PROGRAMA REGIONAL DE EVALUACION DE AVES MARINAS COSTERAS

ARICA

Variabilidad intra – interanual (2014 – 2020)

INTRODUCCIÓN

Desgraciadamente, a pesar del extenso rango de hábitat de aves marinas distribuidas en la costa chilena, poco se sabe sobre su reproducción y abundancia (Simeone et al, 2003). En efecto la literatura exhibe una profusa documentación de naturaleza biogeográfica, relativa a la adición de nuevos registros ornitológicos (i.e., Sallaberry, 2010).

En Chile las aguas del Océano Pacifico suroriental forman parte uno de los principales ecosistemas de surgencia costera del mundo, en ella la avifauna pelágica dominante está constituida por aves guaneras, que tienen sus equivalentes ecológicos en las sistemas gobernados por procesos oceanográficos de igual naturaleza (Tabla 1). Equivalentes correspondientes a especies de Pelecanidae, Sulidae, Phalacrocoracidae y Laridae.

Tabla 1. Avifauna pelágica de las principales áreas de surgencia del océano mundial.

CORRIENTE DE CALIFORNIA	**CORRIENTE DE LAS CANARIAS**
Pelecanus thagus *Sula leucogaster* *Phalacrocorax penicillatus* *Phalacrocorax auritus* *Phalacrocorax pelagicus* *Sterna forsteri* *Sterna antillarum*	*Pelecanus rufescens* *Sula leucogaster* *Morus bassanus* *Phalacrocorax aristotelis* *Phalacrocorax carbo* *Sterna paradisea* *Sterna hirundo* *Sterna sandvicencis*
CORRIENTE CHILE - PERU	**CORRIENTE DE BENGUELA**
Pelecanus occidentalis thagus *Sula variegata* *Phalacrocorax braslianus* *Phalacrocorax gaimardi* *Phalacrocorax bougainvillii* *Spheniscus humboldtii* *Sterna lorata* *Larosterna inca* *Pelecanoides garnotii*	*Pelecanus onocrotalus* *Morus capensis* *Phalacrocorax carbo lucidus* *Phalacrocorax capensis* *Phalacrocorax coronatus* *Phalacrocorax neglectus* *Spheniscus demersus* *Sterna bergii* *Sterna vittata* *Sterna balaenarum*

Dada la importancia de las aves guaneras, en función del uso del guano como fertilizante natural, éstas tuvieron amplia participación en la economía de los países productores. En Perú tempranamente (1909) se constituye la Compañía Administradora del Guano; la que inicia los monitoreos de aves guaneras en base a censos anuales, los que se mantienen a la fecha. La naturaleza de dichos estudios ha permitido conocer la dinámica aviar y precisar los efectos y alcances de fenómenos perturbadores naturales (i.e., El Niño) sobre estas aves. En Chile la explotación de las guaneras estuvo exenta de estudios relativos a sus poblaciones, de esta forma no existe información relevante sobre la ecología poblacional de ellas.

En comparación a Perú la literatura científica en Chile relativa a aves guaneras es significativamente menor, y en general existe una carencia de programas sistemáticos destinados al estudio de éstas, y de los impactos de fenómenos perturbadores naturales sobre sus poblaciones. Aún más, las aves guaneras son sólo una fracción de la diversidad de aves marinas costeras; lo cual constituye otro desafío en términos de la comprensión de la variabilidad intra e interanual de las poblaciones de aves en el marco del ecosistema de surgencia costero del norte de Chile.

En las regiones de Arica – Parinacota y de Tarapacá se encuentran en el borde costero distintos humedales (i.e., Ríos Lluta, San José, Camarones, Loa), los cuales en la costa árida del Pacifico sudamericano forman parte de una valiosa cadena de sitios de alta biodiversidad en el litoral de Perú y Chile; de importancia para las aves migratorias que viajan por ésta, que recibe influencia de la corriente fría de Humboldt, centros de surgencia, sometidos a los efectos del fenómeno ENSO y en la actualidad a los efectos de cambio climático (Tabilo et al., 2016).

Esta cadena recibe una ancha gama de aves migratorias, particularmente de chorlos y playeros que migran por la ruta migratoria de “Pacifico-Oeste”, y también recibe aves migratorias por las rutas migratorias conocido como “América-Interior” y “Patagonia” y del Altiplano andino (Tabilo et al., 2016).

De esta forma el ensamble aviar costero está constituido (s. lat) tanto por aves residentes como migratorias, a las que se suman por un lado especies divagantes o raras, que arriban ocasionalmente empujadas por eventos extremos orden meteorológico (i.e., aves del altiplano en la costa), y por especies oceánicas que ocasionalmente arriban al área.

Impactos a escala global (Cambio climático) y de eventos de baja frecuencia recurrentes (El Niño) afectan el comportamiento de las aves y su fenología, ésta como la relación recurrente que hay entre clima y las variaciones producidas en los registros de fenómenos biológicos como la llegada de aves migratorias.

La dinámica aviar es prácticamente desconocida, tanto en la fauna residente como en migratorias. En cuanto a migrantes de larga distancia, destrucción de hábitats a lo largo

de su ruta, tanto en sus territorios de invernada como en sus lugares de reproducción, así como en las zonas de parada y descanso de sus rutas migratorias, constituye una amenaza seria para sus poblaciones (i.e., Cano & Cano, 2017).

En condiciones normales, el arribo de migrantes regulares tendrá efectos significativos sobre la estructura del ensamble aviar residente, y un efecto sobre los estados de los recursos (alimento y competencia). Por otro lado, en condiciones El Niño los desplazamientos al sur de las aves guaneras, generan cambios en la estructura del ensamble aviar y por otro mortalidad asociada a inanición.

Los alcances de eventos perturbadores naturales y/o antrópicos sólo pueden ser precisados en la medida en que se cuente con una base de datos significativa, que permita diferenciar los cambios asociados a la dinámica aviar intra e interanual de orden normal a los impuestos por las anomalías.

El área de estudio en la costa del Pacífico es impactada recurrentemente por eventos El Niño, entre el 1900 – 2014 se registran en intensidad 3 muy fuertes (1925-26, 1982-83 y 1997-98), 8 fuertes y 18 moderados. Por ello, de acuerdo a Jacksic (2004) "en ausencia de una buena base de datos estamos condenados a ser sorprendidos por la llegada del Niño cada pocos años. Aun cuando los ornitólogos pueden tomar ventaja con un nuevo Niño, la falta de datos anteriores y posteriores hace que sea difícil entender las respuestas de las aves a sucesivos Eventos El Niño, la Niña y años normales.

Los efectos de eventos ENSO sobre aves marinas están ampliamente documentados (Oliva et al, 2014), los que se traducen significativamente en mortalidad de aves guaneras y desplazamientos masivos de éstas al sur. Por consiguiente el monitoreo de aves marinas es una herramientas fundamental para detectar cambios en los ecosistemas marinos.

En el área de estudio, la información de mayor relevancia se encuentra con relación al humedal del río Lluta; Peredo (1997, 2011) reconociendo la presencia de 159 especies, lo cual representa aproximadamente el 32% de las aves conocidas para Chile. Con anterioridad, Araya y Bernal (1995) en su revisión sobre la diversidad biológica de aves de Chile, reconocen la 151 especie para la Primera Región (administrativa histórica).

La avifauna marina costera en el área de estudio reúne principalmente representantes de Pelecaniformes, Suliformes, Cathartiformes, Charadriiformes, Passeriformes y Columbiformes; secundariamente se tienen registros de Anseriformes, Gruiformes, Phoenicopteriformes, Falconiformes, Accipitriformes, Sphenisciformes y Procellariformes. Diversidad que suma aproximadamente 45 especies.

En este conjunto, conformado tanto por especies residentes como migratorias, no se conocen sus patrones de ocurrencia temporal, sus abundancias poblacionales y su dinámica intra e interanual.

En conformidad a ello el Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) en conjunto con la Universidad Arturo Prat lleva a cabo estudios sistemáticos en aves marinas costeras, ello como consecuencia inicial del desarrollo del evento El Niño 2014 – 2016, cuyos resultados definieron la continuidad de los estudios hasta hoy en día, sobre la base de un Programa Regional, el cual definió los siguientes objetivos:

Objetivo General

Realizar una evaluación regional de Aves Marinas Costeras, destinada a:

Objetivos específicos

- Determinar los patrones estacionales predecibles de la avifauna costera residente y migratoria.
- Evaluar la dinámica intra – interanual del ensamble aviar.
- Establecer las variaciones impuestas por el Niño/Niña.
- Generar una base de datos que permita evaluar impactos de naturaleza antrópicos sobre las aves

De esta forma, se presenta una síntesis del "**Programa Regional de Evaluación de Aves Marinas Costeras"** en base a censos mensuales realizados en el área de estudio entre los años 2014 y 2020. Para tales efectos se seleccionó base de datos de continuidad sistemática, con el objeto de realizar análisis estadísticos con bases de datos comparables.

De este modo, en Arica – Parinacota se realiza la síntesis en función de la data de julio 2014 a febrero de 2020 para el área del borde costero río Lluta – Playa Chinchorro; toda vez que a partir de marzo de 2020 no se pudo acceder el área de estudio por las restricciones sanitarias impuestas por la pandemia.

Adicionalmente se han realizado evaluaciones en el área sur (Cuevas de Anzota a Infiernillos), pero su base de datos no tiene la continuidad anterior, por lo que no se presenta en esta síntesis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio.

- **Región de Arica Parinacota.**

El área de estudio compromete el arco de playa comprendido entre el humedal del río Lluta y Playa Chinchorro, la cual fue dividida en cuatro sectores (Figura 1, Tabla 2); las coordenadas de inicio y término de cada polígono fueron obtenidas por medio de un GPS marca GARMIN modelo etrex.

Figura 1. Area de estudio y coordenada de inicio de sectores de censos.

Tabla 2. Coordenadas de los sectores censados.

SECTOR	POLIGONO	HORARIO CENSOS
1	18°24.920'S 70°19.443'W 18°25.057'S 70°19.004'W	09:00 – 10:00
2	18°25.057'S 70°19.004'W 18°25.196'S 70°19.220'W	10:00 – 10:45
3	18°25.196'S 70°19.220'W 18°25.401'S 70°19.007'W	10:45 – 11:30
4	18°25.401'S 70°19.007'W 18°25.651'S 70°18.640'W	11:30 – 12:15

Características del ambiente de playas del área de estudio.

Todos los sectores corresponden a una playa de arena expuesta con un estado morfodinámico intermedio. Los sectores de censos se encuentran delimitados al norte por la desembocadura del río Lluta y al sur a la altura del Grupo de Formación de Carabineros de Chile, donde se inicia el desarrollo urbanístico costero de la ciudad en el límite conocido como playa Chinchorro.

El área de estudio se encuentra inserta en el principal ecosistema de surgencia costera de las costas de Chile, el que por su naturaleza de régimen continuo determina una extraordinaria productividad biológica de sus aguas, generada por un gran flujo de nutrientes a superficie que sustentan altas biomasas planctónicas, fuente primaria de alimento.

Por otra parte, el área de estudio se encuentra en el verano bajo la influencia de las descargas estivales de los ríos Lluta y San José, ello por efecto del desplazamiento de la zona de convergencia intertropical, que determina la ocurrencia estacional del fenómeno de invierno altiplánico. A su vez, el área es impactada por eventos El Niño, de naturaleza aperiódica pero de carácter recurrente.

Análisis de la información.

Taxocenosis.

El registro de especies comprende sólo las aves marinas costeras; no obstante ello en Arica en el área del arco de playa comprendido entre el humedal del río Lluta y Playa Chinchorro, se consideraron aves asociadas al humedal que se encontraron en los sectores considerados en alimentación.

Para el reconocimiento de las especies se utilizaron las guías de campo de Jaramillo (2015) y de Couve et al (2016), y el estatus taxonómico de éstas se basó en iguales obras.

Para sintetizar el aporte de cada grupo de aves a la diversidad de especies se usó el Índice de Riqueza taxonómica ponderada (Rtp), el cual integra de manera ponderada la participación desde especie a familia al interior de cada orden (Victoriano et al., 2006):

$$Rtp = 4F + 2G + 1Sp / 7$$

Donde F es el número de familias, G es el número de géneros y Sp el de especies al interior de cada Orden.

Patrones de ocurrencia temporal.

Para cada especie se evaluó su frecuencia de ocurrencia sobre la base del total de censos realizados; consignándose su estatus de residencia de acuerdo a Couve et al (2016), quienes reconocen las siguientes jerarquías:

- Residente anual.
- Residente migratorio
- Visitante anual, estival o invernal.
- Visitante ocasional.
- Accidental

El estatus de residencia que se enseña se constituye en función de los patrones de distribución de Jaramillo (2015) y de Couve et al (2016) y de la frecuencia de ocurrencia temporal de las especies registrados para cara área de estudio

Para determinar el efecto de los visitantes anuales sobre la taxocenosis se realizó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal – Wallis de la riqueza media estacional de especies. En el caso de establecer diferencias significativas se realizaron comparaciones múltiples por medio de la prueba a posteriori de LSD Fisher (Prueba de diferencia mínima significativa de Fisher).

Patrones de Abundancia: **Variabilidad intra e interanual.**

Los patrones de abundancia fueron examinados a escala mensual, tanto a nivel global como específico. La contribución de las especies visitantes anuales se examinó en cuanto a temporalidad y participación específica, y a su aporte porcentual respecto de las formas residentes.

La variabilidad de la abundancia media estacional fue evaluada mediante un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal – Wallis. En el caso de establecer diferencias significativas se realizaron comparaciones múltiples por medio de la prueba a posteriori de LSD Fisher (Prueba de diferencia mínima significativa de Fisher).

Diversidad del ensamble.

La diversidad de aves fue determinada a escala mensual por medio del índice de Shannon Wiener (1949):

$H' = - \Sigma p_i * \log_2 p_i$

Dónde:

H' = Diversidad (bits/ind).
p_i = a la proporción de la abundancia del iésimo taxón en la muestra o censo.
log_2 = logaritmo en base dos.

La existencia de diferencias en la diversidad media estacional se evaluó por medio de análisis de varianza no paramétrico de Kruskal – Wallis, previa estimación de la diversidad media estacional por la técnica de acuchillamiento de datos "Jackknife". En el caso de establecer diferencias significativas se realizaron comparaciones múltiples por medio de la prueba a posteriori de LSD Fisher (Prueba de diferencia mínima significativa de Fisher).

Análisis de clasificación.

El análisis de clasificación (= análisis de clúster o de conglomerados), como técnica estadística mutivariante, se utilizó en el plano temporal intranual, como herramienta para determinar la existencia de máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre ellos (creación de grupos lo más parecido internamente y los más diferente entre ellos), a partir de medidas de similitud o disimilitud.

Para tales efectos se aplicó el Indice de disimilitud de Bray Curtis (1957), previa transformación de la variable abundancia la forma de raíz cuarta.

$$IBC = \Sigma \, |x_i - p_i| / \Sigma \, (x_i + p_i)$$

Dónde:

x_i = proporción del iésimo taxón en el mes x.
p_i = proporción del iésimo taxón en el mes y.

La validación de los grupos se determinó por la estructura de dominio biológica. La representación del análisis de clúster se exhibe a través de dendrogramas, los que fueron desarrollados mediante el software Statistica (V.7).

RESULTADOS

SINTESIS ARICA - PARINACOTA

1. Taxocenosis.

La taxocenosis comprende 43 especies distribuidas en los órdenes Pelecaniformes, Suliformes, Gruiformes, Cathartiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Sphenisciformes, Procellariformes, Phoenicopteriformes, una de ellas no determinada. Especies distribuidas en 17 familias y 30 géneros. (Tabla 3). En ésta 4 taxa corresponden a aves muertas (Pingüino de Humboldt, Albatros real del norte, Pato lile y una especie no determinada).

Tabla 3. Taxocenosis aviar del área de estudio.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre vernacular
PELECANIFORMES	Pelecanidae	*Pelecanus thagus* Molina, 1782	Pelícano
	Threskiornithidae	*Plegadis ridgwayi* (Allen, 1876)	Cuervo del pantano de la puna
	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax* (Linnaeus, 1758)	Huairavo
		Egretta caerulea (Linnaeus, 1758)	Garza azul
		Egretta thula (Molina, 1782)	Garza blanca chica
		Ardea alba Linnaeus, 1758	Garza blanca grande
SULIFORMES	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789)	Pato yeco
		Phalacrocorax gaimardi (Lesson & Garnot, 1828)	Pato lile
		Phalacrocorax bougainvillii (Lesson, 1837)	Pato guanay
	Sulidae	*Sula variegata* (Tschudi, 1843)	Piquero
GRUIFORMES	Rallidae	*Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758)	Taguita del norte
			Indeterminado
CATHARTIFORMES	Cathartidae	*Cathartes aura* (Linnaeus, 1758)	Jote
		Coragyps atratus (Bechstein,1783)	Jote cabeza negra
CHARADRIIFORMES	Haematopodidae	*Haematopus ater* Vieillot & Oudart, 1825	Pilpilén negro
		Haematopus palliatus Temminck, 1820	Pilpilén blanco
	Laridae	*Larus belcheri* Vigors, 1829	Gaviota peruana
		Larus dominicanus Lichtenstein, 1823	Gaviota dominicana
		Leucophaeus modestus (Tschudi, 1843)	Gaviota garuma
		Larosterna inca (Lesson, 1827)	Gaviotín monja
		Larus pipixcan Wagler, 1831	Gaviotín de Franklin
		Rynchops niger Linnaeus, 1758	Rayador
		Chroicocephalus maculipennis (Lichtenstein, 1823)	Gaviota cáhuil
		Chroicocephalus cirrocephalus (Vieillot, 1818)	Gaviota de capuchón gris
		Sterna elegans Gambel, 1849	Gaviotín elegante
		Sterna hirundinacea Lesson, 1831	Gaviotín sudamericano
			Gaviotín indeterminado
	Scolapacidae	*Numenius phaeopus* (Linnaeus, 1758)	Zarapito
		Calidris alba (Pallas, 1764)	Playero blanco
		Arenaria interpres (Linnaeus, 1758)	Playero vuelve piedras
		Actitis macularius Linnaeus, 1766	Playero manchado
		Tringa melanoleuca (Gmelin, 1789)	Pitotoy grande
	Charadriidae	*Charadrius alexandrinus* (Linnaeus, 1758	Chorlo nivoso
		Charadrius semipalmatus Bonaparte, 1825	Chorlo semipalmado
		Charadrius collaris Vieillot, 1818	Chorlo de collar
		Charadrius vociferus Linnaeus, 1758	Chorlo gritón
			Chorlo indeterminado
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Zenaida meloda* (Tschudi, 1843)	Tortola
		Columba livia Gmelin, 1789	Paloma
SPHENISCIFORMES	Spheniscidae	*Spheniscus humboldti* Meyen, 1834	Pingüino de Humboldt
PROCELLARIFORMES	Diomedeidae	*Diomedea sanfordi Murphy, 1917*	Albatros real del Norte
PHOENICOPTERIFORMES	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782	Flamenco chileno
INDETERMINADO			Indeterminado

Los grupos más diversos en número de especies corresponden a Charadriiformes (53%), Pelecaniformes (14%) y Suliformes (9%); por su parte Gruiformes, Cathartiformes y Columbiformes aportan cada uno de ellos con el 5% y los restantes con 2%, respectivamente (Figura 2). El 66% de las especies están contenidas en las familias Laridae (26%), Scolopacidae (12%), Charadriidae (12%), Ardeidae (10%) y Phalacrocoracidae (9%), seguidas de Cathartidae, Haematopodidae, Columbidae y Rallidae que aportan cada una de ellas con el 5% de la riqueza, y las restantes con 2%, respectivamente (Figura 3).

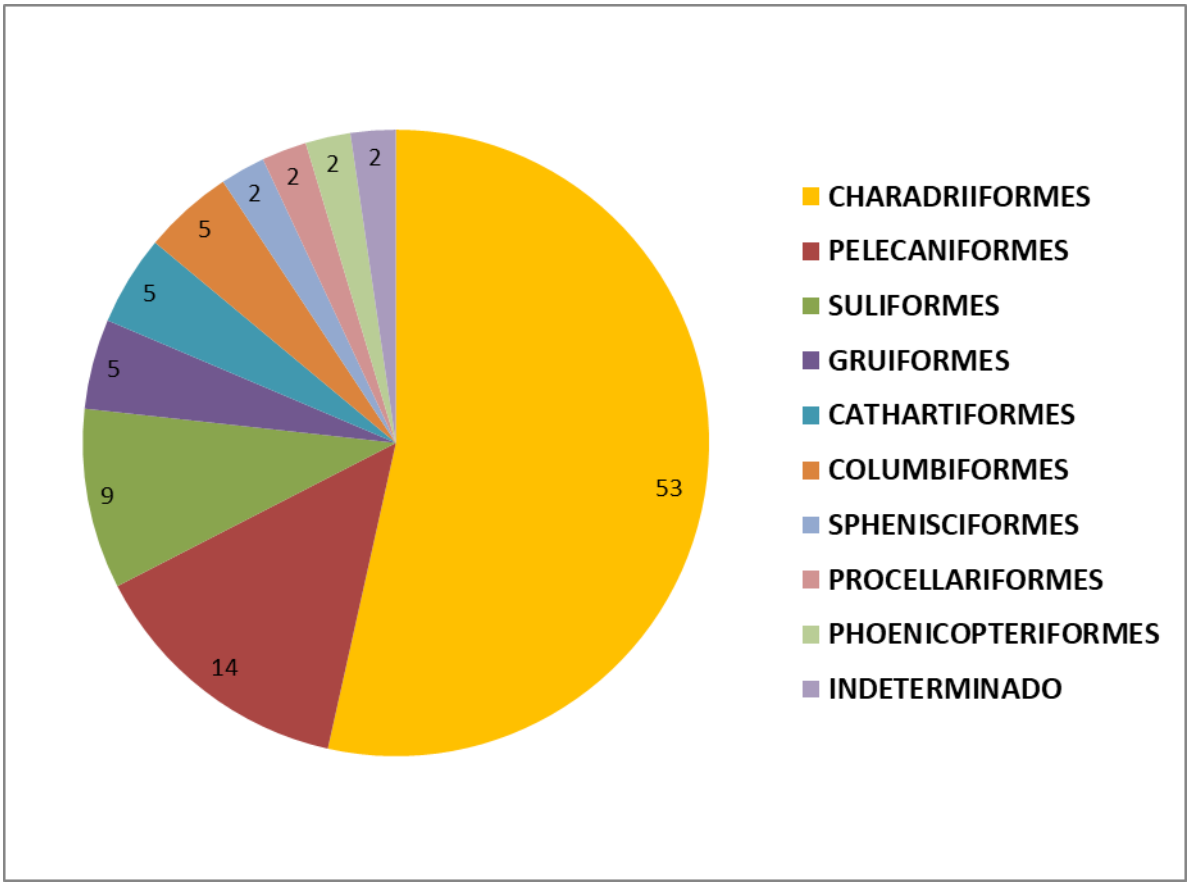


Figura 2. Contribución porcentual a la riqueza de especies de los órdenes registrados.

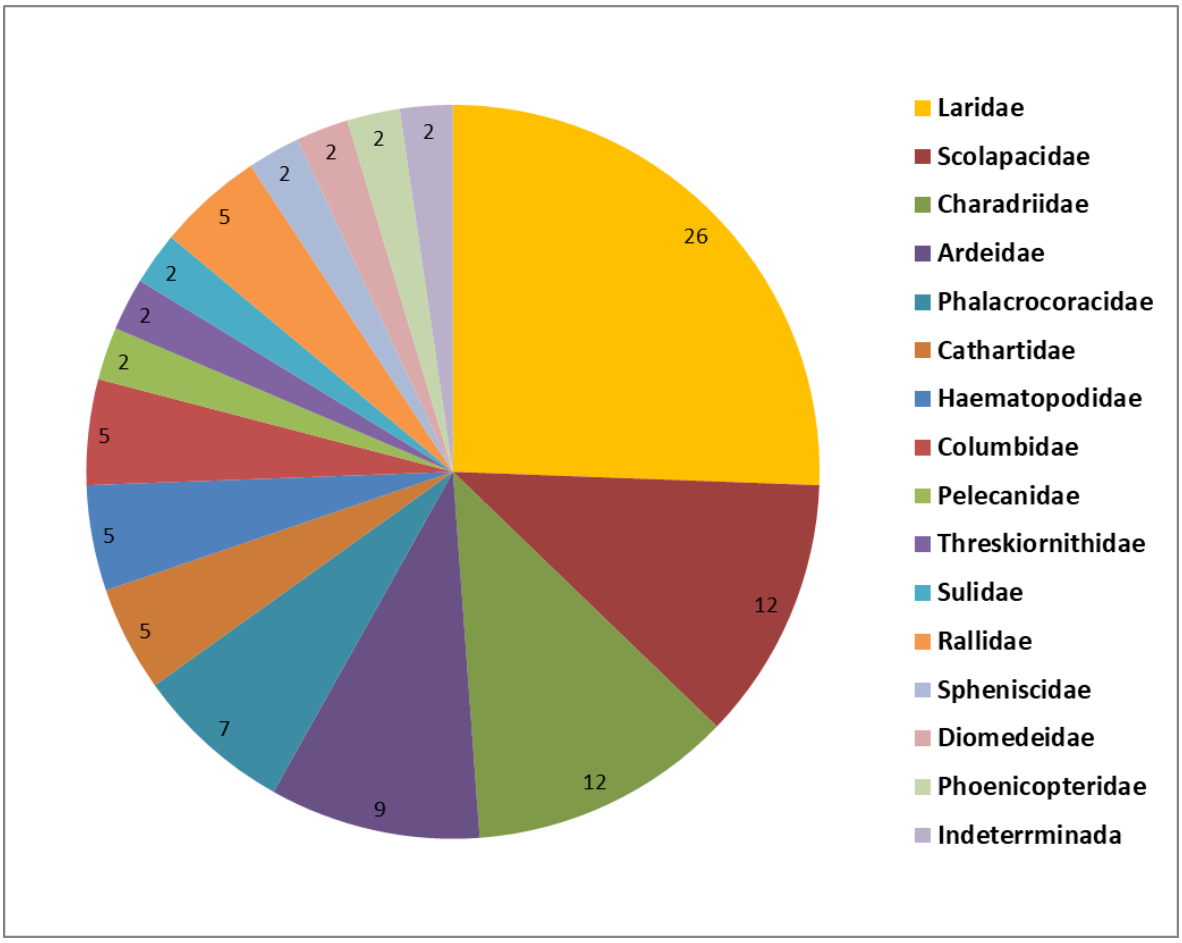


Figura 3. Contribución porcentual a la riqueza de especies por familias registradas.

2. Riqueza taxonómica ponderada.

En términos comparativos de la riqueza taxonómica ponderada Charadriiformes resulta el grupo más diverso (Tabla 4), seguido de Pelecaniformes; mención especial recibe la riqueza taxonómica ponderada de este grupo, al incorporarse al orden las familias Ardeidae y Threskiornithidae a partir de la convención de 2010 de la American Ornitologist Unión.

Tabla 4. Riqueza taxonómica ponderada de las aves en Arica.

ORDEN	FAMILIAS	GENEROS	N° géneros	N° Spp	Rtp
PELECANIFORMES	Pelecanidae	*Pelecanus*	1	1	4,0
	Threskiornithidae	*Plegadis*	1	1	
	Ardeidae	*Nycticorax, Egretta, Ardea*	3	4	
SULIFORMES	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax*	1	3	2,3
	Sulidae	*Sula*	1	1	
GRUIFORMES	Rallidae	*Gallinula, nn*	2	2	1,4
CATHARTIFORMES	Cathartidae	*Cathartes, Coragyps*	2	2	0,7
CHARADRIIFORMES	Haematopodidae	*Haematopus*	1	2	6,6
	Laridae	*Larus, Leucophaeus, Larosterna, Rynchops, Chroicocephalus, Sterna, nn*	7	11	
	Scolapacidae	*Numenius, Calidris, Arenaria, Tringa, Actitis*	5	5	
	Charadriidae	*Charadrius, nn*	2	5	
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Zenaida, Columba*	2	2	1,4
SPHENISCIFORMES	Spheniscidae	*Spheniscus*	1	1	0,7
PROCELLARIFORMES	Diomedeidae	*Diomedea*	1	1	0,7
PHOENICOPTERIFORMES	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus*	1	1	0,7
INDETERMINADO		*nn*	1	1	0,7

La familia Ardeidae contiene especies asociadas a humedales; sin embargo las garzas son registradas ampliamente en las costas de Arica-Parinacota y de Tarapacá.

En el caso de Threskiornithidae y Rallidae las especies registradas corresponden a especies del humedal, pero que fueron registradas en los sectores de playa alimentándose; por su parte en Cathartidae el jote de cabeza negra es una especie típica de la quebrada del río Lluta que incursiona a la costa a través del cauce. En Columbidae las especies observadas, si bien de hábito terrestre, son observadas comúnmente en playas de arena urbanas en la costa de Arica a Taltal.

En forma adicional los registros del Pato lile, Pingüino de Humboldt y del Albatros real corresponden a aves muertas; ésta última asociada al desarrollo inicial del evento El Niño 2014-2016.

3. Estatus de residencia.

En el área de estudio, en cuanto a aves vivas, se registraron 39 especies, en ellas tres indeterminadas correspondientes a: Gruiformes (1), Gaviotín (1) y Chorlo (1).

El estatus de residencia basado en Couve et al 2016 y en los registros de ocurrencia en el área de estudio, comprende las siguientes dimensiones: residentes anuales, residentes migratorios, visitantes anuales estivales, visitantes ocasionales, accidentales y especies introducidas. Las tablas 5 y 6 dan cuenta del estatus de residencia de las especies y de los patrones de ocurrencia.

Residentes anuales: Categoría que reúne 26 especies desde constantes, muy frecuentes, frecuentes, comunes, regulares y ocasiónales. En esta categoría diferenciamos:

- Especies asociadas al humedal y al valle de Lluta: Garza azul, Garza blanca chica, Garza blanca grande, Taguita del norte, Rallidae indeterminada, Jote Cabeza negra y Tórtola. En esta fracción las garzas se registran en todas las estaciones y las restantes son ocasionales.

- Especies marinas litorales: Pelícano, Huairavo, Pato guanay, Pato yeco, Piquero, Jote, Pilpilén blanco, Pilpilén negro, Gaviota garuma, Gaviota peruana, Gaviota dominicana, Chorlo nivoso, Gaviotín monja, Chorlo de collar y Chorlo gritón. La mayoría tienen avistamientos regulares durante el ciclo anual (constantes a comunes; a excepción de Huairavo, Guanay, Piqueros, Gaviotín monja, Chorlo de collar y Chorlo gritón que se registran como ocasionales.

- **Residentes migratorios:** Gaviota cáhuil y Gaviotín sudamericano. Especies residentes anuales del territorio nacional, que se desplazan al norte en invierno. La primera muy frecuente, la segunda ocasional.

- **Ocasionales accidentales**: en esta categoría ubicamos al Cuervo del Pantano y Flamenco chileno, ambas son residentes anuales del territorio en el sector altiplánico.

Visitantes anuales estivales: Rayador, Gaviotín elegante, Gaviotín de Franklin, Zarapito, Playero blanco, Playero vuelve piedras, Chorlo semipalmado, Pitotoy grande, Gaviota de capucha gris y Playero manchado. Las cinco primeras como visitantes regulares, las restantes ocasionales.

Especies introducidas: categoría que registra a la Paloma doméstica.

El Orden Charadriiformes incluye el mayor número de especies migratorias de visitantes estivales, las cuales preferentemente habitan zonas costeras arenosas o pedregosas en busca de áreas de descanso y alimentación (Victoriano et al., 2006); estos visitantes acceden tempranamente al área a partir de septiembre (s. lat). El área de Arica en los 18°18'S determina que una fracción de visitantes estivales permanezca en el invierno. En Laridos algunos ejemplares del gaviotín de Franklin, gaviotín elegante y rayadores permanecen en el área de estudio en invierno. En Scolopacidos igual situación se observa en playeros vuelve piedras y blancos, mientras que el chorlo semipalmado y Pitotoy grande son ocasionales; por su parte los zarapitos permanece durante todo el año con menores avistamientos en otoño.

En el caso de las especies registradas solamente con individuos muertos se tiene al Pato lile, Pingüino de Humboldt y al Albatros Real del Norte. La primera es residente anual común con escasos avistamientos en playas de arena, la segunda es registrada como residente anual localmente común, endémico de la Corriente de Humboldt no registra avistamientos en playa; la segunda especie se registra en aguas exteriores a lo largo de la Corriente de Humboldt.

Tabla 5. Estatus de Residencia de las especies del área de estudio.

ESPECIE	ESTATUS DE RESIDENCIA
Pelícano	R. anual muy común desde el extremo norte a P. Taitao.
Cuervo del pantano	R. anual localmente común del altiplano de Parinacota a Antofagasta.
Huairavo	R. anual común desde el extremo norte hasta A. de las Wollaston .
Garza blanca grande	R. anual común desde el extremo norte hasta Aysén.
Garza blanca chica	R. anual común desde el extremo norte hasta I. Grande de Chiloé.
Garza azul	R. anual muy local desde el extremo norte hasta Valle del Elqui.
Pato yeco	R. anual común en el territorio continental.
Pato guanay	R. anual común desde el extremo norte hasta Valparaíso.
Pato lile	R. anual localmente común, desde el extremo norte a P. Taitao.
Piquero	R. anual común desde el extremo norte hasta I. Grande de Chiloé.
Jote	R. anual común en sectores bajos y costero desde Arica a T. del Fuego.
Jote cabeza negra	R. anual común a abundante en sectores bajos y costeros desde el norte de Atacama a Villa O'Higgins. También el resto de Sudamérica.
Pilpilén negro	R. anual localmente común desde el extremo norte hasta el sur de T. del Fuego.
Pilpilén blanco	R. anual, frecuente a localmente común desde el extremo norte a P. Taitao.
Gaviota garuma	R. anual común dese Arica hasta el Canal de Chacao.
Gaviota peruana	R. anual común desde Arica hasta Atacama.
Gaviota dominicana	R. anual muy común a lo largo de la costa Chilena.
Gaviota cáhuil	R. anual común desde Valparaíso hasta T. del Fuego, se desplaza al norte en invierno hasta Arica.
Gaviota de capuchón gris	Registros en Arica.. Visitante anual escaso, en desembocadura de ríos.
Gaviotín de Franklin	V. estival común de Arica a Aysén..
Gaviotín elegante	V. estival común desde Arica hasta la I. Grande de Chiloé.
Gaviotín sudamericano	R. anual común de la costa Chilena, se desplaza al norte en invierno.
Gaviotín monja	R. anual localmente común desde Arica hasta Valparaíso.

Rayador	V. estival y localmente común de Arica hasta Isla grande Chiloé.
Playero vuelve piedras	V. estival frecuente a localmente común desde el norte hasta Chiloé.
Playero blanco	V. estival localmente común desde el extremo norte hasta Chiloé.
Playero manchado	V. estival escaso y local de ambientes costeros del extremo norte del país.
Chorlo nivoso	R. anual escaso a localmente común desde el extremo norte a Chiloé.
Chorlo semipalmado	V. estival relativamente común de las costas de Arica.
Chorlo de collar	R. anual escaso a localmente común desde Atacama a Chiloé. V. ocasional hasta Arica.
Chorlo gritón	R. anual de la costa septentrional de Arica.
Zarapito	V. estival común desde el extremo norte hasta el norte de T. del Fuego.
Pitotoy grande	V. estival localmente común desde el extremo norte hasta Chiloé.
Taguita del norte	R. anual escaso a localmente común en humedales de altura, visitante invernal regular por la costa desde Arica hasta Huasco.
Flamenco del norte	R. anual común altiplánico. V. escaso invernal de la costa y humedales bajos del extremo norte hasta Bío Bío.
Tórtola	R. anual común desde Arica hasta Atacama.
Paloma	Especie introducida, presente en todo el país.
Pingüino de Humboldt	R. anual localmente común, endémico C. Humboldt.
Albatros real del norte	V. anual común en aguas exteriores a lo largo de C. Humboldt.

(R = residente, V = visitante).

4. Patrones de ocurrencia temporal.

De acuerdo a los patrones de ocurrencia se registran 6 especies constantes, 1 muy frecuentes, 7 comunes, 1 regulares y 24 ocasionales (Tabla 6).

Tabla 6. Especie según categoría de frecuencia de ocurrencia en el área de estudio.

Constantes	Muy frecuentes	Comunes	Regulares	Ocasionales
Gaviota garuma	Gaviota dominicana	Gaviota cahuil	Pelícano	Garza blanca chica
Gaviota peruana		Playero blanco		Garza blanca grande
Pilpilén blanco		Gaviotín de Franklin		Gaviotín sudamericano
Jote		Gaviotín elegante		Playero vuelve piedra
Zarapito		Pilpilén negro		Huairavo
Pato yeco		Rayador		Garza azul
		Chorlo nivoso		Jote cabeza negra
				Gaviotín monja
				Playero manchado
				Tortola
				Perdicitas
				Taguita del norte
				Pato guanay
				Chorlo semipalmado
				Pitotoy grande
				Piquero
				Cuervo del pantano
				Gaviota de capuchón gris
				Gaviotín indeterminado
				Chorlo indeterminado
				Chorlo de collar
				Chorlo gritón
				Flamenco del norte
				Paloma

Las tres primeras categorías reúnen especies con avistamientos regulares en el área de Arica, debiendo precisar los siguientes aspectos relevantes- Los Zarapitos se consideran un visitante estival común desde el extremo norte hasta el norte de Tierra del Fuego; sin embargo su ocurrencia en el 90% de los censos realizados refieren ser un residente local en el área norte del país.

La Gaviota cáhuil y el Gaviotín sudamericano que se desplazan al norte en nuestro invierno austral revela una constante en éstos, según sus ocurrencias estacionales; de igual modo los visitantes estivales Gaviotín de Franklin y Gaviotín elegante enseñan el mismo comportamiento, tendencia que también siguen los Playeros blancos y Rayadores, pero sus registros en cualquier época del año refieren permanencia local. Chorlos nivosos y Pilpilenes negros son localmente comunes.

Los Pelícanos estuvieron presentes en el 31% de los censos realizados, en general su ocurrencia en ambientes de playas de arena es menor, usándolas como sitios de descanso temporal. En particular los avistamientos se concentran principalmente en la zona aledaña al humedal del río Lluta.

La categoría de ocasionales reúne al 62% de las especies registradas, fracción con diferentes consideraciones. El área de estudio se enmarca entre las desembocaduras del río Lluta y el San José, el primero conforma un humedal con una laguna permanente; por ello la presencia de especies de las familias Ardeidae (Garzas y Huairavos), Threskiornithidae (Cuervo del pantano), Rallidae (Taguita del norte e indeterminada) en el litoral corresponde a la incursión ocasional de éstas en el sector. Por su parte el Jote cabeza negra accede al litoral desde la parte baja de las quebradas de Lluta y Azapa; mientras que la presencia del Flamenco del norte ocurre tras tormentas en el área altiplánica de la región.

Guanayes, Piqueros y el Gaviotín monja se asocian principalmente a ambientes de facies rocosas, de allí que exhiban menores avistamientos en playas de arena.

Otro tanto lo constituyen los visitantes estivales Playero vuelve piedra, Playero manchado, Chorlo semipalmado y Pitotoy grande; mientras que la Gaviota de capuchón gris exhibe sólo registros en el territorio nacional. Adicionalmente se suman especies residentes anuales como los Chorlo de collar, Chorlo gritón y Tórtola, pero de baja ocurrencia y abundancia. La Paloma doméstica, especie introducida se observa normalmente en playas de contexto urbano.

Al considerar las frecuencias de ocurrencia estacionales y las abundancias mínimas y máximas de la dotación aviar global (Tabla 7), se determina el patrón regular de los residentes migratorios del territorio nacional, y de los visitantes estivales.

Tabla 7. Frecuencia de ocurrencia a escala estacional y total de las aves en el área de estudio, y rangos mínimos y máximos de abundancia.

ESPECIES	FRECUENCIAS ESTACIONALES				FRECUENCIA %		ABUNDANCIA	
	V	O	I	P	ni	%	MIN	MAX
Pelícano	3	4	9	5	21	31	1	220
Pato yeco	14	12	16	13	55	81	1	96
Pato guanay			1	1	2	3	2	21
Piquero			1		1	1	18	18
Huairavo	2		2	3	7	10	1	3
Garza blanca grande	2	6	1	2	11	16	1	7
Garza blanca chica	2	5	4	1	12	18	1	19
Garza azul	1	2	3	1	7	10	1	2
Cuervo del pantano		1			1	1	18	18
Jote	14	14	17	18	63	93	1	122
Jote cabeza negra	1		1	2	4	6	1	61
Pilpilén blanco	17	14	17	18	66	97	9	294
Pilpilén negro	11	5	9	6	31	46	1	16
Gaviota garuma	17	15	18	18	68	100	3	17237
Gaviota peruana	17	15	18	18	68	100	1	132
Gaviota dominicana	11	15	16	12	54	79	1	222
Gaviota cahuil	1	12	15	11	39	57	1	2193
Gaviotín de Franklin	16	7	1	12	36	53	1	9630
Gaviotín elegante	13	6	8	8	35	51	1	3072
Gaviotín sudamericano		1	3	6	10	15	3	2002
Gaviotín monja		1	2	1	4	6	1	31
Gaviota de capuchón gris			1		1	1	1	1
Gaviotín indeterminado	1				1	1	31	31
Rayador	9	3	6	11	29	43	1	269
Playero vuelve piedra	1		4	4	9	13	1	9
Chorlo nivoso	9	5	8	7	29	43	1	623
Chorlo semipalmado			2		2	3	2	3
Chorlo indeterminado	1				1	1	11	11
Chorlo de collar				1	1	1	3	3
Chorlo gritón			1		1	1	2	2
Playero blanco	10	8	10	9	37	54	1	1230
Playero manchado		1	1	2	4	6	1	3
Zarapito	17	8	18	18	61	90	1	408
Pitotoy grande		1	1		2	3	1	1
Perdicitas		1	2		3	4	1	5
Taguita del norte			2	1	3	4	1	2
Flamenco del norte			1		1	1	1	1
Tortola		3	1		4	6	1	2
Paloma	1				1	1	1	1

(V = verano, O = otoño, I = invierno, P = primavera).

5. Variabilidad estacional de la riqueza de especies.

La riqueza media estacional de especies (Figura 4) fluctuó entre 8 (otoño de 2017) a 14 (otoño de 2016 e invierno de 2017), representando el 21% y 36% de la taxocenosis global del área. El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal – Wallis determina que no existen diferencias significativas de esta variable en términos estacionales (Kw = 2,827 – p = 0,419).

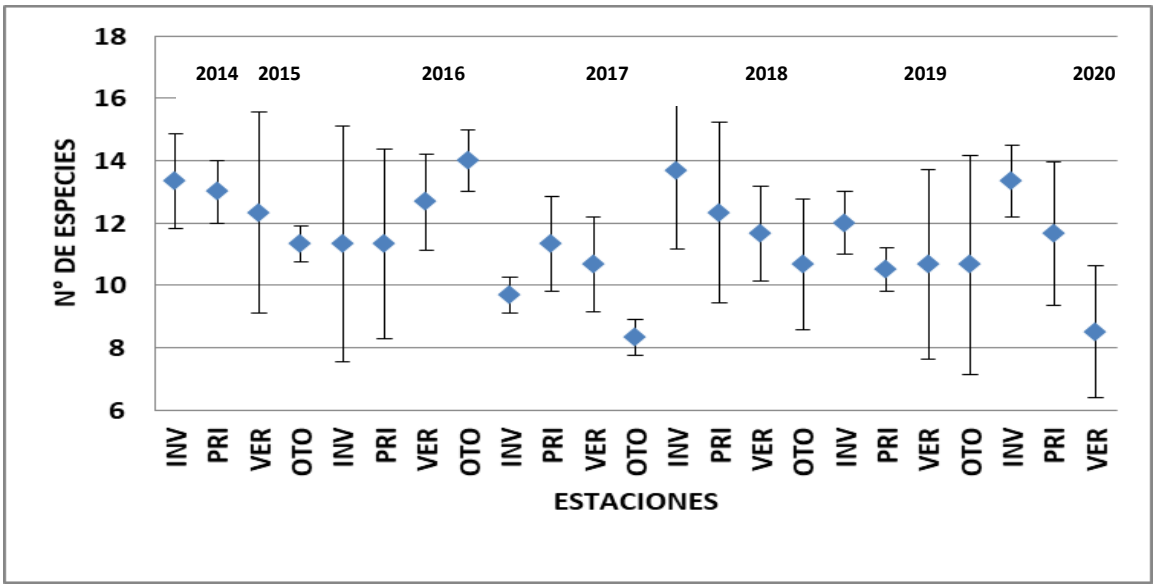


Figura 4. Riqueza media de especies estacional para la serie 2014 – 2020 (Barra vertical = desviación estándar).

6. Patrones de abundancia global.

La abundancia mensual de aves (Figura 5) exhibe escalamientos de centenas (4) – miles (56) - decenas de miles (8). Con mínimo de 298 ejemplares observados en julio de 2018, y un máximo de 25.186 aves registrado en marzo de 2018.

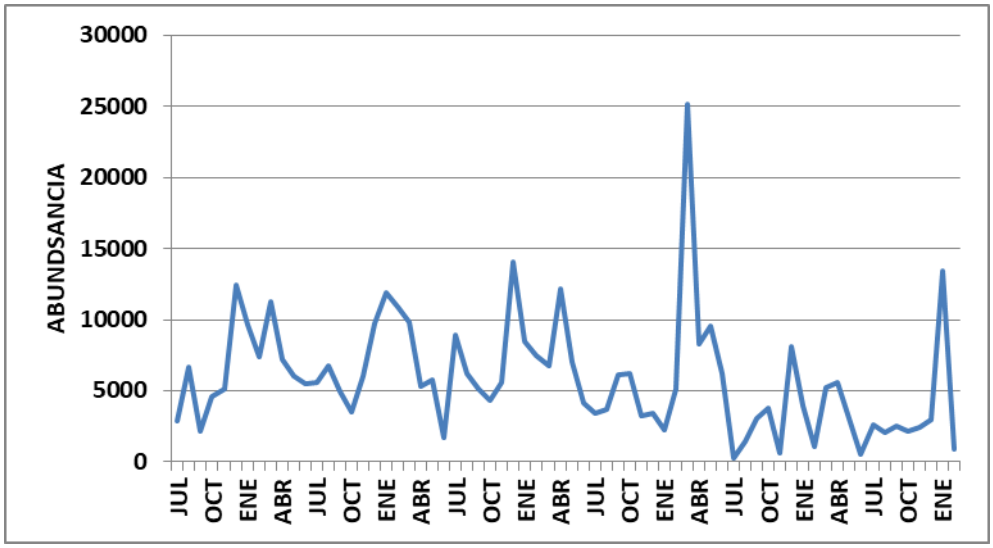


Figura 5. Abundancia mensual de aves para la serie 2014 – 2020.

En cada año los máximos (Tabla 8) se asocian a dos especies en particular, el Gaviotín de Franklin que puede alcanzar el 60% de la dotación aviar y la gaviota garuma el 86%. Los máximos del gaviotín se explican por concentración de carácter migratorio; en el caso de las garumas explicaciones se encuentran en función agregación alimentaria y/o por el éxito reproductivo de la temporada anterior.

Tabla 8. Contribuciones de la abundancia de las especies dominantes a los máximos mensuales de cada año.

		Abundancia			Contribucion %	
Año	Mes	Total	Garumas	G. Franklin	Garumas	G. Franklin
2014	Diciembre	12439	3419	7547	27,5	60,7
2015	Marzo	11270	9708	455	86,1	4,0
2016	Diciembre	14083	9747	3073	69,2	21,8
2017	Enero	8446	6184	1003	73,2	11,9
2018	Marzo	25186	17237	6808	68,4	27,0
2019	Abril	5557	3716	1387	66,9	25,0
2020	Enero	13438	258	9630	1,9	71,7

7. Contribución porcentual de la abundancia a nivel de grupos mayores.

Consistentemente el orden Charadriiformes (Tabla 9) se constituye en el taxón dominante con aportes porcentuales medios de abundancia en el rango de 96,7% a 99,5% (junio – marzo); aportes menores al 99% son observados de mayo a octubre, meses donde se incrementa la abundancia de aves guaneras (Pelecaniformes y Suliformes).

Tabla 9. Contribución porcentual de la abundancia a nivel de órdenes por mes y año.

2014	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES							1,2	0,0	0,1	2,5		
SULIFORMES							1,7	0,1	0,7	2,1	0,4	0,02
CATHARTIFORMES							0,3	1,2	1,0	0,3	0,7	0,4
CHARADRIIFORMES							96,7	98,7	98,1	95,0	98,9	99,6
GRUIIFORMES								0,01	0,1	0,04		
PHOENICOPTERIFORMES							0,03					
COLUMBIFORMES												
TOTAL							100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2015	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES	0,02	0,01			0,02	0,04		0,01				
SULIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,2	0,7	0,4	
CATHARTIFORMES	0,4	0,9	0,3	0,6	1,1	0,7	0,0	0,2	0,3	0,5	0,3	0,6
CHARADRIIFORMES	99,5	99,1	99,7	99,3	98,8	99,1	99,6	99,2	99,5	98,8	99,3	99,4
GRUIIFORMES						0,04		0,1	0,02			
PHOENICOPTERIFORMES												
COLUMBIFORMES		0,01										
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2016	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES	0,1	0,0	0,0	0,1	4,1	2,6	0,2	0,2	0,5	0,4	0,5	0,2
SULIFORMES	0,3	0,1	0,0	0,1	0,9	0,9	0,3	0,5	0,8	0,4		
CATHARTIFORMES	0,0	0,5	0,7	0,7	1,8	2,3	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5
CHARADRIIFORMES	99,6	99,4	99,3	99,1	93,3	94,1	98,8	98,6	98,1	98,8	99,1	99,2
GRUIIFORMES												
PHOENICOPTERIFORMES												
COLUMBIFORMES						0,1						
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2017	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES		0,3	0,2		0,03		0,03	0,1	1,2			
SULIFORMES	0,02	0,2	0,3		0,2	0,02	0,1		0,1	0,03		0,1
CATHARTIFORMES			0,4	0,2	1,3	0,1	0,9	1,0	0,0	0,1	0,7	1,0
CHARADRIIFORMES	100,0	99,6	99,1	99,8	98,5	99,9	99,0	98,9	98,7	99,8	99,3	99,0
GRUIIFORMES												
PHOENICOPTERIFORMES												
COLUMBIFORMES				0,02				0,03				
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2018	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES					0,1	0,03	2,0	0,3	0,1	0,1		0,01
SULIFORMES	0,1		0,1			0,1	0,3	1,2			0,2	0,04
CATHARTIFORMES	2,5	0,5	0,1	1,5	0,5		3,4	2,2	0,2	0,3	0,9	0,05
CHARADRIIFORMES	97,5	99,5	99,8	98,5	99,4	99,9	94,3	96,3	99,7	99,7	98,9	99,9
GRUIIFORMES												
PHOENICOPTERIFORMES												
COLUMBIFORMES					0,01							
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 9. (Continuación). Contribución porcentual de la abundancia a nivel de órdenes por mes y año.

2019	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1
SULIFORMES	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	1,5	0,9	1,0	0,1	0,3	0,3	0,6
CATHARTIFORMES	1,3	1,1	0,2	0,5	1,4	7,7	1,1	0,5	1,8	1,6	0,7	0,7
CHARADRIIFORMES	98,7	98,8	99,8	99,4	98,0	90,8	98,0	98,2	98,1	98,1	99,0	98,6
GRUIIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PHOENICOPTERIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
COLUMBIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2020	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PELECANIFORMES	0,0	0,0										
SULIFORMES	0,2	0,0										
CATHARTIFORMES	0,0	0,9										
CHARADRIIFORMES	99,8	99,1										
GRUIIFORMES	0,0	0,0										
PHOENICOPTERIFORMES	0,0	0,0										
COLUMBIFORMES	0,0	0,0										
TOTAL	100,0	100,0										

8. Fluctuaciones de la abundancia asociadas a los patrones de ocurrencia temporal.

Pelecaniformes

El Pelicano usa el ambiente costero del área de estudio principalmente como sitio de descanso, ya que las mayores agregaciones se observan en el litoral rocoso, exhibiendo amplias fluctuaciones a un máximo de 220 en mayo de 2016. Las Garzas y Huairavos que exhiben bajas dotaciones (< 20) son ampliamente observadas en relación al humedal bajo del río Lluta, pero su presencia en el ambiente costero del norte grande es habitual, a excepción de la Garza azul; las Garzas con mayores ocurrencias en otoño mientras que el Huairavo no es observado en dicha estación. El Cuervo del pantano con un solo registro debe ser considerado accidental (Figura 6).

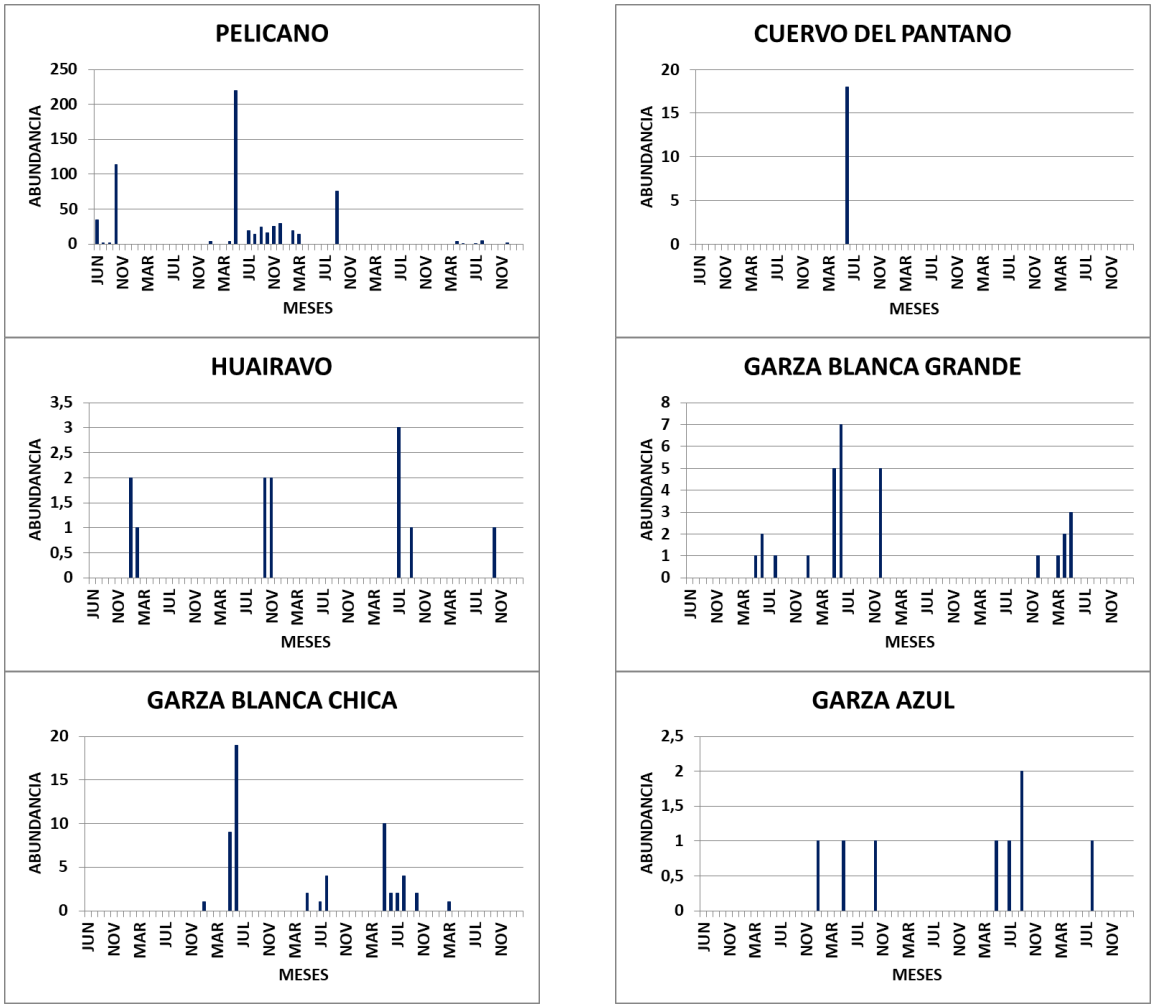
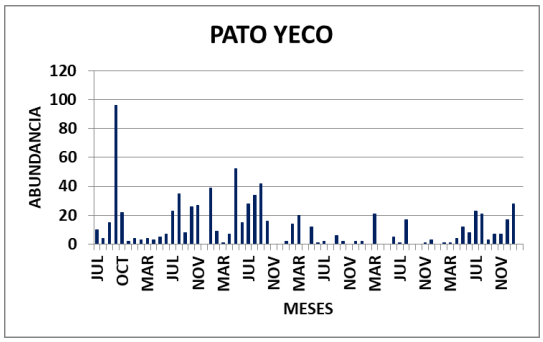
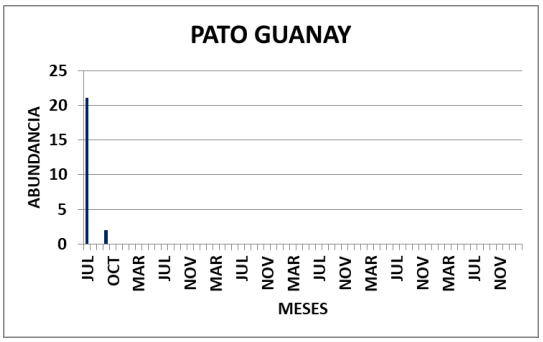


Figura 6. Abundancia mensual de especies de Pelecaniformes (2014 – 2020).

Suliformes

Los Yecos son residentes anuales comunes con amplia ocurrencia y fluctuaciones en el área con máximos de 96 ejemplares, su presencia en playas de arena se asocia a descanso y alimentación. Guanayes y Piqueros residentes anuales se concentran principalmente en sectores rocosos, de allí su baja ocurrencia y abundancia (Figura 7).





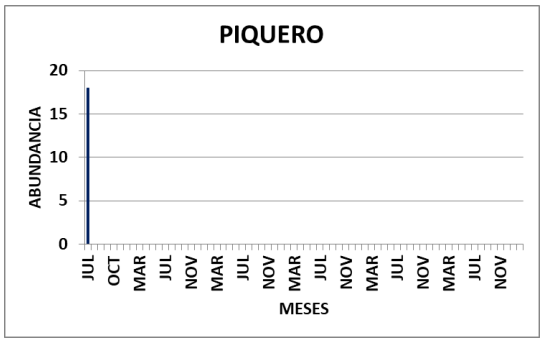
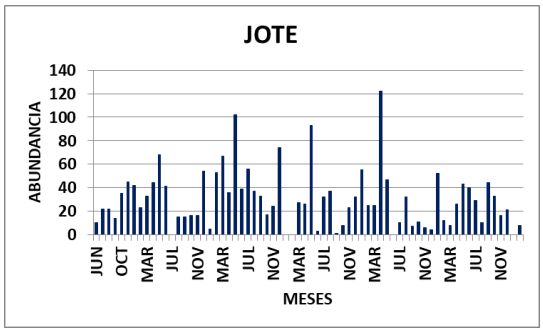


Figura 7. Abundancia mensual de especies de Suliformes (2014 – 2020).

Cathartiformes

El Jote residente anual de alta ocurrencia, enseña fluctuaciones asociadas a su conducta carroñera. El Jote de Cabeza negra accede al área desde los valles (Figura 8).



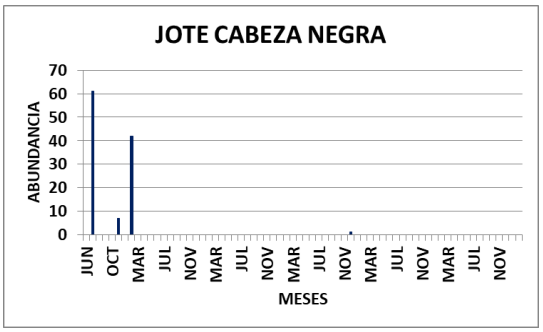


Figura 8. Abundancia mensual de especies de Cathartiformes (2014 – 2020).

Charadriiformes

En la familia Haematopodidae (Figura 9) el pilpilén blanco residente anual con una ocurrencia del 97% exhibe una dotación máxima de 294 ejemplares, por su parte el pilpilén negro de menor ocurrencia (46%) llega sólo a 16 aves.

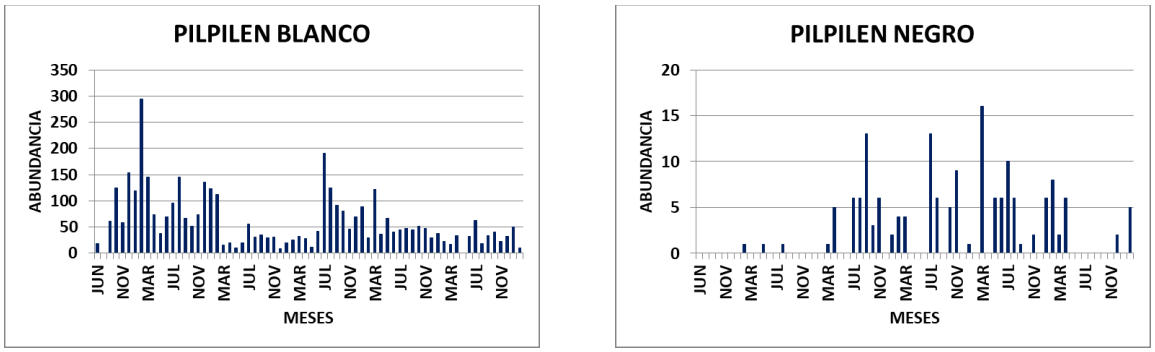


Figura 9. Abundancia mensual de especies de Charadriiformes: Haematopodidae (2014 – 2020).

En la familia Laridae (Figura 10) la gaviota garuma residente anual es la especie que alcanza la mayor abundancia, a un máximo de 17.327 individuos en abril de 2018. Por su parte las gaviotas peruana y dominicana, también de ocurrencia amplia enseñan dotaciones máximas de 132 y 222 ejemplares. La gaviota cáhuil como residente migratorio ocurre principalmente de mayo a octubre, llegando a 2193 aves en junio de 2018.

Los gaviotines de Franklin, elegante y sudamericano destacan por abundancias máximas de 9630 (enero 2020), 3.072 (enero 2020) y 2.002 (septiembre 2018) ejemplares, respectivamente. El primero accede normalmente al área a partir de octubre y excepcionalmente en agosto (2015), su máximos por arribazón se centran en diciembre y por retorno en marzo – abril. El gaviotín elegante puede acceder tan tempranamente al área como en mayo – junio, pero como típico visitante estival sus máximos se sitúan en enero – febrero. El gaviotín sudamericano exhibe una ocurrencia menor (15%), focalizada a fines invierno y primavera.

El gaviotín monja y el Gaviotín indeterminado muestran una baja presencia temporal en el área y dotaciones máximas de 31 individuos. Por su parte el rayador disminuye sus avistamientos de fines de otoño a invierno; aun cuando puede registrarse tempranamente en junio, excepcionalmente se registró un máximo de 269 especímenes en agosto de 2019. La gaviota de capuchón gris solo registra un único ejemplar en septiembre de 2019.

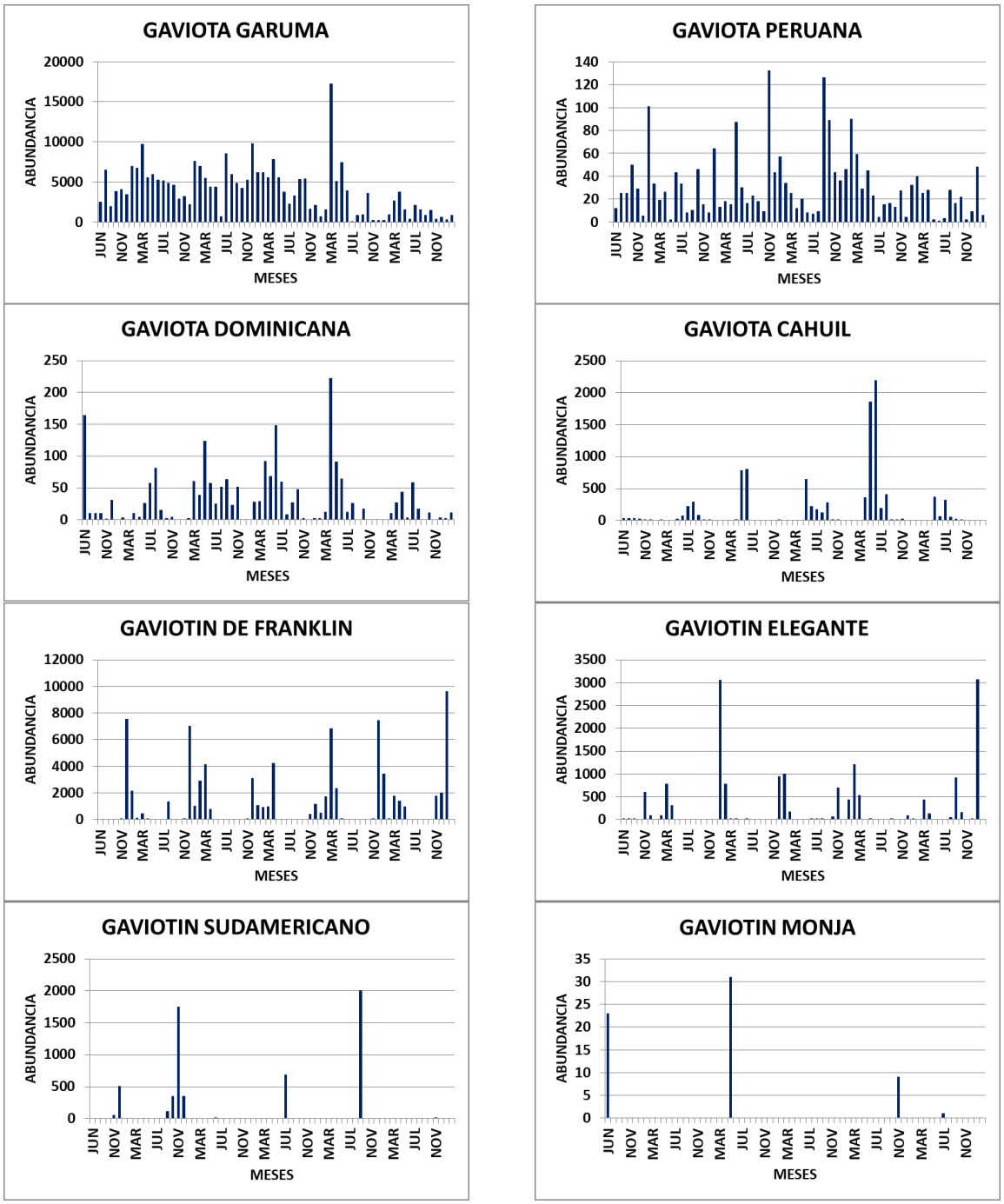
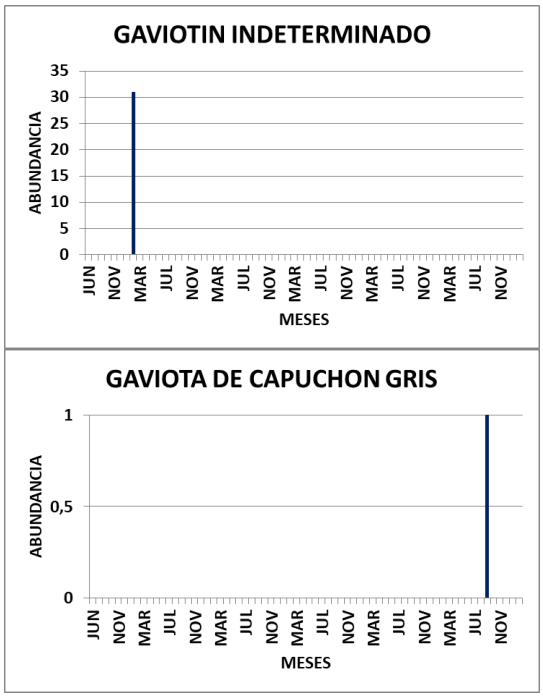


Figura 10. Abundancia mensual de especies de Charadriiformes: Laridae (2014 – 2020).



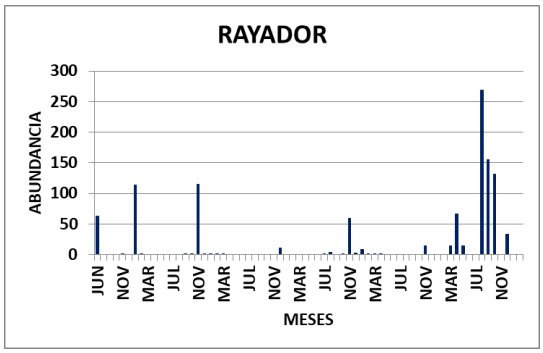
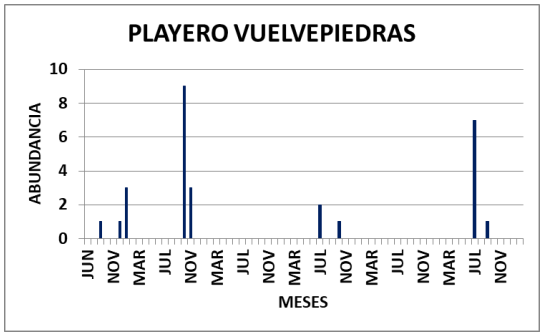


Figura 10. (Continuación). **Abundancia mensual de especies de Charadriiformes: Laridae (2014 – 2020).**

En la familia Scolopacidae (Figura 11) los playeros vuelvepiedras, playeros manchados y el Pitotoy grande tienen baja ocurrencia temporal, 13%, 6% y 3% y abundancias máximas menores a 10 individuos.

Los Playeros blancos aparecen tempranamente en julio con una ocurrencia temporal del 54%, pudiendo alcanzar una dotación de 1230 ejemplares (i.e., abril de 2015)

Los zarapitos exhiben una alta temporalidad en el área (90%), si bien considerado como visitante de verano para las costas de Chile, en el área pude permanecer durante todo el año maximizando sus abundancias en primavera-verano; con un máximo de 408 ejemplares (diciembre de 2018).



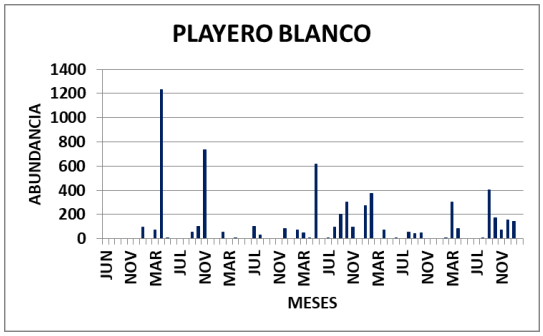


Figura 11. **Abundancia mensual de especies de Charadriiformes: Scolopacidae (2014 – 2020).**

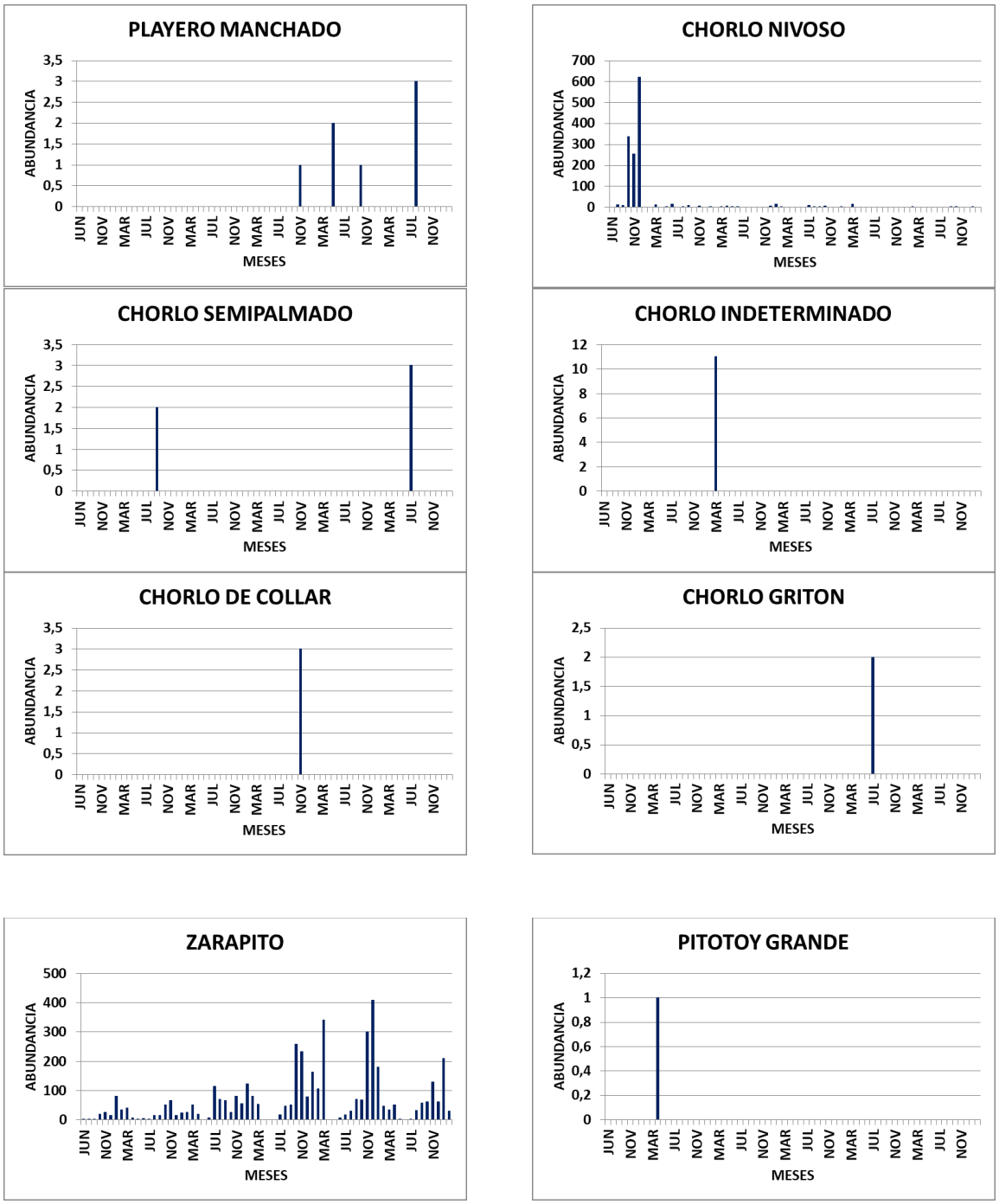


Figura 11. (Continuación**). Abundancia mensual de especies de Charadriiformes: Scolopacidae (2014 – 2020).**

En la familia Charadriidae (Figura 12) destaca el Chorlo nivoso con una ocurrencia temporal del 43% y una dotación máxima de 623 ejemplares; las mayores de abundancia en el orden de 10^2 ejemplares fueron observadas en pleno desarrollo de El Niño de octubre a diciembre de 2014, para caer en uno/dos órdenes de magnitud en los años siguientes.

Las restantes especies de chorlos tienen una baja temporalidad en el área (≤ 3%), y abundancias ≤ 11 individuos.

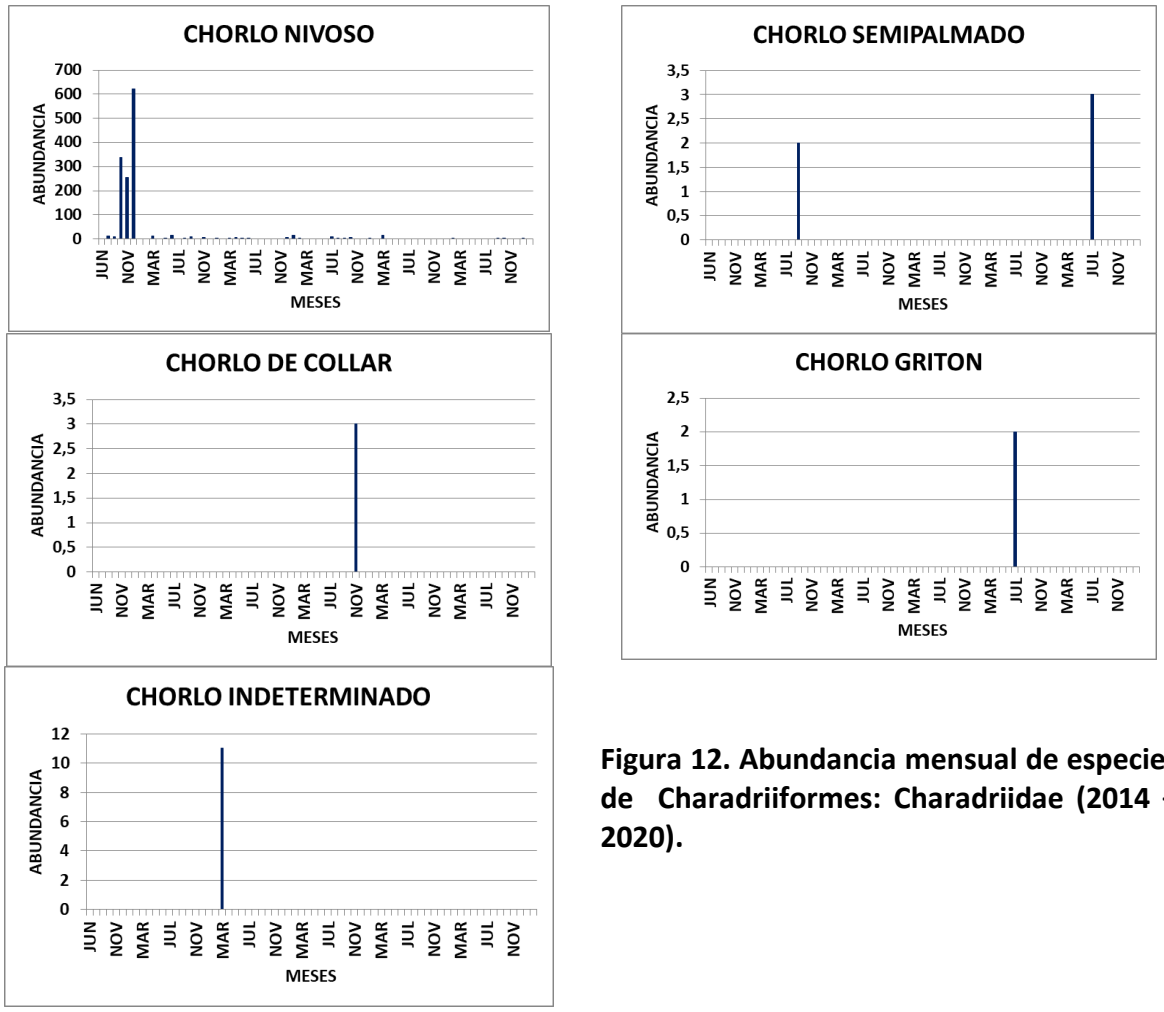


Figura 12. Abundancia mensual de especies de Charadriiformes: Charadriidae (2014 – 2020).

En Gruiformes en la familia Rallidae las especies Taguita del norte e indeterminada exhiben baja ocurrencia temporal y densidades bajas de 5 y 2 ejemplares, respectivamente (Figura 13).

En Phoenicopteriformes el flamenco chileno sólo es registrado en una oportunidad con un único individuo; su presencia en la costa está asociada a eventos El Niño (Figura 13).

En Columbiformes, tanto la tórtola como la paloma enseñan ocurrencia temporal baja, al igual que sus abundancias (Figura 13).

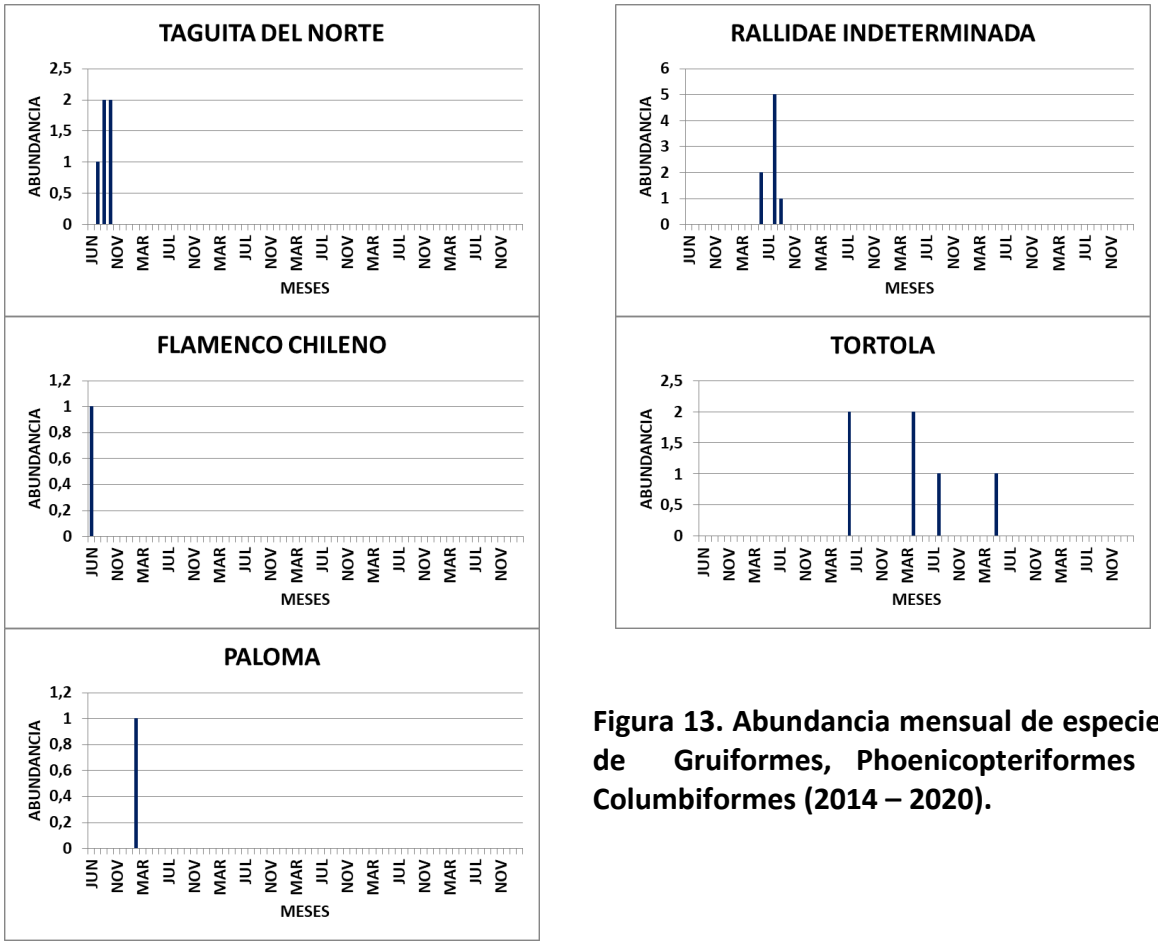


Figura 13. Abundancia mensual de especies de Gruiformes, Phoenicopteriformes y Columbiformes (2014 – 2020).

9. Variabilidad estacional media de la abundancia.

La abundancia del ensamble aviar enseña una estacionalidad con máximos en verano y mínimos centrados en invierno (Figura 14). En verano las abundancias medias pueden alcanzar valores del orden de 10.800 ejemplares (i.e., 2016 y 2018), y en invierno declinar a 1600 (2018).

Mediante análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis se establece que existen diferencias estacionales significativas en la abundancia aviar (Kw = 8,224 – p = 0,042). Por su parte la prueba LSD de Tukey enseña (Tabla 10) la existencia de dos grupos homogéneos, con invierno y verano con densidades medias extremas.

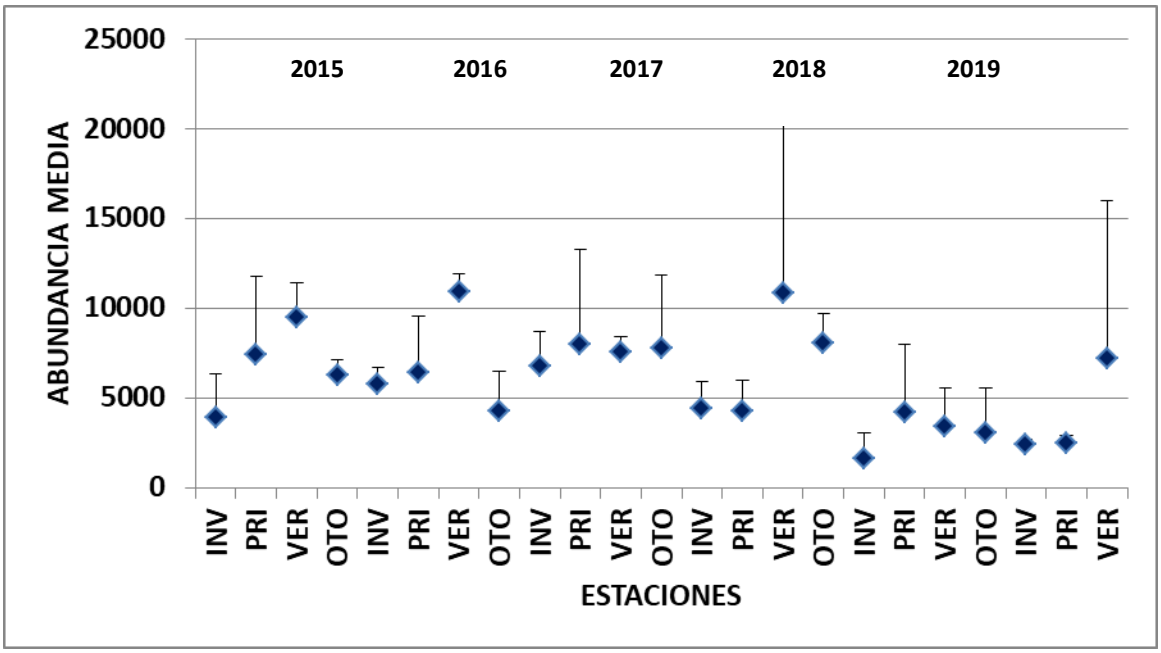


Figura 14. Abundancia media estacional 2014 – 2020 (línea vertical desviación estándar positiva).

Tabla 10. Cuadro resumen de la prueba a posteriori LSD para las densidades medias estacionales en el área de Arica.

Estación	Observaciones	Abundancia media	Grupos Homogéneos
Invierno	18	4150	X
Primavera	18	5468	X
Otoño	15	5874	X X
Verano	17	8285	X

10. Contribución a la abundancia de especies residentes y visitantes.

Los visitantes anuales estivales por sus arribos masivos tienen una participación significativa en la dotación aviar (Figura 15), temporalmente están ausentes (i.e., mayo 2016 y junio 2019), o con participación ≤ 1% en los meses de mayo a junio y julio; lo cual puede ser observado en algunos años en agosto, septiembre y octubre.

En la serie examinada (2014 – 2020) diez censos comprenden más del 60% de visitantes estivales en la dotación aviar global; destacando septiembre 2019 a enero 2020, diciembre 2018 a enero 2019, enero a febrero de 2018, diciembre de 2014 y diciembre de 2015. En particular en diciembre de 2018 los visitantes estivales comprendieron el 97,3% de la dotación; de igual forma en enero de 2020 y enero de 2019 comprendieron el 97,1% y 91,8%, respectivamente.

De esta forma se determina una señal anual tanto en la presencia como en la abundancia de los visitantes estivales, con mínimos invernales y máximos de primavera – verano. En términos comparativos estacionales las contribuciones promedio de los visitantes son de 36,0% y 34,7% para verano y primavera, mientras que en otoño e invierno son de 11,7% y 7,4%, respectivamente.

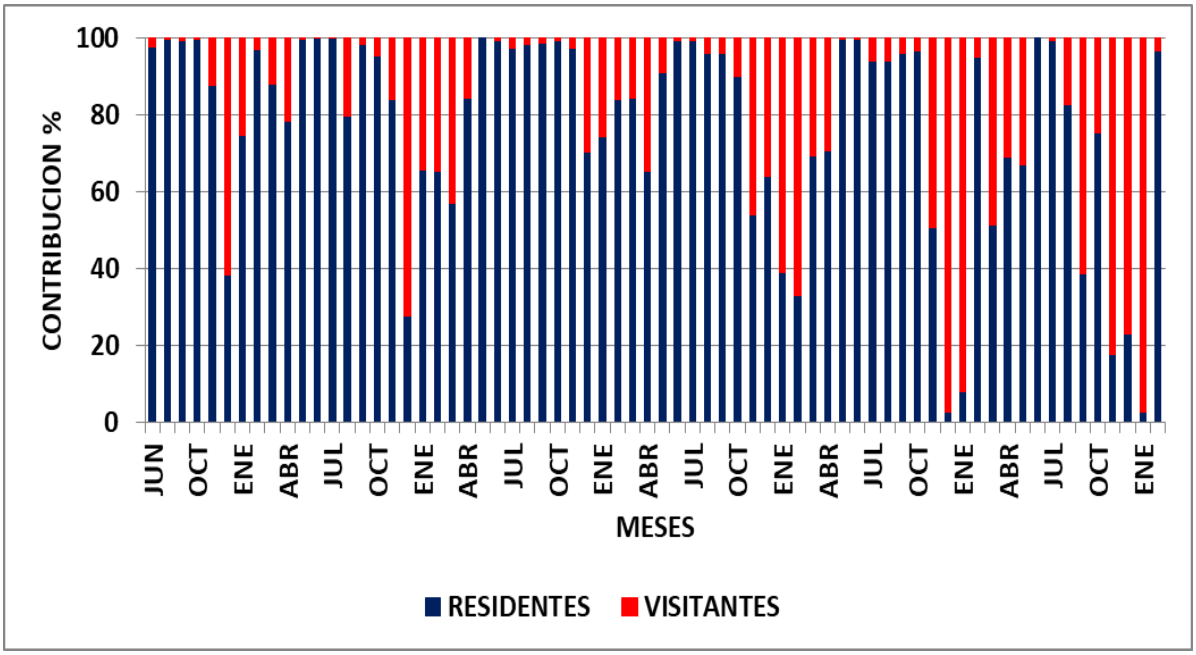
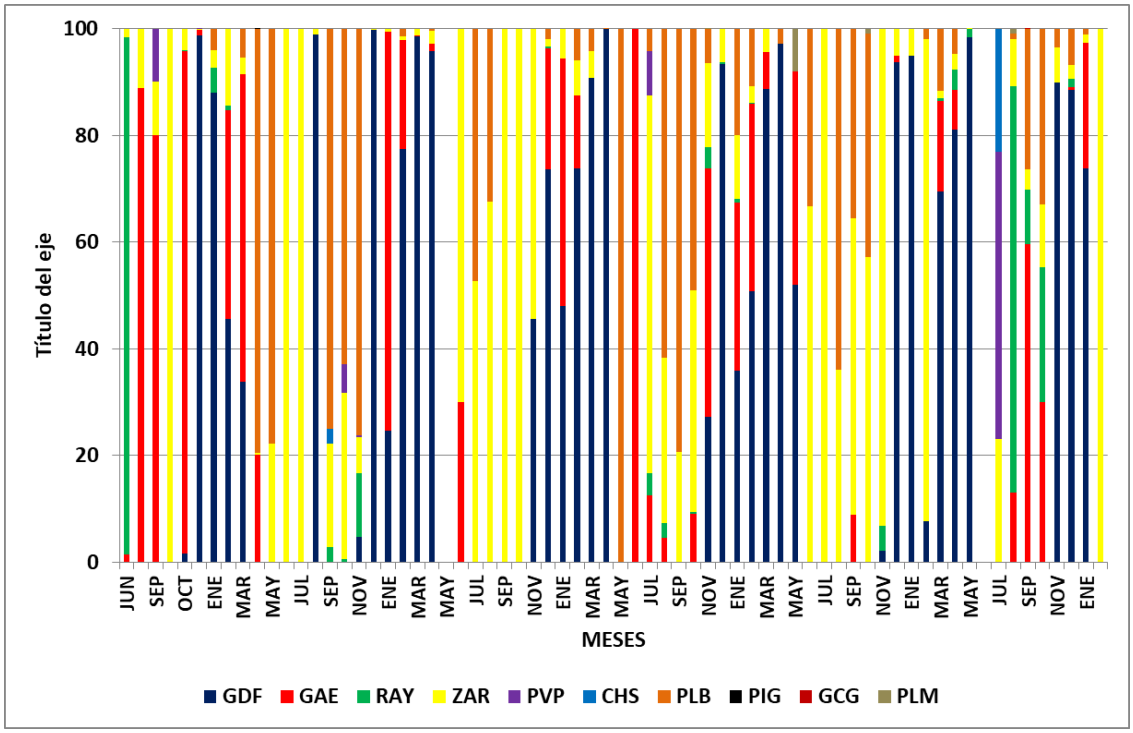


Figura 15. Contribución porcentual a la abundancia de residentes anuales y visitantes estivales por mes en la seria 2014 – 2020.

El hecho que invierno en promedio los visitantes estivales sume el 7,4% de las aves, determina que una fracción de las poblaciones de las especies permanezca en el septentrión nacional.

La contribución a la abundancia por especies en los visitantes estivales (Figura 16) revela la ciclicidad de los arribos, en especial del gaviotín de Franklin y secundariamente en el gaviotín elegante y playeros blancos; mientras que los zarapitos permanecen todo el año.



(GDF = GAVIOTIN DE FRANKLIN, GAE = GAVIOTIN ELEGANTE, RAY = RAYADOR, PVP = PLAYERO VUELVEPIEDRAS, CHS = CHORLO SEMIPALMADO, PLB = PLAYERO BLANCO, ZAR = ZARAPITO Y PIG = PITOTOY GRANDE).

Figura 16. Contribución porcentual en abundancia de las especies visitantes estivales.

En términos de contribución media a la abundancia estacional (Figura 17) el gaviotín de Franklin llega a comprender el 59% en verano para decaer al 5% en invierno, el gaviotín elegante alcanza aportes del 22% en verano

Por otro lado, los playeros blancos y los zarapitos tienen máximos invernales, de 24% y 40%, respectivamente; lo cual se explicaría por el repliegue de la migración estival a latitudes menores.

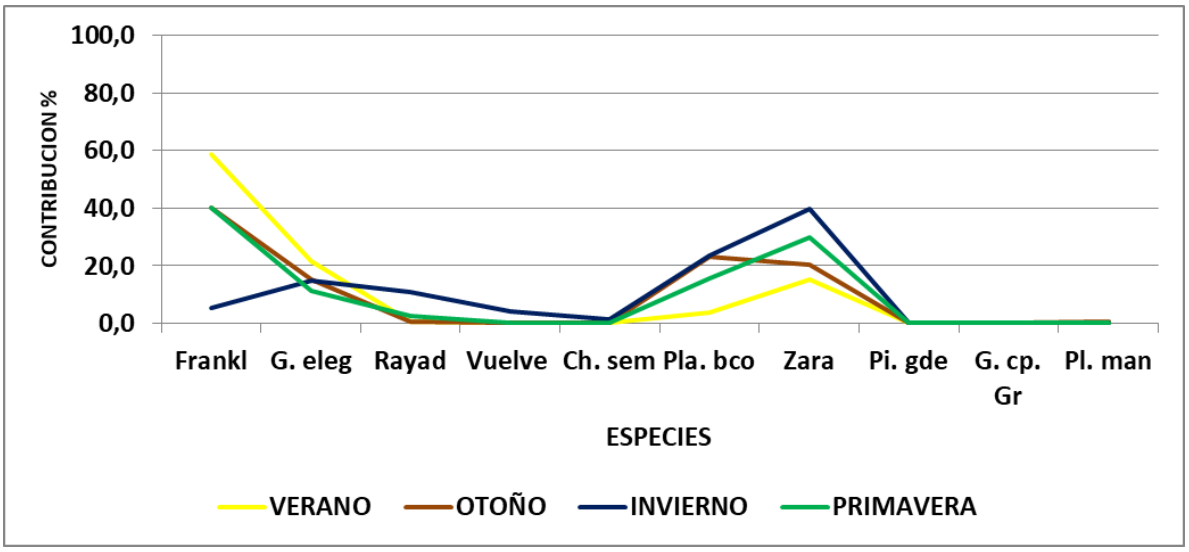


Figura 17. Contribución (%) estacional media a la abundancia en las especies visitantes estivales (2014 – 2020).

11. Patrones de diversidad del ensamble aviar.

En la serie 2014 – 2020 la diversidad se registró en el rango de 0,225 – 2,596 (bits/ind), valores observados en mayo de 2014 y enero de 2018, respectivamente.

Variabilidad intranual

En cada año los menores valores se centran en torno a los meses de julio y agosto (Figura 18); con desfase de mayo a octubre según el año.

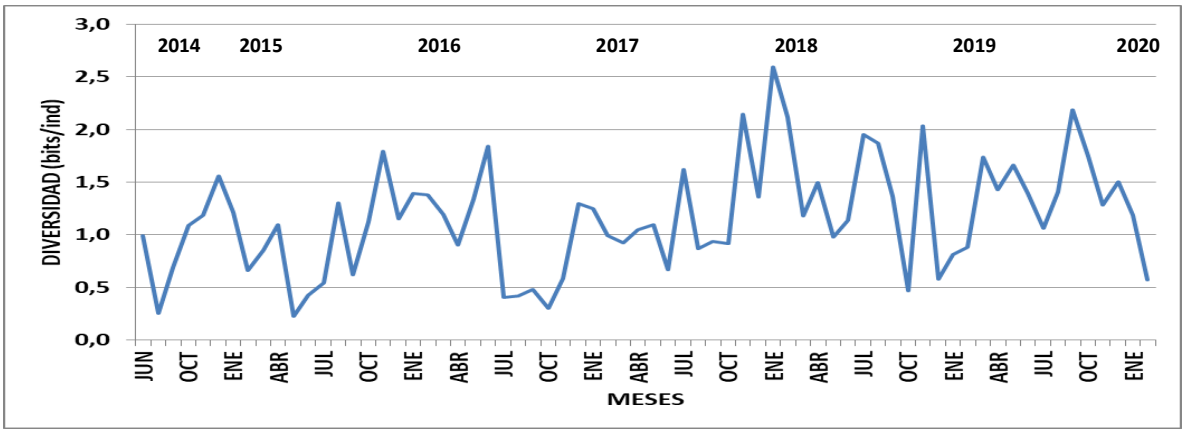


Figura 18. Valores de diversidad mensual de 2014 – 2020.

La Gaviota garuma como dominante numérico explica los menores valores de diversidad entre los años 2014 – 2018, donde exhibe aportes a la abundancia en el rango de 89,5% a 97,5%

Como excepción se tiene enero de 2019 donde la especie dominante es el Gaviotín de Franklin con el 87,2% del total de aves, mientras que la Gaviota garuma sólo representó el 5% de la abundancia, ello en concordancia con la arribazón de diciembre de 2018 donde el gaviotín sumó el 91% de la abundancia.

Estacionalmente los mínimos se centran principalmente en otoño (Figura 19), los que nuevamente son explicados por la abundancia de las Gaviotas garuma.

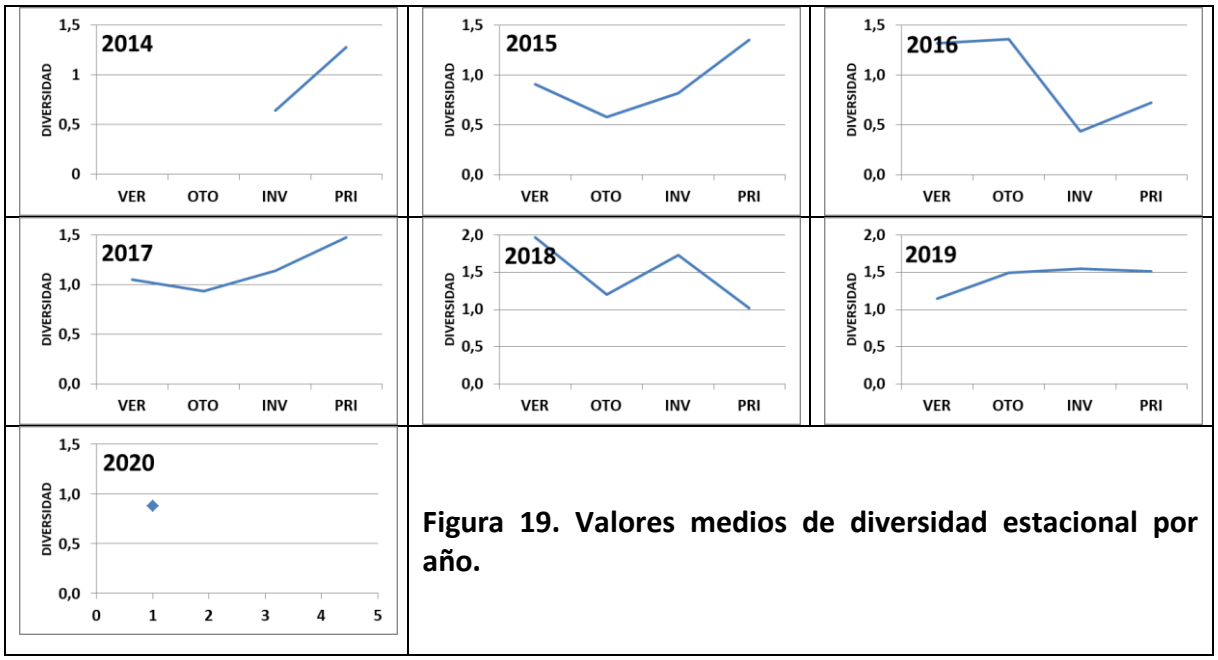


Figura 19. Valores medios de diversidad estacional por año.

Diversidad estacional

La diversidad estacional (Figura 20), no revela mayores diferencias, con valores centrados en 1,22 bits/ind en verano y primavera a 1,05 bits/ind en invierno.

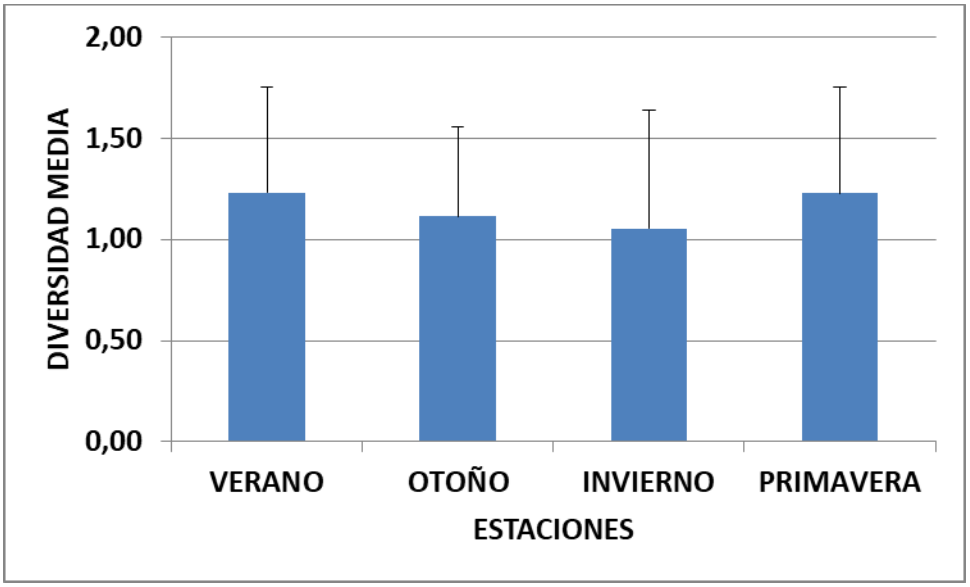


Figura 20. Valores de diversidad media por estación (línea vertical desviación estándar).

Dado que los valores de diversidad pueden estar alimentados por estructuras biológicas diferentes se aplicó la técnica de acuchillamiento de datos (Jack knife) para la estimación de las diversidades medias estacionales. Así, el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis establece la existencia de diferencias estacionales significativas en la diversidad del ensamble aviar (Kw = 9,838 – p = 0,020). La prueba de LSD establece dos grupos homogéneos, invierno y primavera enseñan los valores mínimo y máximo de diversidad (Tabla 11).

Tabla 11. Cuadro resumen de la prueba de LSD para la diversidad media estacional.

Estación	ni	Promedio (bits/ind)	Grupos homogéneos	
Invierno	18	1,318	X	
Otoño	15	1,471	X	X
Verano	17	1,580	X	X
Primavera	18	1,896		X

12. Análisis de clasificación intranual.

El análisis de clasificación (análisis de clúster o de conglomerados), como técnica estadística mutivariante, se utilizó en el plano temporal intranual, como herramienta para determinar la existencia de máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre ellos (creación de grupos lo más parecido internamente y los más diferente entre ellos), a partir de medidas de similitud o disimilitud. La validación de los grupos se determinó por la estructura de dominio biológica. La representación se exhibe a través de dendrogramas.

2014

El análisis de clasificación (Figura 21) revela la existencia de dos asociaciones: diciembre – noviembre con una similitud de 74,8%, la segunda conformada por los restantes meses con similitud de 65,1%; entre ambas existe una disimilitud del 39.6%.

La primera asociación se caracteriza por las gaviotas garuma con abundancia media de 53,1% y secundariamente por aportes de los gaviotines de Franklin y elegante; la segunda por el dominio de la gaviota garuma, con una contribución media de abundancia de 89,3%.

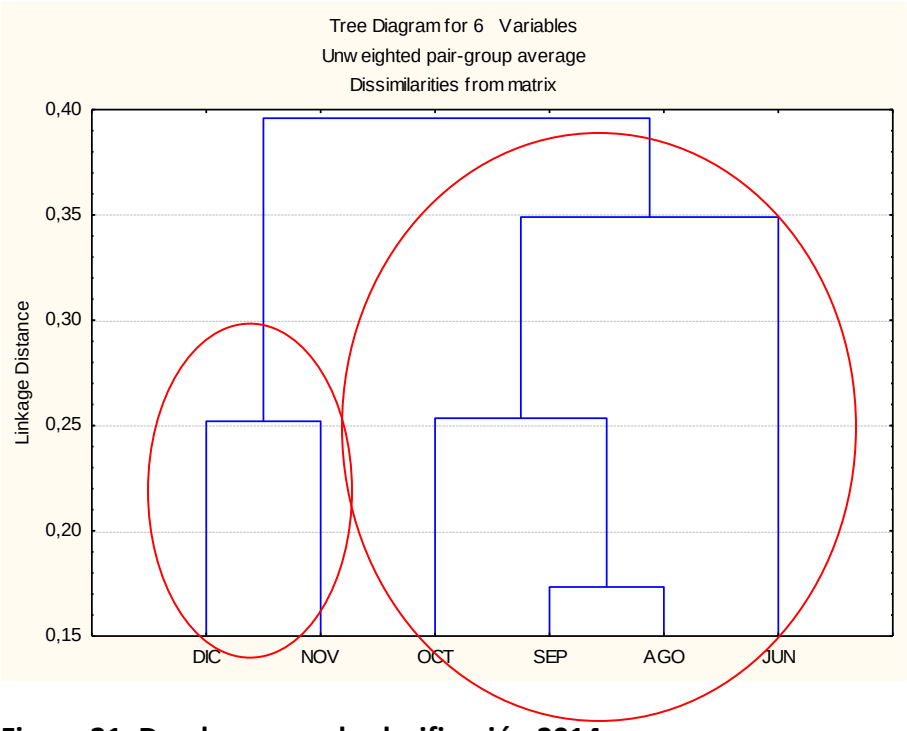


Figura 21. Dendrograma de clasificación 2014.

2015

El análisis de clasificación (Figura 22) revela la existencia un out group y dos asociaciones: enero a abril conforman una asociación con 68,4% de similitud. Los restantes meses constituyen dos conglomerados, mayo a agosto con 75,6% de similitud y septiembre a noviembre con 78,5% Ambas asociaciones exhiben una similitud del 62,5%.

Ambas asociación se caracteriza por el dominio de gaviota garuma en 81% y 83%, respectivamente, y con diferencias menores en los aportes del gaviotín de Franklin, gaviotín elegante y playeros blancos.

Diciembre constituiría un outgroup respecto de las asociaciones anteriores, enseñando una similitud del 58,1% con ellas, ello producto del dominio primario del gaviotín de Franklin (72%) y secundario de la gaviota garuma (22,2%).

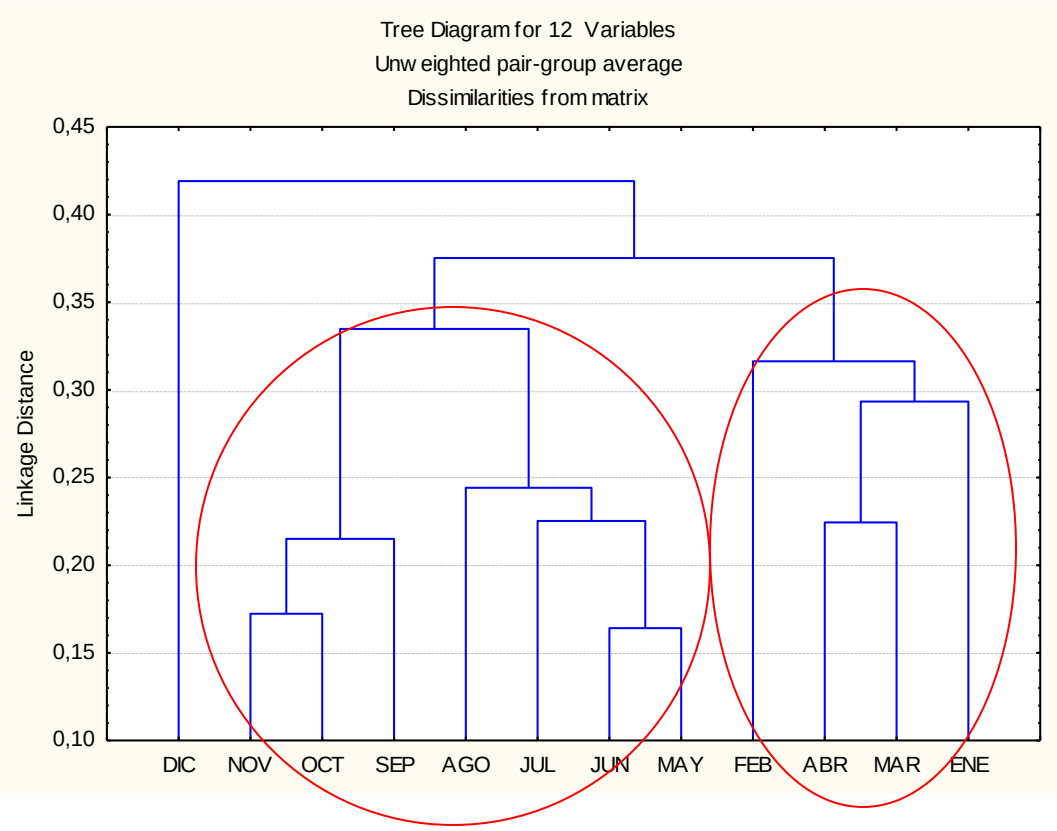


Figura 22. Dendrograma de clasificación 2015.

2016

El análisis de clasificación (Figura 23) enseña que julio a noviembre constituye un conglomerado de alta similitud (81,5%), de igual modo diciembre a abril con 73,4%; ambos exhiben una similitud de 64,8%. Por su parte, mayo y junio, con una similitud entre sí de 70,5%, se diferencia de los conglomerados descritos por una disimilitud de 44,6%

Mayo y junio se caracterizan por gaviotas garuma (57%) y secundariamente por la gaviota cáhuil (30%). Diciembre a abril por gaviotas garuma (67%) y secundariamente por el gaviotín de Franklin (23%) y gaviotín elegante (8%). Julio a noviembre por el dominio de gaviotas garuma (> 92%).

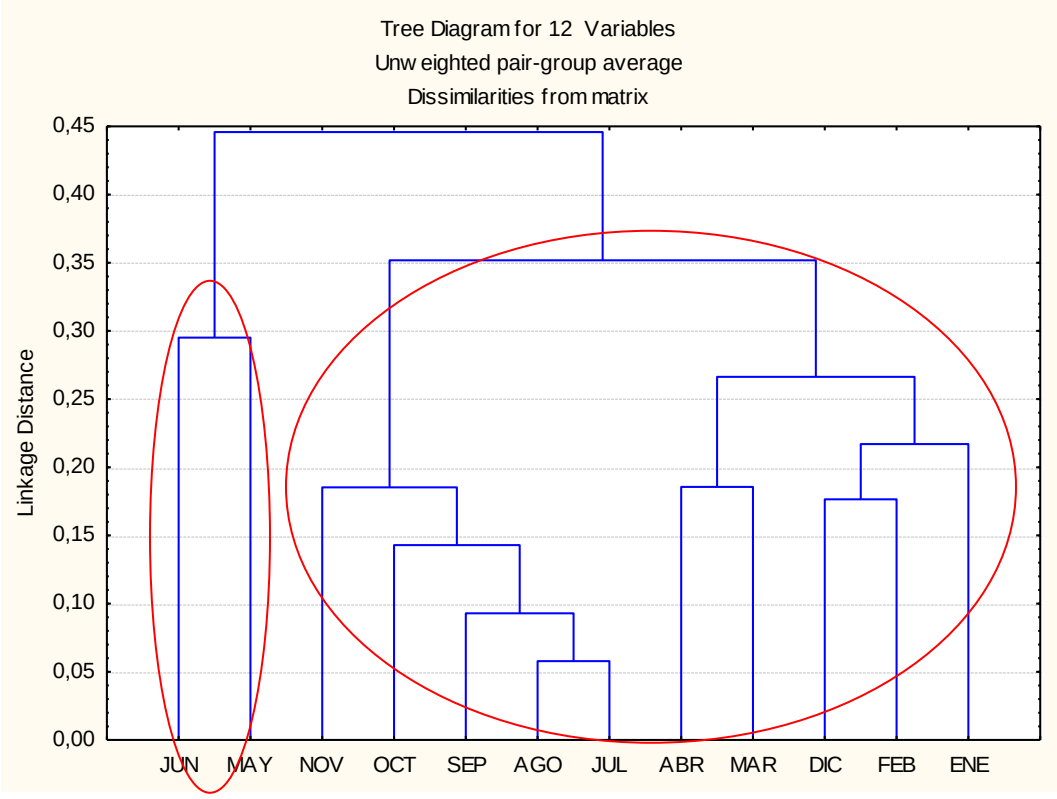


Figura 23. Dendrograma de clasificación 2016.

2017

El análisis de clasificación (Figura 24) determina dos conglomerados: noviembre a abril y mayo a octubre, con similitudes de 65% y 68,7% respectivamente, entre ellos existen una diferencia del 41,4%.

Noviembre a abril se determina por el dominio primario de gaviotas garuma (69%) y secundariamente por el gaviotín de Franklin (20%). Mayo a octubre por gaviotas garuma (82%) y gaviota cáhuil (4%).

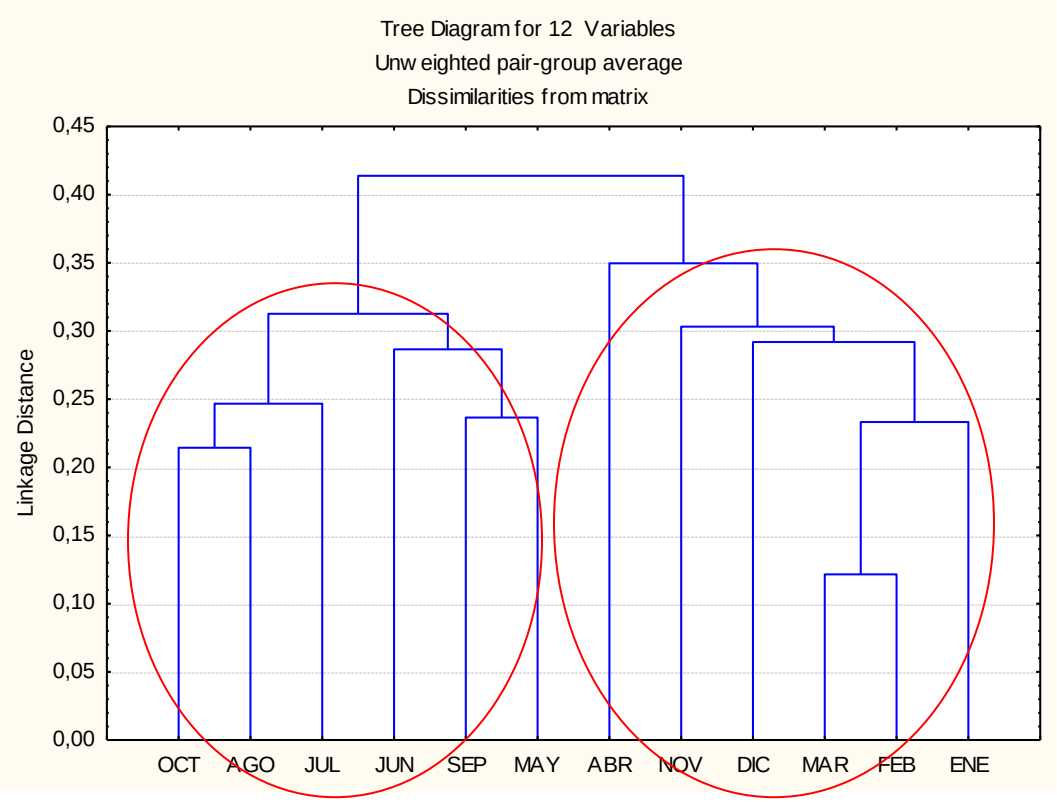


Figura 24. Dendrograma de clasificación 2017.

2018

El análisis de clasificación (Figura 25) enseña dos conglomerados: diciembre a marzo con una similitud de 68,1% y abril a noviembre con 55,6%, ambos grupos exhiben 51,2% de similitud.

El primer grupo se determina por gaviotas garuma (33%) y gaviotín de Franklin (44%), el segundo por gaviotas garuma (52%) y gaviotas cáhuil (19 %).

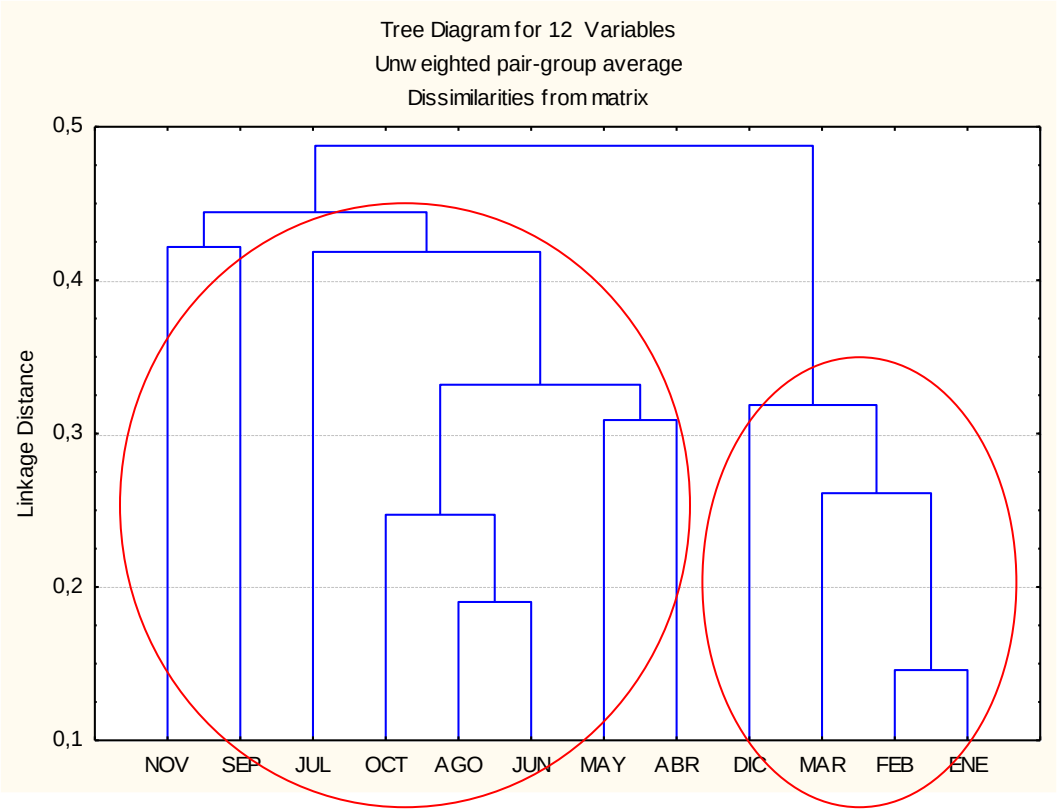


Figura 25. Dendrograma de clasificación 2018.

2019

El análisis de clasificación (Figura 26) enseña dos conglomerados: mayo, junio y julio con una similitud de 64,9%, los meses restantes con 61,4%, ambos grupos exhiben 54,2% de similitud.

El primer grupo se determina por las contribuciones promedio de Gaviotas garuma (68%) y de la Gaviota cáhuil (12%), el segundo gaviotas garuma (47%) y Gaviotín de Franklin (32%). En este segundo conglomerado se distingue agosto, septiembre y octubre por los aportes de Rayadores y Playeros blancos.

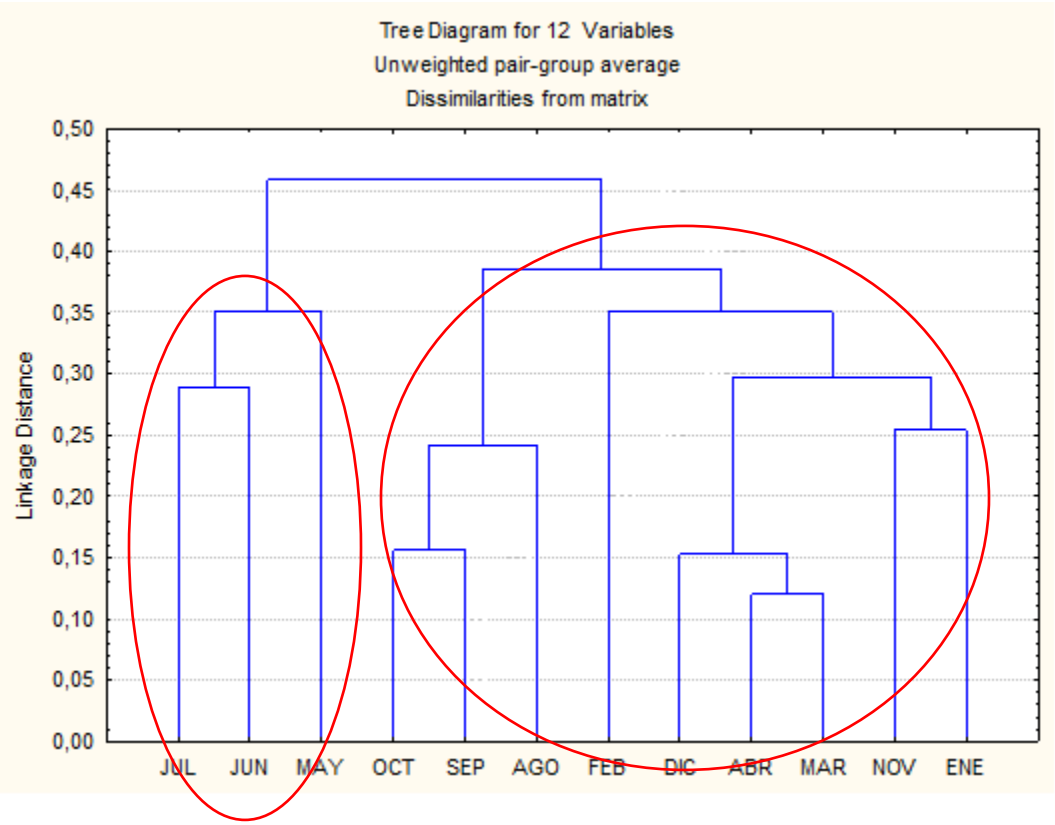


Figura 26. Dendrograma de clasificación 2019.

2020

En este año sólo se tienen censos en enero y febrero, los que enseñan una similitud del 40%. Ello en función de las contribuciones de enero del Gaviotín de Franklin (71,7%) y del Gaviotín elegante (22,9%) para una dotación aviar de 13.438 aves, la que en febrero en ausencia de estas especies cae a 909 ejemplares

El examen de la variabilidad intranual de la estructura del ensamble aviar, mediante análisis de clúster, revela en sentido amplio que en cada año se establece una diferenciación entre meses del período estival/primaveral versus otoñal/invernal.

13. Mortalidad aviar.

En correspondencia al desarrollo del evento El Niño 2014 – 2016 se realizó el registro de mortalidad por especies en el área de estudio (Tabla 11). La mortalidad comprendió 12 especies, correspondientes a Pelecaniformes (1), Suliformes (4), Charadriiformes (4), Sphenisciformes (1), Procellariformes (1) y una especie indeterminada (Tabla 12).

De esta forma la mortalidad se asocia principalmente a las aves guaneras: pelícanos, cormoranes y piqueros y secundariamente a los taxa restantes. La ocurrencia temporal de los registros es mayor en la fase temprana (2014 – 2015) del desarrollo del evento.

Tabla 12. Taxocenosis de mortalidad y patrones de ocurrencia temporal.

Especies	2014-2015	2016-2018	2019-2020	2014-2015	2016-2018	2019-2020
	Frec	Frec	Frec	Frec %	Frec %	Frec %
Pelícano	9	7	1	53	41	6
Pato yeco	6	2	1	67	22	11
Pato guanay	10	4	2	63	25	13
Pato lile	4	1		80	20	
Piquero	7	2		78	22	
Gaviota garuma	1	2	1	25	50	25
Gaviota peruana	1			100		
Gaviota dominicana	1	1		50	50	
Gaviotín de Franklin		1			100	
Pingüino de Humbolt	1	1		50	50	
Albatros	1			100		
Indeterminado	2	2		50	50	

El número total de aves muertas comprendió 673 especímenes (Tabla 13), en términos jerárquicos la mortalidad se concentró en guanayes (43,7%), pelícanos (26,9), piqueros (20,4%) y yecos (5,5%), las especies restantes tienen una mortalidad ≤ al 1%.

La mortalidad se concentró en la fase inicial del evento El Niño, en especial en las aves guaneras, donde la mortalidad del período 2014 – 2015 es ≥ al 80%, lo cual se representa en la figura 27.

Tabla 13. Número de aves muertas por período y total.

Especies	2014-2015	2016-2018	2019-2020	2014-2015	2016-2018	2019-2020
	N° aves	N° aves	N° aves	N° aves %	N° aves %	N° aves %
Pelícano	166	14	1	91,7	7,7	0,6
Pato yeco	34	2	1	91,9	5,4	2,7
Pato guanay	263	28	3	89,5	9,5	1,0
Pato lile	4	1		80,0	20,0	
Piquero	118	19		86,1	13,9	
Gaviota garuma	1	2	1	25,0	50,0	25,0
Gaviota peruana	1			100,0		
Gaviota dominicana	1	1		50,0	50,0	
Gaviotín de Franklin		2			100,0	
Pingüino de Humbolt	1	1		50,0	50,0	
Albatros	1			100,0		
Indeterminado	5	2		71,4	28,6	

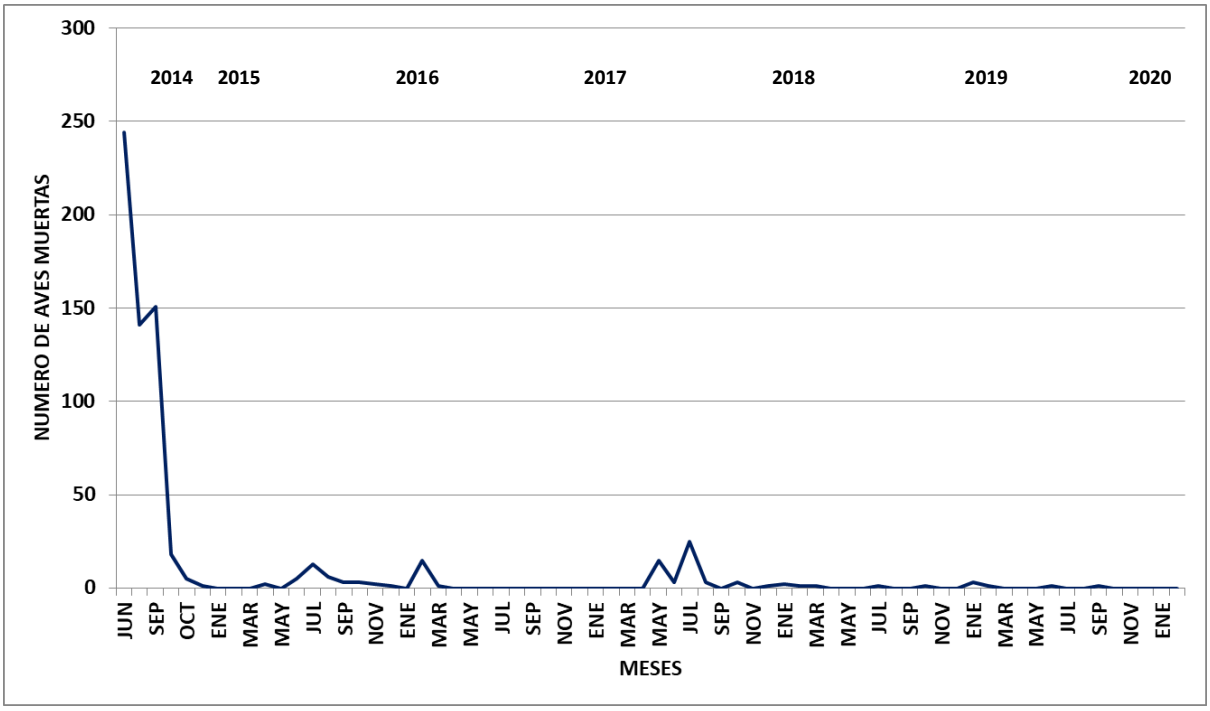


Figura 27. Evolución de la mortalidad a lo largo del período 2014 – 2020.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Vilina & Pizarro (2008), consideran como aves marinas a aquellas que hacen su vida principalmente en el mar, alimentándose exclusiva o parcialmente en este hábitat, y que lo utilizan en sus épocas reproductivas, o en alguna fase de su ciclo de vida lo realizan principalmente en este tipo de ambiente. De las 473 especies de aves presentes en el territorio nacional, un total de 150 especies pueden ser consideradas como aves marinas (32 por ciento). En la actualidad, Jaramillo en su obra aves de Chile (2015), refiere 535 especies de aves distribuidas en 266 géneros, 67 familias y 28 órdenes.

Los mismos autores reconocen los siguientes hábitats: 1) Mar, 2) Islas, tanto oceánicas, como continentales, 3) Costas, rocosa y arenosa, 4) Desembocaduras y lagunas costeras y 5) humedales interiores. En tanto al estatus de residencia refieren especies 1) sedentaria: aquella especie que puede ser registrada en forma permanente en un área, 2) Migratoria: aquella especie que presenta desplazamientos de carácter cíclico, generalmente circanual, de grandes distancias, asociados a fluctuaciones estacionales del ambiente; y 3) Dispersiva: aquella especie que no presenta un patrón regular en sus desplazamientos, ya sea en el carácter temporal o espacial, ya que sus desplazamientos son de naturaleza oportunista, generalmente asociados a la oferta de alimento.

En este contexto para la Región histórica de Tarapacá (Límite político internacional al norte y río Loa al sur) se tendrían 80 especie que comprometen el 53% de la avifauna marina nacional (Tabla 14); 38 migratorias, 29 dispersivas 11 sedentarias, 1 sin información.

Tabla 14. Riqueza de especies de aves marinas por región administrativa y a nivel nacional.

Aves	REGION												TOTAL
marinas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	PAIS
N° especies	80	75	76	72	106	63	60	68	61	80	60	82	150
%	53	50	51	48	71	42	40	45	41	53	40	55	

(Fuente: Vilina & Pizarro, 2008)

Sallaberry (2010) señala que las aves marinas presentes en Chile corresponden a los órdenes Procellariiformes, Pelecaniformes, Sphenisciformes y Charadriiformes, las que ocupan ambientes de estuario, playas de arena, de rocas y de alta mar. Debe advertirse

que en la actualidad que el orden Suliformes contiene a los Cormoranes y Piqueros que antiguamente se asignaban a Pelecaniformes.

Por otro lado, algunos autores también incluyen a los Podicipediformes (zambullidores) y algunos Anseriformes dentro del grupo de las aves marinas (Harrison, 1983).

Las familias más diversificadas corresponden a Procellariidae (petreles y fardelas) que son aves estrictamente marinas, le siguen Scolopacidae y Laridae; estas últimas son aves principalmente migratorias intercontinentales, del litoral costero, con 30, 25 y 18 especies, respectivamente. Las familias Pelecanidae, Fregatidae, Chionidae y la sub-familia Rynchopinae están representadas por sólo una especie cada una (Araya et al., 1995).

En Arica, Procellariformes en la zona costera no es observado, dada su condición marina pelágica, el único registró correspondió a un espécimen muerto de Diomedeidae. Pelecaniformes estuvo representado por seis especies, de las cuales sólo Pelecanidae es (s.s) es marina; las familias Threskiornithidae y Ardeidae contienen especies asociadas a humedales, aun cuando Huairavos y las Garzas blancas son regulares en el paisaje costero de Arica a Taltal. En la taxonomía tradicional Cormoranes Phalacrocoracidae) y Piqueros (Sulidae) eran incluidos en Pelecaniformes, hoy en día en el orden Suliformes. En Sphenisciformes se reconoció un ejemplar de Pingüino de Humboldt muerto.

Por su parte Chradriiformes resulta en el grupo más diverso con 22 especies, distribuidas en Haematopodidae (2), Laridae (10), Scolopacidae (5) y Charadriidae (5). De esta forma en Arica en la zona costera se reconocieron 30 especies marinas, incluyendo a los Ardeidos antes indicados, del total de 80 especies de Vilina y Pizarro (2008).

Las especies restantes son de hábito terrestre; entre ellas el registro de Flamenco Chileno en la zona costera se documenta asociado a eventos El Niño (Amado, 1998; Oliva, 2018), ésta ave puede estar asociada al humedal del río Lluta, existiendo registros anteriores; al respecto Peredo y Miranda (2001) refieren el primer registro en el humedal del río Lluta en junio de 1998. En cuanto a la presencia de Columbiformes en la zona costera esta se focaliza en playas de áreas urbanas.

Las aves migratorias estivales y residentes registradas en el estudio concuerdan con las referencias de su estatus de residencia enseñados por Jaramillo (2015) y Couve et al (2016). En el caso de los visitantes estivales destacan los Zarapitos por cuanto en el área de estudio permanecen durante todo el año. Mientras que los desplazamientos invernales de la Gaviota cáhuil y Gaviotín sudamericano alcanzan el extremo norte del país.

La riqueza media de especies no refleja diferencias estacionales significativas, si bien la riqueza aumenta en primavera – verano por efecto de los visitantes estivales, el efecto de las especies residentes de menor frecuencia de ocurrencia minimiza el impacto de las especies migratorias.

Los patrones de abundancia revelan una gran variabilidad para la dotación aviar toda, desde abundancias globales del orden de centenas a decenas de mil. En particular en marzo de 2018 se registraron 25.186 aves, donde las Gaviotas garumas representaron el 68% de la abundancia y el gaviotín de Franklin el 27%; valores correspondientes a 17.237 y 6.808 aves, respectivamente. Las mayores densidades de la Gaviota garuma pueden ser explicadas por una dieta sustentada en la franja costera por la alta disponibilidad del recurso alimenticio *Emerita analoga*.

La codominancia de especies residentes y migratorias en el plano temporal puede corresponder a la formación de bandadas multiespecíficas de alimentación a través del reclutamiento visual, lo cual es considerado como una estrategia importante para la obtención de alimento (Anguita & Simeone, 2015); si bien la agregación de aves es más frecuente cuando la comida es escasa y desigual, la formación de bandadas de alimentación se modificara según la disponibilidad estacional de alimentación. No obstante ello, Anguita y Simeone (2015) en el área de Valparaíso sugieren una influencia sustancial de hábitos reproductivos y migratorios (migrantes boreales y australes) de aves que modulan la dinámica de las bandadas multiespecíficas de alimentación constantemente durante todo el año en un entorno altamente variable y desigual.

La dinámica de los visitantes estivales anuales enseñó una alta ciclicidad, con una participación significativa en la dotación aviar, la que puede sumar hasta el 97,3% de la abundancia (i.e., diciembre de 2018), en especial de los aportes del Gaviotín de Franklin y secundariamente del Gaviotín elegante; mientras que Zarapitos y Playeros blancos enseñan máximos invernales, lo que refiere que una fracción de sus poblaciones que se repliegan al norte durante el inverno austral permanece en el área.

La dinámica de los visitantes estivales, consistente en arribos masivos, enseña efectos significativos en la diversidad, si bien ésta es función de la riqueza de especies y de la uniformidad, responde a con mayor fuerza a este último componente. Así la diversidad se maximiza en torno a otoño y primavera en condiciones post y prearribo.

De igual modo, el análisis de clúster que visualiza la dinámica intra-anual, tiende a reunir a meses vecinos más próximos, con menor diferencia entre ellos en términos de composición y abundancia, lo que determina por consecuencia la conformación de conglomerados de mayor similitud en función estacional.

En el contexto de señalado, la mayoría de las investigaciones en aves playeras ha sido realizado en hábitats de humedales, de esta forma existe poca información de aves playeras de hábitat de costa expuesta de playas de arena y roca (McCrary & Pierson, 2002); aún más las densidades y distribución de aves playeras sirve como un importante barómetro de la condición del ecosistema a lo largo de la costa del Pacífico (Rodríguez et al., 2011), ya que las aves costeras son altamente sensibles a cambios en su ambiente de forma tal que pueden ser usadas como indicadores de declinación ambiental (Warnock et al., 2002).

En este orden de contextos ecológicos, se hace necesario advertir la importancia de la franja costera examinada en asociación al humedal del río Lluta, por cuanto intervenciones antrópicas pueden generar efectos o impactos negativos sobre su componente aviar.

En conformidad de los resultados y conclusiones alcanzadas, el "Programa Regional de Evaluación de Aves Marinas Costeras" del Centro de Investigación Aplicada del Mar ha generado la primera base de datos para la zona de estudio; el área de estudio en el contexto de la confluencia e influencia del humedal del río Lluta requerirá programas de conservación y de gestión, programas que dependen en gran parte de cuanta información previa exista de la distribución y abundancia de cada especie (Oring et al., 2000).

Bibliografía

Anguita, C. & A. Simeone. 2015. Influence of seasonal food availability on the dynamics of seabird feedingh flocks at a coastal upwelling área. PLoS ONE 10(6): e0131327. Doit: 10.1371journal.pone. 0131327

Apaza, M. & A. Figari. 1999. Mortandad de aves marinas durante El Niño 1997 -98 en el litoral sur de San Juan de Marcona, Ica, Perú. En: El Niño 1997-98 y su impacto sobre los Ecosistemas Marino y Terrestre. Tarazona, J. (Ed.). Rev. Peru, Biol. Vol. Extraordinario. 110-117

Araya, B., R. Bernal, R. Schlatter & M. Sallaberry. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Editorial Universitaria. 406 pp

Arntz, W. & E. Fahrbach. 1996. El Niño: experimento climático de la naturaleza. Fondo de Cultura Mexicana. 312 pp

Barquete, V.,, L. Bugoni & C. Vooren. 2008. Diet of Neotropic Cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) in an estuarine environment. Marine Biology 153:431-443

Bray, J. & J. Curtis. 1957. An ordination of uplanf forest communities of southern Wisconsin. Ecologival Monographs, 27:_325-349

Brenet, C. 2014. Fenómeno de El Niño, estado actual y sus posibles impactos sobre algunos sectores productivos. San José, CR, Euroclima.

Cano, C. & J. Cano. 2017. Efectos del cambio climático sobre las aves. AEmet. Blog de la Agencia Estatal de Meteorología, España. Mayo 2017

Couve, E., C. Vidal & J. Ruiz. 2016. Aves de Chile. Sus islas Oceánicas y Península Antártica. FS Editorial, Punta Arenas, Chile. 551 pp.

Duffy, D. 1983. The foraging ecology of peruvian seabirds. Auk. 100:800-810

Glynn, P. 1990. Global ecological consequences of the 1982-83 El Nino southern oscillation. Elsevier Oceanography Series, 52

Harrison, P. 1983. Seabirds: an identification guide. Houghton Mifflin, Boston. 448 pp.

Jahncke, J. 1998. Las poblaciones de aves guaneras y sus relaciones con la abundancia de Anchoveta y la ocurrencia de eventos El Niño en el Mar Peruano. Bol. Inst. Mar Perú-Callao.17 (1-2):1-13

Jaksic. F. 2004. El Niño effects on avian ecology: lessons learned from the southeastern pacific. Ornitologia Neotropical 15 (Suppl):61-72.

Jaramillo, A. 2015. Aves de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 240 pp.

McCrary, M. & M. Pierson, 2002. Shorebird abundance and distribution on beaches of Venturs County. California. U.S. Dept. of Interior Minerals Management Service, Pacific OCS Region. OCS Study MMS 2000-010. March, 73pp

Millones, A., E. Frere & P. Gandini. 2005. Dieta del cormorán gris Phalacrocorax gaimardi en la Ría Deseado, Santa Cruz, Argentina. Ornitología Neotropical 16:519-527

Muck, P. & D. Pauly. 1987. Monthly Anchoveta consumption of Guano birds, 1953- 1982. In: The Peruvian Anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of Change (Pauly, d. & I. Tsukayama Eds.). ICLARM Studies and Rewiev 15. 351

Oliva, E., A. Auger & P. Salinas. 2014. Revisión: Efectos de Eventos ENSO sobre Aves Marinas Costeras en el Ecosistema de Surgencia Costera de la Corriente de Humboldt. Universidad Arturo Prat. 34 pp.

Oliva, E. & C. Merino. 2016. Monitoreo de aves marinas como herramienta para detectar cambios en los ecosistemas marinos. Taller Binacional "Actualización sobre tramas tróficas de depredadores topes en el Océano Pacífico Sur Oriental", Proyecto GEF "Hacia un Manejo con Enfoque Ecosistémico del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt.

Oliva, E. 2017. Guía de campo para la determinación de las aves marinas costeras y pelágicas asociadas a la pesquería de cerco en aguas del norte de Chile. Programa regional de evaluación de aves marinas costeras. El niño 2014 – 2017. 43 pp

Oliva, E. 2018. Programa Regional de evaluación de Aves Marinas Costeras. Centro de Investigación Aplicada del Mar. Informe Campaña Diciembre 2018, 45 pp.

Oring, L., B. Harrington, s. Brown & C. Hickey. 2000. National Shorebirds Research Needs: A Proposal for a National Research Program and Example High Priority Reserach Topics. Msnomet Center for Conservation Sciences, 38 pp

Peredo, R. L. Miranda. 2001. Nuevos registros para lña avbifauna del estuario del río Lluta (Arica, Región de Tarapacá). Bol. Chil. Ornitol. 8:2-9

Petracci, P., J. Cereghetti , J. Martín & Y. Obed. 2009. Dieta del Biguá (*Phalacrocorax olivaceus*) durante la primavera en el estuario de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Hornero 24(2):73-78

Rodriguez, D., a. Chapman & R. Cartwright. 2011. Shorebird Abundance and Distribution on Beaches of Ventura County, California 2007 – 2010. BOEMRE OCS Study 2010 – 24. California State University Channel Islands, Caramillo, California MMS Cooperativa Agreement No: MO7AC12460

Sallaberry, M. 2010. Aves Marinas.En: Bibliografía sobre Biodiversidad Acuática de Chile. Palma, S., P. Báez & G. Pequeño (eds)=. Comité Oceanográfico Nacional, 435 - 448

Simeone A, Luna-Jorquera G, Bernal M, Garthe S, Sepúlverda F, Villablanca R, Ellenberg U, Contreras M, Muñoz J, & Ponce T. 2003. Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 323–333

Tabilo, E., J. Burmeister, C. Chávez & C. Zockler. 2016. Humedales y aves migratorias en la costa árida del Pacífico Sudamericano. Etapa 2: Evaluación Ecológica Rápida. Mandfed Hermsen Stiftung fur Natur und Umwelt. Technical Report. 93 pp

Tovar, H. & D. Cabrera. 1985. Las aves guaneras y el fenómeno "El Niño". En: Salzwedel, H. & A. Landa (Eds.). Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. Vol. Extraor: 181-186

Victoriano, P., A. González & R. Schlatter. 2006. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. Gayana 70(1):140-162

Vilina, Y. & C. Pizarro. 2008. Diversidad de especies. Aves Marinas. En: CONAMA (Eds.), Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos, 258-265

Warnock, N., C. Elphick, M. Rubega, E. Schreiber & J. Burger. 2002. Shorebirds in the Marine Environment. Biology of Marine Birds. CRC Marine Biology. Boca Raton, FL.