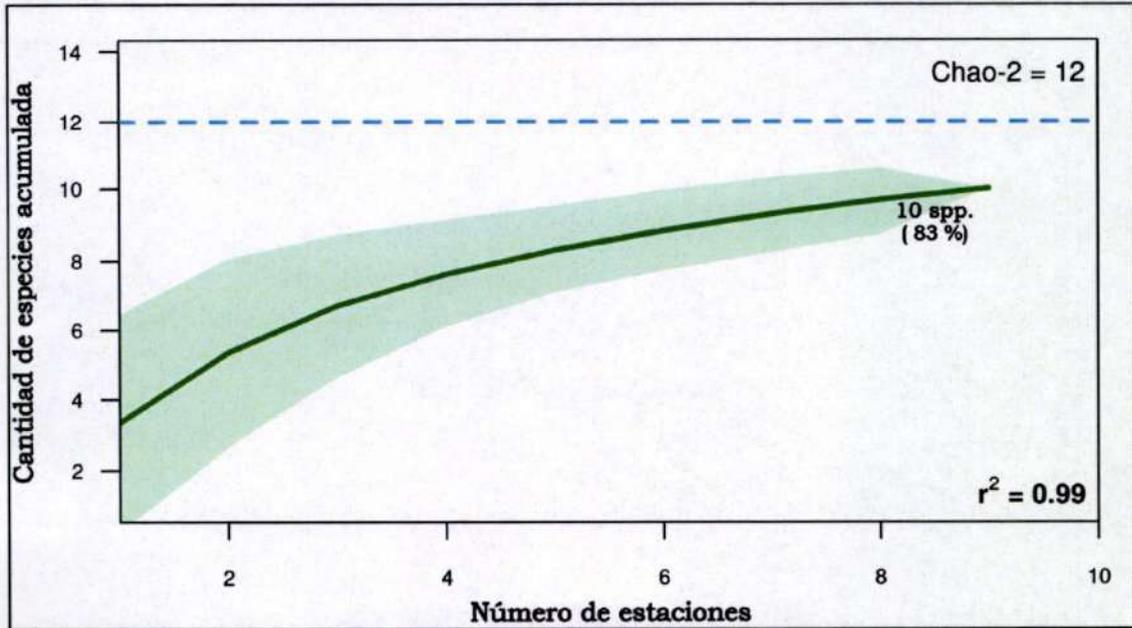
Por otro lado, en el **Gráfico 4.2.78** se muestra la curva de acumulación de especies en la formación “semidesierto costero” durante la época de invierno, en donde se puede ver que el número de especies registradas representó el 82% de la mastofauna esperada, lo que quiere decir que el muestreo realizado fue bastante óptimo, ya que se registraron nueve especies de un valor esperado de once especies.

Además, en el **Gráfico 4.2.79** se muestra la curva de acumulación para la formación vegetal “desierto costero” en la época de verano, en la cual se aprecia que se reportó el 75% del total de cuatro especies esperadas en dicha formación. En contraparte, la curva de acumulación de esta misma formación para la evaluación de la época de invierno registró el 100% del total de tres especies esperadas, como se observa en el **Gráfico 4.2.80**.

Finalmente, la formación vegetal “zona antropizada” reportó el 75% de las especies esperadas en la época de verano, es decir, tres de cuatro especies (**Gráfico 4.2.81**), con una curva que explicó el 99% de los resultados obtenidos ($R^2 = 1$). Por otro lado, en la evaluación de la época de invierno, se registraron cuatro especies, lo que correspondió al total especies esperadas (cuatro), según la curva de acumulación generada en el **Gráfico 4.2.82**. Además, esta curva explicó el 99% de los resultados obtenidos, con un $R^2 = 0,99$.

Gráfico 4.2.77

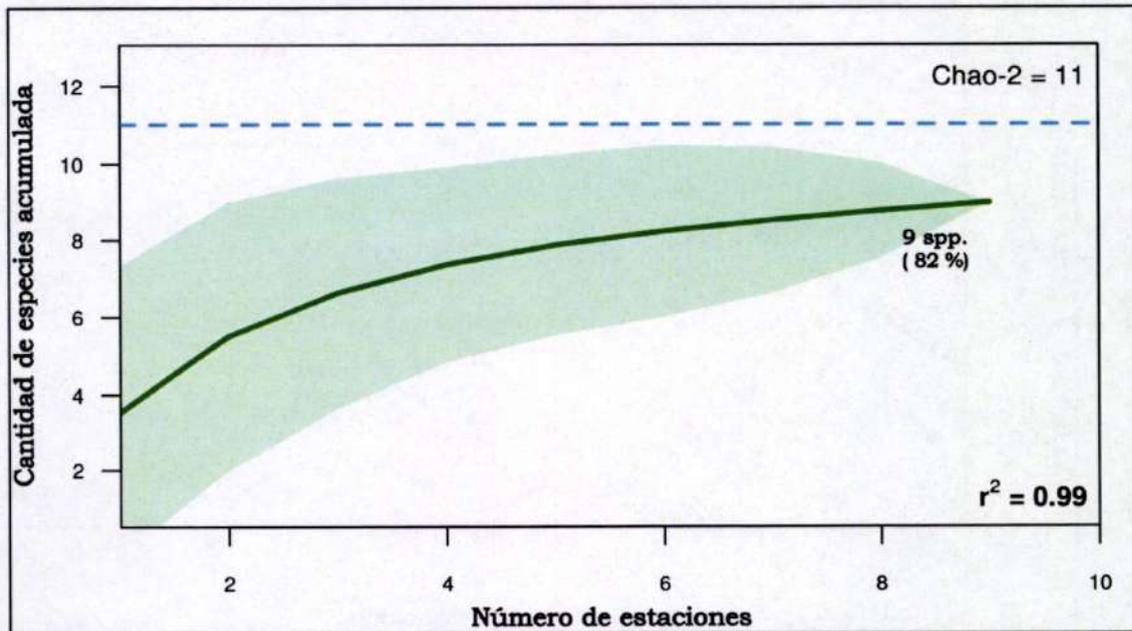
Curva de acumulación de especies para el componente mamíferos – formación vegetal “semidesierto costero” – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.78

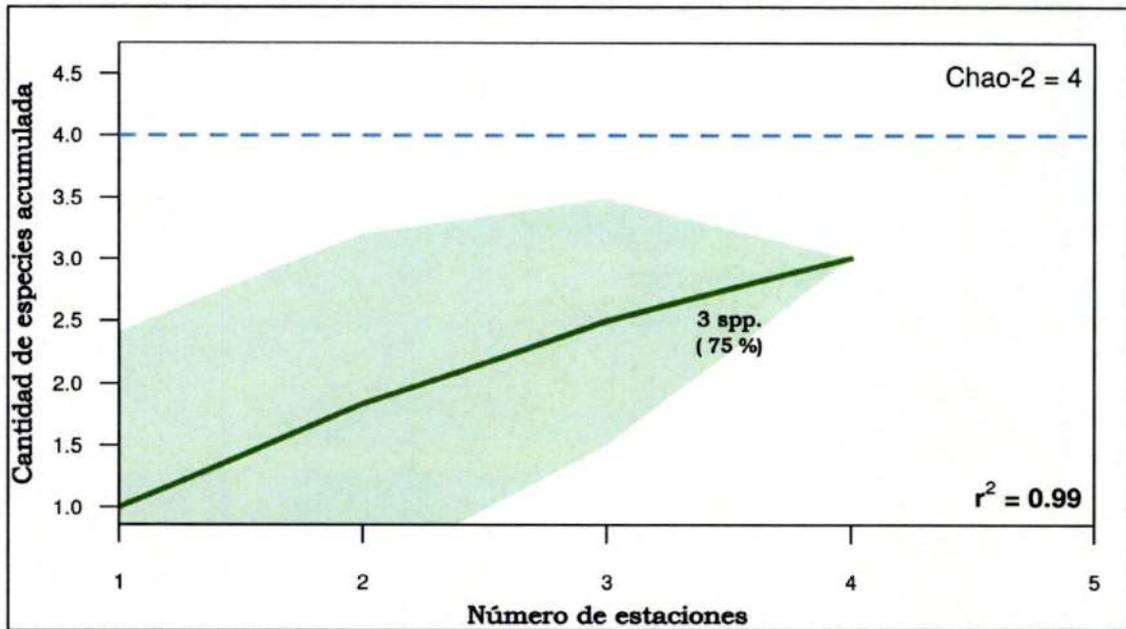
Curva de acumulación de especies para el componente mamíferos – formación vegetal “semidesierto costero” – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.79

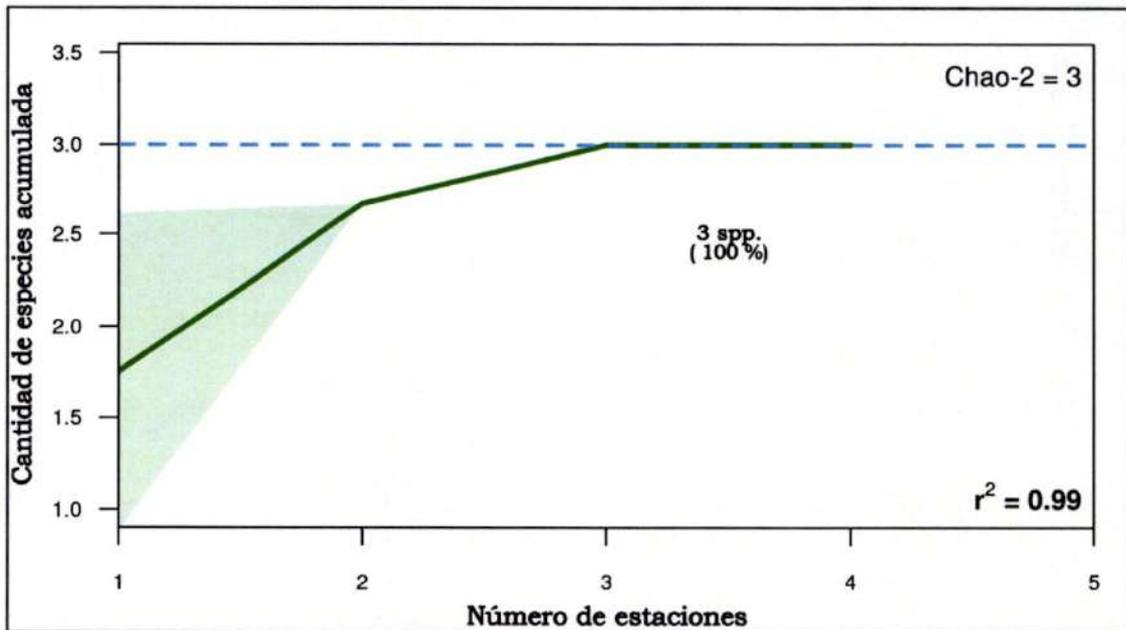
Curva de acumulación de especies para el componente mamíferos – formación vegetal “desierto costero” – época de verano 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.

Gráfico 4.2.80

Curva de acumulación de especies para el componente mamíferos – formación vegetal “desierto costero” – época de invierno 2020



Fuente: INSIDEO, 2020.
Elaborado por: INSIDEO.