

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias

Escuela Profesional de Biología-Microbiología

**VARIACIÓN EN LA OCURRENCIA DE LAS PRINCIPALES
ESPECIES PRESAS EN LA DIETA DEL LOBO MARINO
FINO (*Arctocephalus australis*) ENTRE PERIODOS
PRE Y POST EL NIÑO 1997/98 EN PUNTA
SAN JUAN-ICA.**

Tesis

Presentada por:

Bach. Daniel Anthoni Torres Castillo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

TACNA - PERÚ

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°338

En la ciudad de Tacna, en el auditorium de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; siendo las 16:00 horas del día 04 de octubre del 2019, estando presente el jurado calificador nombrado por Resolución de Facultad N°9476-2019-FACI-UN/JBG, conformado por los siguientes docentes:

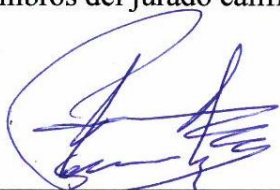
Dr. Daladier Miguel Castillo Cotrina	Presidente
Mbgo. Luis Lloja Lozano	Secretario
Blgo. Victor Hugo Carbajal Zegarra	Miembro

Acto seguido, se dió lectura a la Resolución correspondiente y del mismo modo se dió lectura al Artículo 22 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

A continuación, el Presidente del Jurado instó al Bachiller Daniel Anthoni Torres Castillo, a exponer la tesis titulada: VARIACIÓN EN LA OCURRENCIA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES PRESAS EN LA DETA DEL LOBO MARINO FINO (*Arctocephalus australis*) ENTRE PERIODOS PRE Y POST EL NIÑO 1997/98 EN PUNTA SAN JUAN-ICA.

Siendo las 17:00 horas, el tesista concluye su exposición, luego se procedió a la formulación de las preguntas por parte de los miembros del jurado calificador. Terminando este proceso, se invitó a que los miembros del jurado emitan su calificación de acuerdo a reglamento. El promedio de la calificación dio el siguiente resultado: Aprobado por Unanimidad, con el calificativo de Bueno (17), de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

Siendo las 17:30 horas, se dió por concluido el acto de sustentación de la tesis, firmando los señores miembros del jurado calificador, en señal de conformidad.



Dr. Daladier Miguel Castillo Cotrina
Presidente



Mblgo. Luis Lloja Lozano
Secretario



Blgo. Victor Hugo Carbajal Zegarra
Miembro

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Susana Cárdenas (Directora del Programa Punta San Juan) por haberme dado la oportunidad, la confianza y el apoyo económico para ejecutar este trabajo, de la misma manera a Marco Cardeña por su carisma, amabilidad y su tiempo para orientarme en el tema, además de apoyarme anímicamente. También quiero agradecer a todas las personas que formaron parte del equipo y/o voluntarios del Programa Punta San Juan, por haber contribuido con la recopilación de muestras, por sus críticas y recomendaciones para el desarrollo del trabajo; Paulo Colchao, Juan Carlos Jerí, Cristian Tejada; y a mis amigos Diego Gonzales, Fernando Vílchez y Rolf Rivas que en su momento me enseñaron un poco más de Punta San Juan, en general a todos los voluntarios e investigadores que contribuyeron en la colecta de las muestras; sin ellos este trabajo no hubiera podido realizarse. Gracias al personal SERNANP y AGRORURAL por facilitar mi acceso a la reserva.

A mi asesor Mgr. Giovanni Aragón por su tiempo, sus recomendaciones al inicio, durante y después de la investigación.

A mi madre Sandra Torres, mis abuelos Florentino Torres y Petronilla Castillo, mi hermano Walter Peña y mis amigos Karol Ale, Jhonny Paredes, Elvis Flores, Javier Choque y Yonny Mamani por alentarme, ayudarme en la tesis, y comprender mi ausencia con ellos.

CONTENIDO

Pág

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Formulación del problema.....	1
1.2.	Hipótesis	2
1.3.	Objetivos.....	2
II.	MARCO TEÓRICO	4
2.1.	Ecosistema marino de Humboldt.....	4
2.2.	El lobo marino fino (<i>Arctocephalus australis</i>)	10
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Zona de estudio	16
3.2.	Materiales	17
3.2.1.	Equipos	17
3.2.2.	Materiales	17
3.3.	Recolección de muestras.....	18
3.4.	Procesamiento de muestras	19
3.4.1.	Determinación de la dieta.....	19
3.4.2.	Identificación de las presas principales	20
3.5.	Análisis de datos	21
IV.	RESULTADOS	25
4.1.	Descripción de la dieta.....	25
4.2.	Descripción de las presas principales.....	29
4.2.1.	Entre los años y años por estaciones.....	29
4.2.2.	Entre los periodos.....	35
4.2.3.	Entre las estaciones por periodos	37

4.3. Relación de las presas principales consumidas por <i>A. australis</i> frente a las condiciones oceanográficas	44
V. DISCUSIONES	52
5.1. Análisis de la metodología	52
5.2. Variación de las presas principales de <i>A. australis</i>	54
5.3. Interacción-Pesquería.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES	64
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
IX. ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Distribución de <i>A. australis</i> . Se muestra las colonias reproductivas y no reproductivas S3	11
Figura 02. Serie de tiempo de los conteos de “lobo fino sudamericano” (<i>Arctocephalus australis</i>) en la playa S3, principal colonia de estudio y lugar donde se encuentra la colonia reproductiva más importante en Punta San Juan, en el periodo comprendido entre 1984 a 2014.....	15
Figura 03. La reserva nacional Punta San Juan, con las 20 playas y señalando en rojo la playa de estudio.....	17
Figura 04. Porcentaje de la frecuencia de las presas principales encontradas en las fecas del “lobo fino” (<i>Arctocephalus australis</i>) por año	27
Figura 05. Número de muestras fecales colectadas en la reserva nacional Punta San Juan por año	28
Figura 06. Porcentaje numérico de las presas y las presas principales de la dieta del “lobo marino fino”, <i>A. australis</i> , en la reserva nacional Punta San Juan	29
Figura 07. Serie de tiempo de la FO% de forma anual de las presas principales “anchoveta” (<i>Engraulis ringens</i>), “camote” (<i>Normanichthys crockeri</i>), “pejerrey” (<i>Odontesthes regia regia</i>), “samasa” o “anchoveta blanca” (<i>Anchoa nasus</i>) y los cefalópodos	30
Figura 08. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similaridad de las FO% de las especies presas principales del	

“lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de los años de estudio	31
Figura 09. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similaridad de la FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de los años de estudio en la estación de invierno	32
Figura 10. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similaridad de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de los años de estudio en la estación de otoño	33
Figura 11. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similaridad de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de los años de estudio en la estación de primavera	34
Figura 12. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similaridad de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de los años de estudio en la estación de verano	35
Figura 13. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) en la reserva nacional Punta San Juan	37
Figura 14. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$)	

entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de invierno en la reserva nacional Punta San Juan	38
Figura 15. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de otoño.....	40
Figura 16. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de primavera	41
Figura 17. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de verano	43
Figura 18. Correlación Positiva de Spearman de las ATSM de la región de El Niño 1+2, en base al Índice Costero El Niño (ICEN) y la ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en relación a la FO% de la presa, “anchoveta” (<i>Engraulis ringens</i>) del “lobo marino fino” (<i>A. australis</i>) para la estación de invierno	46
Figura 19. Correlación negativa de Spearman de las ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en relación a la FO% de la presa, “camote” (<i>Normanichthys crockeri</i>) del “lobo marino fino” (<i>A. australis</i>) para la estación de otoño.....	47

Figura 20. Correlación de Spearman de las ATSM de la región de El Niño 1+2, en base al Índice Costero El Niño (ICEN) y la ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en relación a la FO% de la presa, “camote” (<i>Normanichthys crockeri</i>) y “samasa” (<i>Anchoa nasus</i>) del “lobo fino” (<i>A. australis</i>) para la estación de primavera	50
Figura 21. Correlación negativa de Spearman de las ATSM de la región de El Niño 1+2, en base al Índice Costero El Niño (ICEN) en relación a la FO% de la presa, “pejerrey” (<i>Odontesthes regia regia</i>), y la “anchoveta” (<i>Engraulis ringens</i>) para la ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en la estación de verano.....	51
Figura 22. Vertimiento de la muestra fecal en el tamiz para iniciar el proceso de la segregación.	35
Figura 23. Uniformización de la muestra fecal mediante el uso de un cepillo de nylon para la segregación de la muestra fecal del “lobo marino fino” (<i>A. australis</i>)	37
Figura 24. Registro de los otolitos <i>sagitta</i> después de la segregación de la muestra fecal en el tamiz	38
Figura 25. Limpieza de otolitos <i>sagitta</i> , para la eliminación de la materia orgánica.....	40
Figura 26. Preservación de las estructuras duras no digeribles (otolito <i>sagitta</i> y mandíbulas de cefalópodos) en tubos eppendorf.....	41
Figura 27. Otolito <i>sagitta</i> de “Anchoveta” (<i>Engraulis ringens</i>).....	43
Figura 28. Otolito <i>sagitta</i> de “Camote” (<i>Normanichthys crockeri</i>)	46
Figura 29. Otolito <i>sagitta</i> de “Pejerrey” (<i>Odontesthes regia regia</i>).....	47

Figura 30. Otolito <i>sagitta</i> de “Samasa” (<i>Anchoa nasus</i>)	50
Figura 31. Mandíbula de Cefalópodos verano.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 01. Porcentaje número (NP) del total de las presas con respecto a las presas principales en la dieta del “lobo fino sudamericano” (<i>A. australis</i>) según cantidad de muestras fecales colectadas año y periodo	26
Tabla 02. Valores Rho de correlación de Spearman entre el %FO anual de las especies presas principales y el Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM).	45
Tabla 03. Rho de Spearman para las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM) en la estación de invierno.	46
Tabla 04. Rho de Spearman para las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM) en la estación de otoño.	47
Tabla 05. Rho de Spearman para a las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM) en la estación de primavera	49
Tabla 06. Rho de Spearman para a las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y la anomalías de la temperatura	

superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM) en la	
estación de verano	51

RESUMEN

La ecología trófica permite comprender cómo individuos y poblaciones responden a la variabilidad ambiental. El objetivo es evaluar la variación en la ocurrencia de las principales especies presas en la dieta del “lobo fino sudamericano” (*Arctocephalus australis*) entre: años, dos periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) y las estaciones (verano, otoño, invierno y primavera) por periodos en la reserva nacional Punta San Juan (PSJ) (15° 22'S, 75° 11.5'O) y explorar si existe una relación con dos registros de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM): el Índice Costero El Niño +1,2 (ICEN) (>800km de PSJ) y las ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) (<5 km de PSJ).

Se colectaron un total de 4 170 fecas entre 1989 a 2017, que se limpiaron, segregaron e identificaron siguiendo las guías publicadas. Se estimó la frecuencia porcentual de ocurrencia (%FO) de las presas principales (“anchoveta”, *Engraulis ringens*, “pejerrey” *Odontesthes regia regia*, “camote”, *Normanichthys crockeri*, “samasa”, *Anchoa nasus*, y cefalópodos) y se agruparon por años y estaciones; considerando el criterio de seleccionar aquellos años que contenían al menos 94 muestras/año y que la colecta esté en las cuatro estaciones. Para comparar estaciones entre periodos/años, se seleccionaron aquellas estaciones que contenían al menos 50 muestras/estación y que incluya muestras colectadas en al menos 2/3 meses por estación. Se realizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) para registrar similitud por años y años por estaciones; la prueba Kruskal Wallis para registrar diferencias significativas entre periodos y periodos por estaciones ($p > 0,05$) y la correlación de Spearman por años y años por estaciones con las principales especie presas frente a los dos registros de la ATSM.

El PCA por años, registró agrupaciones 1993, 2013-2017. También para 1992, 1993 y 2009 con una tendencia a consumir más la presa “camote” y un grupo 1995 y 1996

consumiendo más cefalópodos. Para el PCA años por estaciones para invierno, otoño y verano en el año 1991 prevaleció en la dieta la presa “pejerrey”; se registra agrupaciones en años 1995 y 1996 con un consumo mayor en los cefalópodos. Se encontraron diferencias significativas entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para “camote” ($p=0,008$), “pejerrey” ($p=2,27E-09$) y los cefalópodos ($p=0,007$). Para las estaciones entre periodos en invierno ($p=0,0001$), otoño ($p=2,07E-07$) y verano ($p=3,85E-04$) el “pejerrey” muestra diferencias y en primavera la “anchoveta” ($p=0,0428$). Se muestra una correlación entre ICEN en invierno para la presa “anchoveta” ($p=0,008$, $\rho=0,51$), en primavera para “camote” ($p=0,024$, $\rho=0,451$) y en verano para el “pejerrey” ($p=0,008$, $\rho=-0,566$). Para la ATSM de SJM para la estación invierno muestra una relación directa con la “anchoveta” ($p=0,025$, $\rho=0,448$), en otoño para la presa “camote” ($p=0,005$, $\rho=-0,536$), en primavera “camote” ($p=0,007$, $\rho=0,523$) y “samasa” ($p=0,019$, $\rho=-0,466$) y en verano “anchoveta” ($p=0,003$, $\rho=-0,622$). Estos resultados sugieren que pasados 15 años, ocurrido un cambio en la disponibilidad de presas para *A. australis* en Punta San Juan; y que estas presas importantes en registros de la dieta a largo plazo están vinculadas a condiciones frías.

Palabras clave: Lobo marino fino, especies presas principales, anomalías de la temperatura superficial del mar, frecuencia porcentual de ocurrencia.

ABSTRACT

Trophic ecology allows us to understand how individuals and populations respond to environmental variability. The objective is to evaluate the variation in the occurrence of the main prey species in the diet of the “South American fine wolf” (*Arctocephalus australis*) between: years, two periods (Pre and Post El Niño 1997/98) and the seasons (summer, autumn, winter and spring) for periods in the Punta San Juan National Reserve (PSJ) (15 ° 22'S, 75 ° 11.5'O) and explore whether there is a relationship with two records of Sea Surface Temperature Abnormalities (ATSM): the Index Coastal El Niño +1,2 (ICEN) (> 800km of PSJ) and the ATSM registered in San Juan de Marcona (SJM) (<5km of PSJ).

A total of 4 170 dates were collected between 1989 and 2017, which were cleaned, segregated and identified according to published guidelines. The percentage frequency of occurrence (%FO) of the main items (“anchovy”, *Engraulis ringens*, “pejerrey” *Odontesthes regia regia*, “sweet potato”, *Normanichthys crockeri*, “samasa”, *Anchoa nasus*, and cephalopods) was estimated and grouped for years and seasons; considering the criteria of selecting those years that contained at least 94 samples / year and that the collection is in the four seasons. To compare stations between periods / years, those stations were selected that contained at least 50 samples / station and that included samples collected in at least 2/3 months per station. Principal Component Analysis (PCA) was performed to record similarity for years and years by seasons; the Kruskal Wallis test to record significant differences between periods and periods by seasons ($p > 0.05$) and the Spearman correlation by years and years by seasons with the main prey species against the two records of the ATSM.

The PCA for years, registered groupings 1993, 2013-2017. Also for 1992, 1993 and 2009 with a tendency to consume more the “sweet potato” dam and a group 1995 and 1996 consuming more cephalopods. For the PCA years by seasons for winter, autumn and summer in 1991 the “pejerrey” dam prevailed in the diet; Clusters are recorded in 1995 and 1996 with higher consumption in cephalopods. Significant differences were found between the periods (Pre and Post El Niño 1997/98) for “sweet potato” ($p = 0,008$), “pejerrey” ($p = 2,27E-09$) and cephalopods ($p = 0,007$). For the seasons between periods in winter ($p = 0,0001$), autumn ($p = 2,07E-07$) and summer ($p = 3,85E-04$) the “pejerrey” shows differences and in spring the “anchovy” ($p = 0,0428$). A correlation is shown between ICEN in winter for the “anchovy” dam ($p = 0,008$, $\rho = 0,51$), in spring for “sweet potato” ($p = 0,024$, $\rho = 0,451$) and in summer for the “pejerrey” ($p = 0,008$, $\rho = -0,566$). For the ATSM of SJM for the winter season it shows a direct relationship with the “anchovy” ($p = 0,025$, $\rho = 0,448$), in autumn for the “sweet potato” dam ($p = 0,005$, $\rho = -0,536$), in spring “sweet potato” ($p = 0,007$, $\rho = 0,523$) and “samasa” ($p = 0,019$, $\rho = -0,466$) and in summer “anchovy” ($p = 0,003$, $\rho = -0,622$). These results suggest that after 15 years, there has been a change in the availability of dams for *A. australis* in Punta San Juan; and that these important prey in long-term diet registers are linked to cold conditions.

Keywords: Four seals, main prey species, sea surface temperature anomalies, percentage frequency of occurrence.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Formulación del problema

La Corriente de Humboldt es el sistema marino más productivo en el mundo en términos de capturas de peces (Bakun y Weeks, 2008; Espinoza y Bertrand, 2008). En este sentido, la explotación de los ecosistemas marinos está provocando un rápido agotamiento de las principales especies de peces en el mundo (Pauly, Christensen, Dalsgaard, Froese, & Torres, 1998), sumado a la presencia de cambios oceanográficos (e.g. El Niño-Oscilación del Sur, ondas Kelvin). Cuando el ecosistema marino del Océano Pacífico se ve afectado por las condiciones de El Niño de mayor intensidad, en Punta San Juan como en otros lugares, los depredadores se ven afectados (Fahrbach, Trillmich & Arntz, 1991; Majluf, 1991); así sucedió tras El Niño 1997/98, que ocasionó gran mortalidad y migración. Estos factores en conjunto, no solo ha reducido la abundancia total de los peces sino también ha modificado la estructura del ecosistema marino, dejando presas disponibles de baja calidad nutricional (Trites y Donnelly, 2003).

La identificación de las estructuras duras no digeribles encontradas en las fecas del “lobo marino fino”, como son los otolitos (*Sagitta*), picos o mandíbulas de cefalópodos y cefalotórax de crustáceos (i.e. múnida), permiten proporcionar indicios de la incertidumbre en la abundancia y disponibilidad de los recursos presa de los cuales dependen (Soto, 2004), y a su vez sirven como indicadores de cambios ambientales (Torres, 1985). Con ello, se logró evaluar el estado de las principales especies presas en la dieta del “lobo marino fino” (*A. australis*); la variación entre años, entre periodos (Pre y Post El Niño 1997/98), y periodos por estaciones (verano, otoño, invierno y primavera), y la relación de las principales especies presas frente a

los cambios oceanográficos importantes. Por todo ello, se formula la siguiente interrogante:

¿Cuál es la variación en la ocurrencia de las principales especies presas en la dieta del “lobo marino fino” (*Arctocephalus australis*) entre los periodos Pre y Post El Niño 1997/98 en Punta San Juan?

1.2. Hipótesis

Se espera encontrar una variación significativa en la ocurrencia de las principales especies presas entre los periodo (Pre y Post El Niño 1997/98) de la dieta del “lobo marino fino” (*Arctocephalus australis*) a partir de muestras fecales colectadas en Punta San Juan - Ica.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la variación en la ocurrencia de las principales especies presas en la dieta del “lobo marino fino” (*Arctocephalus australis*) entre dos periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) en Punta San Juan-Ica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las principales especies presas de la dieta del “lobo marino fino” (*A. australis*) a partir del análisis de muestras fecales colectadas en Punta San Juan.
- Evaluar la variación de ocurrencia de las principales especies presas en la dieta del “lobo marino fino” (*A. australis*) entre años y según estaciones en Punta San Juan.

- Evaluar la variación de ocurrencia de las principales especies presas en la dieta del “lobo marino fino” (*A. australis*) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) y según estaciones en Punta San Juan.
- Evaluar si existe una relación entre la ocurrencia de las principales especies presas en la dieta del “lobo marino fino” (*A. australis*) en Punta San Juan y los dos registros de las anomalías de la temperatura superficial del mar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistema marino de Humboldt

El ecosistema marino de Humboldt cubre el área de los 55° de latitud frente a Perú y Chile (3° 23,57' a 58° 21,02') y más de 200 millas náuticas en alta mar. El 65% de la extensión del ecosistema marino de Humboldt corresponde al Sistema de la Corriente de Humboldt, que está bajo la influencia del afloramiento costero estacionales o permanentes, desde aproximadamente 4° a 40° sur. Varias características del ecosistema marino de Humboldt están asociado a otros ecosistemas similares con las corrientes fronterizas orientales (Corriente de California, Canarias, Humboldt y Benguela) (Gutiérrez, Akester, & Naranjo, 2016).

2.1.1. Sistema de la corriente de Humboldt

La corriente de Humboldt es el más productivo en el mundo en términos de capturas de peces (Bakun & Weeks, 2008) produciendo más peces por unidad de área que cualquier otra región de los océanos del mundo (Chavez, Bertrand, Guevara-Carrasco, Soler & Csirke, 2008). El afloramiento costero o la surgencia es el proceso clave, responsable de esta alta productividad biológica (Montecino & Lange, 2009).

Los eventos de surgencia ocurren durante todo el año frente al Perú, existe una alta variabilidad oceanográfica de origen local y/o remoto a diferentes escalas temporales (intraestacional, estacional, interanual y decadal). Esta variabilidad oceanográfica determina importantes fluctuaciones que han sido discutidos por Zuta & Guillén (1970), donde se reconoce que a lo largo de la costa de Perú existe una mayor intensidad en

la surgencia durante invierno y primavera, siendo más débil en verano y otoño. Igualmente en la región se observa una de las señales más intensas asociadas con el ciclo El Niño Oscilación del Sur (ENOS).

2.1.2. El Niño-Oscilación del Sur

El Niño-Oscilación del Sur es un fenómeno meteorológico y oceanográfico que ocurren en intervalos regulares (2-7 años) en el Pacífico Tropical Oriental, alterando radicalmente la variabilidad normal y estacional de las condiciones marinas (Ono & Trillmich, 1991). Es el ciclo en el que fluctúan condiciones cálidas (El Niño) y las condiciones frías (La Niña) en el Pacífico tropical, desarrollado en asociación con cambios en la Oscilación del Sur, un patrón de presión atmosférica que atraviesa los océanos Índico y Pacífico tropical, que está íntimamente relacionado con la fuerza de los vientos alisios del Pacífico (McPhaden, Zebiak & Glantz, 2006). Según MacPhaden *et al.* (2006), un aspecto clave de las interacciones océano-atmosféricas en el Pacífico tropical es la retroalimentación positiva entre la intensidad de los vientos alisios y los contrastes en la temperatura superficial del mar (TSM), conocida como la retroalimentación Bjerknes. Los vientos alisios normalmente acumulan agua superficial cálida en el Pacífico occidental, mientras se da el afloramiento de aguas frías en el este, por debajo de la superficie, a lo largo del ecuador y en la costa oeste de América del Sur. El contraste de temperatura superficial resultante refuerza una diferencia de presión de aire de este a oeste, que a su vez impulsa los vientos. Durante El Niño, los vientos alisios se debilitan, a medida que la presión atmosférica se eleva en el Pacífico occidental y cae en el Pacífico oriental. Se produce un calentamiento anómalo en el Pacífico central y

oriental, a medida que el agua caliente en el Pacífico occidental migra hacia el este y el afloramiento se reduce. Esto revierte la retroalimentación Bjerknes, con vientos alisios debilitados y tendencias de calentamiento de la TSM a lo largo del Ecuador, reforzándose a medida que El Niño se desarrolla (MacPhaden *et al.*, 2006).

El debilitamiento de los vientos alisios en el inicio de El Niño, genera patrones de ondas ecuatoriales que son atrapadas en la costa, llamadas ondas Kelvin. Estas ondas son una de las principales fuentes de variabilidad en el SCH, subiendo el nivel del mar y profundizando la termoclina (el límite entre las capas de agua frías y cálidas) (Fahrbach *et al.*, 1991; Bertrand *et al.*, 2008). Al profundizarse la termoclina, el afloramiento costero se torna “ineficiente” en términos de enriquecimiento de nutrientes (se lleva a la superficie aguas oceánicas cálidas bajas en nutrientes), y aumenta la TSM. Sin embargo, después de transitar y a medida que se alejan, las ondas Kelvin actúan de forma inversa, elevando la termoclina y permitiendo el afloramiento costero. Por lo tanto, el enfriamiento inducido por las ondas Kelvin representa una retroalimentación negativa retardada que provoca la desaparición de El Niño y, si es lo suficientemente fuerte, el inicio de La Niña (Barber & Chavez, 1983; Bertrand *et al.*, 2008).

Los eventos El Niño llevan a un aumento excepcional en la TSM, alterando el sistema ecológico (reduciendo la productividad primaria) y generando cambios en los patrones de distribución y reducciones considerables en la disponibilidad de presa (Barber & Chavez, 1983, Espino, 1999; Jeglinski, Wener, Robinson, Costa, & Trillmich, 2012). A medida que El Niño se fortalece en intensidad, el suministro de nutrientes y

luz se reduce, y la disminución en la producción primaria disponible para la cadena trófica provoca reducciones proporcionales en el crecimiento, condición corporal éxito reproductivo y supervivencia de numerosos especies marinas (Barber & Chavez, 1983; Atkinson, 1997). Es por ello que la mortalidad ocasionada durante eventos El Niño, puede ser generada por la migración del recurso presa a latitudes mayores (Apaza & Figari, 1999).

El ENSO se presenta en forma irregular, con intensidad y duración variables. Por otro lado, la clasificación del tipo de eventos El Niño por su intensidad es altamente subjetiva debido a que no todos son exactamente iguales en el tiempo de ocurrencia, duración, magnitud del área, grado de devastación, etc. Sin embargo, la manifestación de El Niño es estacional e intra-estacional y regional y/o local, por lo que es importante conocer su intensidad.

2.1.3. Reporte pesquero de las presas principales de *A. australis* en Perú

Las aguas costeras peruanas tiene una gran variedad de recursos biológicos y constituyen una región importante para la pesquería del Pacífico sudoccidental; la principal especie es la “anchoveta peruana” entre las especies pelágicas y la merluza entre las especies demersales (Sánchez, 2000).

La “anchoveta” en el Perú sustenta la mayor pesquería mono-específica líder en el mundo, en términos de desembarques (>5 millones de toneladas métricas año en promedio desde 1960) (Freón, Bouchon, Mullon, García & Ñiquen, 2008; Simmonds, Gutiérrez, Chipollini, Gerlotto, Woillez, & Bertrand, 2009; Bertrand, Joo, Arbulu Smet, Tremblay, Barbraud, &

Weimerskirch, 2012). Desde mediados de los años cincuenta, en la costa peruana se han capturado más de 250 millones de TM de “anchoveta” (Espino & Yamashiro, 2012). Esto es equivalente a más del 10% de lo capturado en todo el mundo (Paredes, 2012). Existe una competencia evidente por el recurso, “anchoveta”, entre los distintos grupos de depredadores superiores como lo menciona Bertrand, Goya, & Silva, (2010).

2.1.3.1. “Anchoveta” (*Engraulis ringens*)

La “anchoveta peruana” (*E. ringens*) pertenece a la familia Engraulidae, Orden Clupeiformes y Clase Actinopterygii; siendo una especie pelágico nerítico, que está presente a una profundidad de 03 a 80 metros y su rango de temperatura del mar que tolera varía entre los 17-20,8 °C. Su periodo reproductivo es de julio a febrero, su máxima actividad se presenta en invierno-primavera (julio-octubre), y en ciertos años se evidencia una extensión en verano (Bouchon, Ayón, Mori, Peña, Espinoza, Hutchings, Buitrón, Perea, Goicochea, & Messie, 2010).

2.1.3.2. “Camote” (*Normanichthys crockeri*)

El “camote” (*N. crockeri*) pertenece a la familia Normanichthyidae, Orden Scorpaeniforme y Clase Actinopterygii; siendo una especie demersal, que está presente a una profundidad de 37 a 200 metros y su rango de temperatura del mar que tolera varía entre los 10,5-15,6 °C. Su periodo reproductivo o desove se da en la época de invierno, cuando las

condiciones del mar le son más propicias (Quiroz, Zambrano & Cárdenas, 1996).

2.1.3.3. “Pejerrey” (*Odontesthes regia regia*)

El “pejerrey” (*O. regia regia*) pertenece a la familia Atherinopsidae, Orden Atheriniformes y Clase Actinopterygii; siendo una especie pelágico nerítico, no se conoce con exactitud la profundidad en que se encuentra y su rango de temperatura del mar que tolera varía entre los 11,3-17,7 °C. Se reúnen en cardúmenes especialmente en los meses de reproducción, la cual se efectúa entre mayo y diciembre, teniendo una mayor frecuencia en invierno (Mejía, Samamé, & Pastor, 1970).

2.1.3.4. “Samasa” (*Anchoa nasus*)

La “samsa” (*A. nasus*) pertenece a la familia Engraulidae, Orden Clupeiformes y Clase Actinopterygii; siendo una especie pelágico nerítico, que está presente a una profundidad de 00 a 142 metros y su rango de temperatura del mar que tolera varía entre los 17,2-28,9 °C. Presenta un amplio periodo reproductivo, con mayor intensidad, el principal durante el verano austral y el secundario en invierno (Bouchon, 2007).

2.1.3.5. Cefalópodos

Los cefalópodos son parte importante en la trama trófica. Su rol en el ecosistema parece ser de depredadores subdominantes.

Constituyen presas importantes de mamíferos marinos y aves marinas (Arata & Xavier, 2003).

2.2. El lobo marino fino” (*Arctocephalus australis*)

Arctocephalus australis (Zimmerman, 1783), pertenece al Suborden *Pinnipedia* de la Familia Otariidae; se divide en dos Subfamilias Otariinae y Arctocephalinae. En Arctocephalinae se encuentra *Arctocephalus* cuya característica es presentar una segunda capa de pelos gruesos y molares con doble raíz (Wynen, 2001). Según la UICN pertenece a la categoría de Preocupación Menor y en Perú después del declive del ENSO 1997/98 se clasificó en peligro de extinción (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI). Las cifras indica que el número total de lobos marinos finos para Sudamérica se estima en 109 500 individuos (IUCN, 2016).

2.2.1. Distribución y abundancia en el Perú

La distribución para *A. australis* ocupa diversos hábitats a lo largo de toda la costa sudamericana extendiéndose desde la zona subtropical de Perú, alrededor de Cabo de Hornos e Islas Malvinas, llegando hasta el extremo sur de Brasil (Oliverira, 2004) (Fig. 01).



Figura 01. Distribución de *A. australis*. Se muestra las colonias reproductivas y no reproductivas.

La abundancia de *A. australis* en el Perú ha cambiado drásticamente a lo largo del siglo pasado (Guerra & Portflitt, 1991). La explotación comercial sobre su piel, en el Perú se redujo los números de lobos marinos, hasta el punto de llegar a la extinción, sin embargo quedaron unos pocos, esto pasó por los finales del siglo 20 (Majluf & Trilmich, 1981). Eso llevó a la prohibición en 1959.

Para fines de los años 70's la población de "lobo fino" comprendía alrededor de 20 455 individuos (Tovar & Fuentes, 1984; Majluf & Trillmich, 1981). Como puntos abundantes fueron Paracas, San Fernando y Punta San Juan, los lugares más fríos en la costa peruana (Majluf & Trillmich, 1981). Para marzo de 1984 la población descendió el 25%, siendo la principal causa la ocurrencia de El Niño 1982-1983 (Tovar & Fuentes, 1984), que disminuyó el número de las colonias de Punta San Juan y San

Fernando, pero aumentó el número de colonias pequeñas ubicadas más al Sur (Majluf, 1987), hasta el norte de Chile (Guerra & Portflitt, 1991).

Luego de 8 años sin evaluaciones, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) se hizo cargo y retornó el censo poblacional, con una metodología estandarizada (Arias-Schreiber & Rivas, 1998; Cárdenas-Alayza, 2012). Dicho censo, realizado entre diciembre de 1992 y enero de 1993, se estimó la población de *A. australis* en aproximadamente 27 000 individuos; mientras que para 1996, la población fue estimada en 24 481 individuos, convirtiendo a Punta Coles (17°42'S) en la colonia más importante, antes considerada una colonia no reproductiva (Majluf & Trillmich, 1981, Arias-Schreiber & Rivas, 1998). La ocurrencia de otro evento, El Niño, entre 1997-1998, originó un declive del 72% de la población (Arias-Schreiber, 1999; Oliveira, Arias-Schreiber, Meyer, & Morgante, 2006), perdiéndose por completo las cohortes de esos años (Arias-Schreiber, 2000).

Debido al declive poblacional de 24 481 individuos en 1996 a 8 223 en 1998 (Arias-Schreiber & Rivas, 1998; Arias-Schreiber, 1999; Olivera *et al.*, 2006), para 1999 fue re-clasificada como en peligro de extinción (EN) en el Perú (Decreto Supremo N°034-2004-MINAGRI, donde se mantiene en la actualidad vigente). Se ha determinado que esta población ha pasado por un cuello de botella genético, resultado indirecto del efecto sinérgico entre los eventos El Niño en forma repetitivas y el impacto humano en el pasado (i.e., el largo historial de caza y la pesca excesiva iniciada en los años 50's, Cárdenas-Alayza, 2012; Majluf & Reyes, 1989; Majluf, 1987). Como consecuencia, la pérdida de

diversidad genética podría comprender el potencial evolutivo de la población para responder a cambios ambientales (Oliveira, Meyer, Hoffman, Majluf, & Morgante, 2009; Oliveira, 2011).

Luego de encontrarse cerca de la extinción a causa de El Niño 1997-1998, la población se encuentra en un período de recuperación (Cárdenas-Alayza, 2012), logrando extender su rango e incremento sus números. El último censo disponible (año 2013), la población peruana de “lobo fino” ha sido estimada en 15 467 individuos. El 82% de la población ahora se encuentra distribuida entre los grados 15°S y 17°S. Las colonias más importantes identificadas son Punta Coles (37,5%) y Punta San Juan (28,8%) (IMARPE, 2013).

2.2.2. Ecología trófica

Los hábitos alimenticios en los pinnípedos se han estudiado utilizando con el método tradicional, la determinación de dieta mediante el análisis de fecas. La dieta del “lobo fino” varía en función a la disponibilidad de presas. A pesar de que son generalistas tróficos con el potencial de alimentarse de muchos tipos de presa, solamente algunas especies dominan su hábito alimenticio. Peces pelágicos y demersales y cefalópodos, son las presas más habituales encontrar (Vásquez, 1995; Zavalaga, Paredes, & Arias-Schreiber, 1998; Franco-Trecu & Autorioles-Gamboa, 2014).

Para Punta San Juan se han efectuado estudios sobre la dieta del “lobo fino” (Majluf, 1989) encontró que las principales presas consumidas por los “lobos finos” en este lugar entre enero 1983 y diciembre de 1985 fueron la “anchoveta” adulta (34% del número total de items). Vásquez (1995) halló

que las principales presas de ambas especies de lobo marino entre octubre 1986 y febrero de 1989 fueron “anchoveta” adulta (37% del número total de ítems en “lobo finos”). Zavalaga *et al.* (1998) en febrero de 1998 la presencia de la “anchoveta” para Punta San Juan era de 46% en la dieta.

2.2.3. Población de *A. australis* en Punta San Juan

A) El Niño 1997/98

Punta San Juan ha sido reconocido como el lugar donde se encuentra el núcleo de afloramiento más intenso en la costa del Perú, e incluso del mundo (Bakun & Weeks, 2008; Zuta, Rivera, & Bustamente, 1978). Sus aguas frías cercanas a la costa, junto con su ubicación al sur (15°S), fuertes vientos locales y angosta plataforma continental permiten que el afloramiento tienda a persistir por más tiempo en Punta San Juan que en otros lugares en el Perú, inclusive cuando áreas a los alrededores se ven afectados por las condiciones El Niño (Fahrbach *et al.*, 1991; Majluf, 1991). Sin embargo, si el evento es de mayor intensidad, incluso en Punta San Juan los depredadores se verán afectados negativamente (Majluf, 1989).

El monitoreo realizado por más de 30 años en este lugar se han podido registrar fluctuaciones poblacionales extremas, ocasionadas por el abandono de la mayoría de las playas de la reserva debido a la muerte/migraciones generada por El Niño 1997-1998, y la posterior recuperación y reocupación registrada desde el año 2003 (Fig. 02). Estos conteos pueden dar una idea de los factores ambientales que influyen en

el ciclo de vida y la dinámica de la población del “lobo fino sudamericano” en el Perú (Cárdenas-Alayza, 2012).

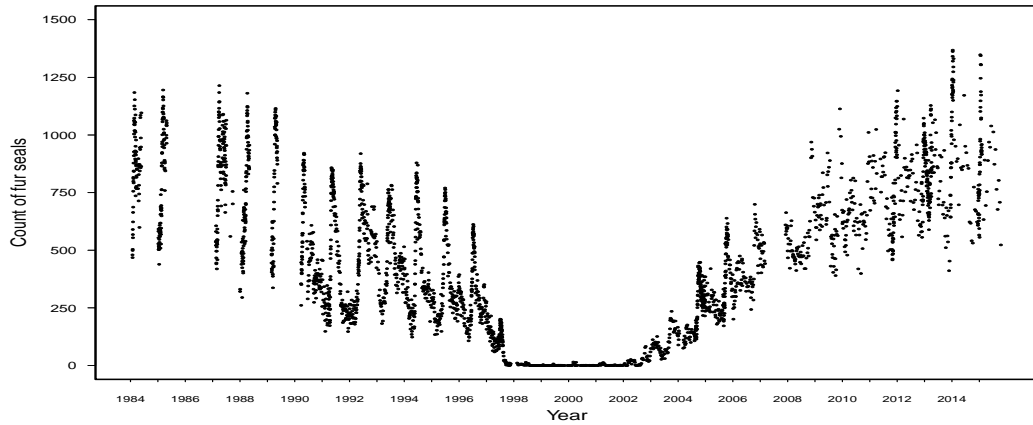


Figura 02. Serie de tiempo de los conteos de “lobo fino sudamericano” (*Arctocephalus australis*) en la playa S3, principal colonia de estudio y lugar donde se encuentra la colonia reproductiva más importante en Punta San Juan, en el periodo comprendido entre 1984 a 2014. Fuente: Modificado de Cárdenas-Alayza (2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Zona de estudio

La investigación se realizó en la Reserva Nacional Punta San Juan (15°22'11,5'O), parte de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, localizada en San Juan de Marcona, Ica. Para fines de investigación esta reserva tiene en 20 playas, diez ubicadas hacia norte (N0-N9) y diez al sur (S0-S9) (Fig. 03). Los “lobos finos” (*A. australis*) se reproducen en varias de las playas comprendidas dentro de la reserva. Sin embargo, el lugar de estudio es la playa S3, lugar donde se encuentra la colonia reproductiva más importante de “lobo fino sudamericano” dentro de Punta San Juan y la cual ha sido el punto principal de muestreo para el monitoreo de la dieta a partir de la colecta de fecas.

La playa de estudio S3 es una playa angosta y larga, con una superficie aproximada de 750 m² y rodeada por un acantilado de 20-25 m de altura. Además, se encuentra protegida del oleaje por una plataforma de roca a lo largo de la playa. En condiciones de marea baja, esta plataforma provee de pozas intermareales para que los lobos marinos puedan termorregular durante las horas de mayor incidencia de radiación solar (Majluf, 1987).

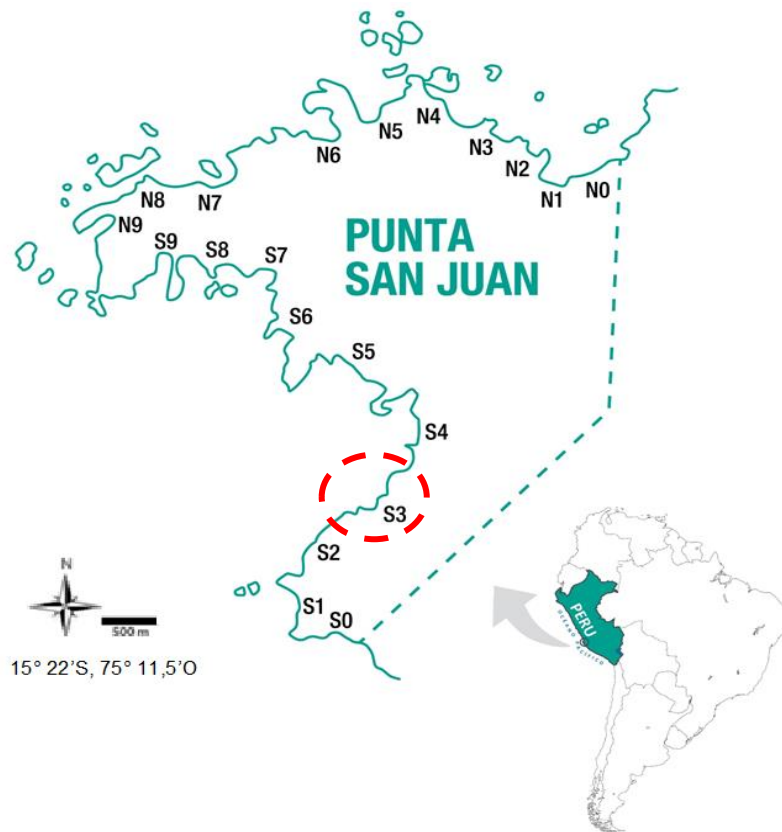


Figura 03. La Reserva Nacional Punta San Juan, con las 20 playas y señalando en rojo la playa de estudio (Fuente: Programa Punta San Juan).

3.2. Materiales

3.2.1. Equipos

- 01 Estereoscopio y lupa TRIPLET 10x18mm
- 01 Cámara fotográfica Nikon P600

3.2.2. Materiales

- Tamices, malla de 2,00 y 0,28 mm
- 01 Bandeja de metal
- 02 Pinzas
- Tubos Eppendorfs
- 2L Etanol 70%

- 02 Cepillo con cerdas de nylon
- 02 lapiceros indeleble
- 02 Reglas
- 02 caja de guantes de Látex
- 100 tubos de 15 milímetros
- 10 placas Petri

3.3. Recolección de muestras

3.3.1. Determinación de la dieta

Previamente a la colecta de muestras fecales se consideraron que sean heces frescas, de color marrón y/o rojizo oscuro, con forma algo alargada, de consistencia semi-sólida y fecas de preferencia ubicadas en áreas rocosas. La fecas que no formaban parte de la colecta era de consistencia acuosa y heces secas.

En la playa de estudio S3 se recolectaron las muestras fecales entre las 10:00 y 14:00 horas, durante estas horas los lobos marinos se encuentran termorregulando en la orilla de las playas y en las pozas intermareales, dejando libre la zona de playa para el recojo de heces (Arias-Schreiber y Rivas, 1998). Cada muestra fue colectada en bolsa plástica de forma individual. Al final de la recolección todas las bolsas individuales se colocan en una bolsa grande y esta se rotula con la fecha, cantidad total de muestras colectadas, la playa de estudio y la especie de estudio. Las muestras fueron conservadas en la congeladora (- 20 °C) hasta su segregación.

3.4. Procesamiento de muestras

3.4.1. Determinación de la dieta

El contenido segregado e identificado de las muestras fecales de los años 1984, 1985, 1989-1997, 2009, 2012 y 2013 fueron facilitados por el Programa Punta San Juan. Para los años 2014 a 2017 se segregaron, limpiaron, preservaron y se identificaron las muestras para fines del presente estudio. Dichas muestras fecales se analizaron en la Estación Científica de la Reserva Nacional Punta San Juan bajo la supervisión del Programa Punta San Juan del Centro para la Sostenibilidad Ambiental de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Las muestras se retiraron de la congeladora, y se procedió a dar un tiempo prudente para su descongelación. Luego se pasó por una pre-segregación en la cual consistía en remojar la muestra fecal con agua, agregando un detergente comercial para la emulsificación de la materia orgánica (Antoneli, Fiscus, & DeLong, 1984), por un tiempo de 24-48 horas.

Para la segregación; como primer paso se colocó una bandeja debajo del o los tamices. La bolsa donde se encontraba la muestra fecal se vertió en el tamiz, (apertura de malla de 0,425 mm). Si la muestra contenía piedras y/o restos de valvas se sobreponía un tamiz con una malla de 2,00 mm para facilitar la separación. Se uniformizó la muestra en el tamiz mediante un cepillo de nylon (Zavalaga *et al.*, 1998), se agregó abundante agua para que filtre los restos de la materia orgánica; de ser necesario, se añadió nuevamente detergente y se repitió el proceso. Con la ayuda del agua, se retiraron los restos que se encontraban impregnados en las mallas del tamiz, para colocarlos en la bandeja. Posteriormente se observó si había la

presencia de alguna estructura dura no digerible (otolitos *sagitta*, mandíbulas de cefalópodos y cefalotórax de crustáceos) en la malla y en la bandeja.

Al observar alguna estructura dura no digerible, se procedió a limpiar hasta retirar los restos de materia orgánica impregnada en las estructuras. Para la preservación los otolitos (*Sagitta*) se dejaron secar en placas Petri a temperatura ambiente, y se conservaron en seco en un eppendorf rotulado (Lance, Orr, Riemer, Weise, & Laake, 2001, Volpedo y Vaz Dos Santos, 2015). En caso de las mandíbulas de cefalópodos, éstas se preservaron en un tubo con alcohol a 70° rotulado (Mercer, Misra & Hurley, 1980). Para el caso que se encontraron cefalotorax de múnida (*Pleurocondes monodon*) éstos se contabilizaron y se registró la cantidad descartando la estructura dura no digerible.

3.4.2. Identificación de las presas principales

Los otolitos *Sagitta* fueron observados con la lupa o un estereoscopio, identificándolos a partir de caracteres diferenciables siguiendo la guía García-Godos (2001) y Harvery, Loughilin, Perez, & Oxman (2000). La identificación se determinó hasta el nivel de especie. Para el caso de los picos, todos fueron agrupados bajo el taxón de cefalópodos. Finalmente, para la identificación de crustáceos se utilizó la guía de Moscoso (2012), no se le consideró como una presa principal pero se consideró en la identificación para futuras investigaciones.

3.5. Análisis de datos

3.5.1. Descripción de las presas principales

Para las especies presas principales se consideraron las presas que consolidaban el 95% en la dieta del “lobo marino fino”, *A. australis*, registrado históricamente en PSJ.

Para determinar las especies presas principales de la dieta del “lobo fino sudamericano”, se realizó un análisis descriptivo. Los datos se presentaron en una matriz de datos donde se detalló el periodo (Pre- o Post- El Niño 1997/98), el año, el total de muestras colectadas, el porcentaje numérico (PN%) encontrado por año de: (i) los otolitos *sagitta* del total de las presas, (ii) los otolitos *sagitta* de las especies presas principales y (iii) los picos o mandíbulas los cefalópodos.

Se estimó la frecuencia porcentual de ocurrencia (FO%) para las especies presas principales, “anchoveta” (*Engraulis ringens*), “camote” (*Normanichthys crockeri*), “pejerrey” (*Odontesthes regia*), “samasa” o “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*) y los cefalópodos, considerando ciertos criterios, separándolos según periodos, años y estaciones (verano, otoño, invierno y primavera

Para calcular el porcentaje numérico de otolitos (PN) se empleó la siguiente fórmula:

$$PN_i = \frac{n_i}{N} \times 100$$

N

Donde:

n_i = el número de otolitos/cefalópodos del taxón i .

N = número total de estructuras duras

Para calcular la Frecuencia Porcentual de Ocurrencia (FO%) se aplicó la fórmula:

$$FO_i (\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Dónde:

u = el número de fecas donde está presente el taxón i

U = el número total de fecas que contienen otolitos

3.5.2. Análisis entre años/periodos/estaciones por periodos/ condiciones oceanográficas con respecto a las presas principales

Se realizaron los análisis exploratorios examinando la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Para los datos que no cumplieron con las condiciones para una prueba paramétrica, se optó por las pruebas no paramétricas.

Se consideró criterios para el análisis comparativo, se seleccionó aquellos años que contenían al menos 94 muestras fecales/año y que se colectó en las cuatro estaciones (verano, otoño, invierno y primavera). Para la

comparación estaciones entre periodos, se seleccionó aquellas estaciones que contenían al menos 50 muestras fecales/estación y que incluya muestras fecales colectadas en al menos 2/3 meses por estación (Trites y Joy, 2005).

Para evaluar la variación en la frecuencia porcentual de ocurrencia (FO%) de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*), dentro de cada año (1984-1985, 1989-1997, 2009, 2012-2017), se usó el análisis de componentes principales (PCA), esto permitió establecer, que en los años de colecta se observen posibles agrupaciones. Las similitudes entre la FO% de las especies presas principales, en función de los años, han sido calculados como distancias Euclídeas, considerada como apropiada para el análisis multivariante de los datos de las especies presas principales de la dieta del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*). Se realizó lo mismo para ver la influencia de la FO% en las especies presas principales de la dieta dentro de cada estación (verano, otoño, invierno y primavera).

Para evaluar la variación de la FO% de las especies presas principales en la dieta del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) entre periodos (Pre y Post-El Niño 1997/98) y según estaciones en Punta San Juan; si los datos se ajustan para una prueba paramétrica se empleó la prueba de T de Student para dos muestras relacionadas. En el caso fueran una prueba no paramétrica se empleará la prueba de U Mann-Withney para evaluar si hay diferencias entre las dos muestras independientes, por la suma de rangos.

Para evaluar si existe una relación entre la ocurrencia de las especies presas principales de *A. australis* en Punta San Juan e índices de ATSM, se usó: Índice Costero El Niño +1,2 (ICEN) (>800 km de PSJ) y las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) registradas en San Juan de Marcona (SJM) (<5 km de PSJ) en forma anual y estacional; se utilizó la correlación de Spearman. Para esta prueba se mencionó el coeficiente de correlación de Rho, para evaluar la magnitud de la correlación.

El análisis estadístico y las gráficas serán realizados en el programa IBM SPSS Statistics 2.0 y Past 3.2.0. Además de gráficos de barras, barras de error, diagramas de cajas y gráficos de dispersión.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la dieta

Las especies presas principales para la dieta del “lobo fino sudamericano” (*Arctocephalus australis*) se determinaron con todos los años disponibles (1984, 1985, 1989-1997, 2009 y 2012-2017) de estructuras duras no digeribles identificadas en la dieta, para esta especie en Punta San Juan. Estas presas consumidas por *A. australis* están identificadas por medio de las estructuras duras no digeribles (otolito *sagitta*, mandíbulas de cefalópodos y cefalotorax de múnida, *Pleurocontes monodon*); para fundamentar la representatividad de las presas principales se diferenciaron, del total de las presas y de las presas principales. Para determinar las presas principales, la representación de estas debe ser el 95% de la frecuencia del total de las especies presas registradas. Por ende las especies presas principales para el “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) son: “anchoveta” (*Engraulis ringens*), “camote” (*Normanichthys crockeri*), “pejerrey” (*Odontesthes regia*), “samasa” o “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*) y los cefalópodos.

Tabla 01.

Porcentaje Número (NP) del total de las presas con respecto a las presas principales en la dieta del “lobo fino sudamericano” (A. australis) según cantidad de muestras fecales colectadas año y periodo.

Periodos	Año	Fecas colectadas	Porcentaje Numérico (NP)			
			Presas	%	Presas principales	%
Pre El Niño 1997/98	1984	28	21,43	100	3,57	16,66
Pre El Niño 1997/98	1985	21	85,71	100	0,00	0,00
Pre El Niño 1997/98	1989	117	93,16	100	93,16	100,00
Pre El Niño 1997/98	1990	150	100,00	100	100,00	100,00
Pre El Niño 1997/98	1991	400	68,50	100	68,50	100,00
Pre El Niño 1997/98	1992	132	66,67	100	52,27	78,40
Pre El Niño 1997/98	1993	242	52,90	100	48,76	92,17
Pre El Niño 1997/98	1994	317	69,71	100	60,56	86,87
Pre El Niño 1997/98	1995	193	97,41	100	96,37	98,93
Pre El Niño 1997/98	1996	212	99,50	100	98,59	99,09
Pre El Niño 1997/98	1997	247	100,00	100	96,00	96,00
Post El Niño 1997/98	2009	160	58,13	100	53,75	92,47
Post El Niño 1997/98	2012	52	19,23	100	19,23	100,00
Post El Niño 1997/98	2013	280	50,36	100	50,36	100,00
Post El Niño 1997/98	2014	209	94,26	100	76,08	80,71
Post El Niño 1997/98	2015	255	79,22	100	73,73	93,07
Post El Niño 1997/98	2016	372	100,00	100	91,40	91,40
Post El Niño 1997/98	2017	363	54,55	100	46,84	85,87
			Media			83,98

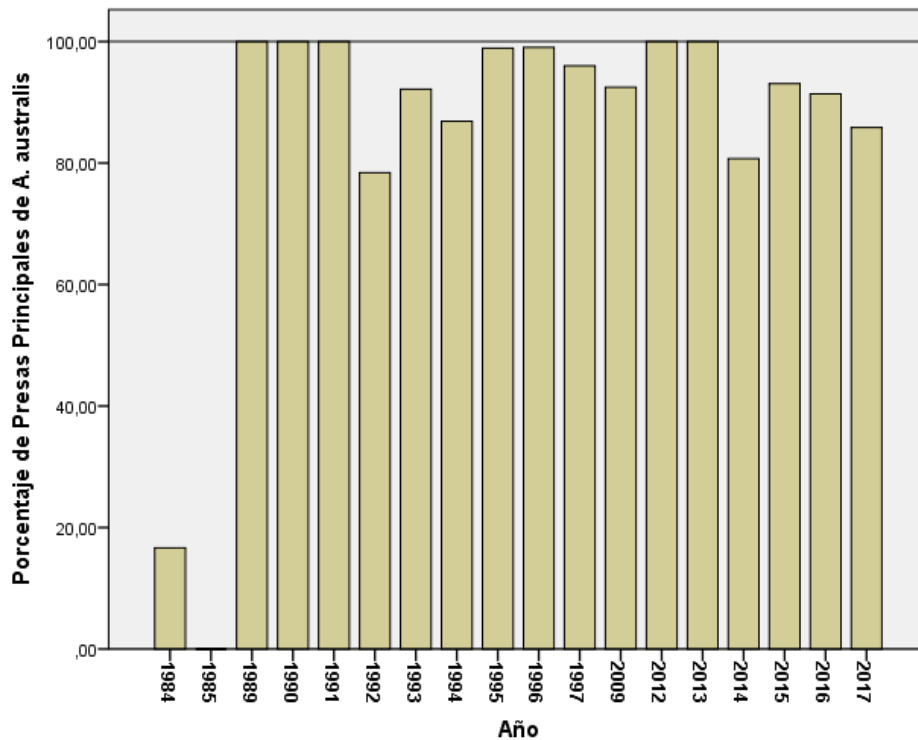


Figura 04. Porcentaje de la frecuencia de las presas principales encontradas en las fecas del “lobo fino” (*Arctocephalus australis*) por año.

En la Figura 04 se observa el porcentaje de la frecuencia de las presas principales con respecto al total de las presas (100%), la cual es representada por una línea horizontal, según año de estudio; solo para el año 1984 y 1985 el porcentaje de las presas principales es bajo o nulo, para los posteriores años mantiene una media del 83,98% de la frecuencia del total de las presas principales de la suma de los años, de lo cual corresponde a los otolitos *sagitta* de las presas principales, “anchoveta” (*Engraulis ringens*), “camote” (*Normanichthys crockeri*), “pejerrey” (*Odontesthes regia*), “samasa” o “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*) y las mandíbulas de los cefalópodos. Por congruente se sustenta la gran representatividad que estas presas principales tienen respecto al total de las presas consumidas por el “lobo fino sudamericano” (*Arctocephalus australis*) en la reserva nacional Punta San Juan.

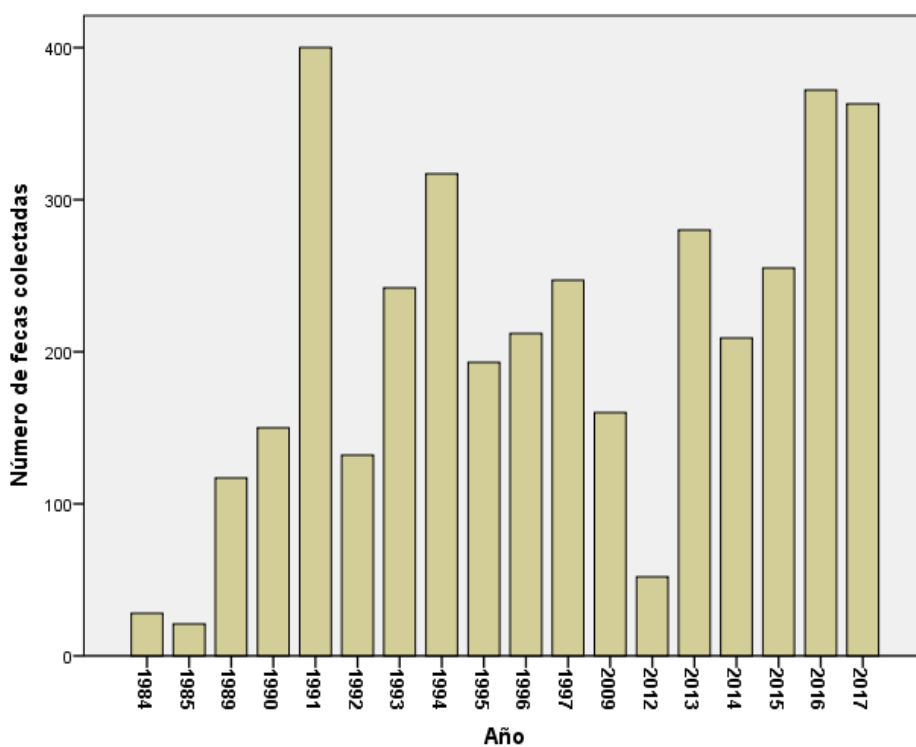


Figura 05. Número de muestras fecales colectadas en la reserva nacional Punta San Juan por año.

Para la Figura 05 se observa la frecuencia de las muestras fecales colectadas en la reserva nacional Punta San Juan, según los años (1984, 1985, 1989-1997, 2009 y 2012-2017); además se registra la no uniformidad de la colecta de las muestras fecales (número muestral) en los años.

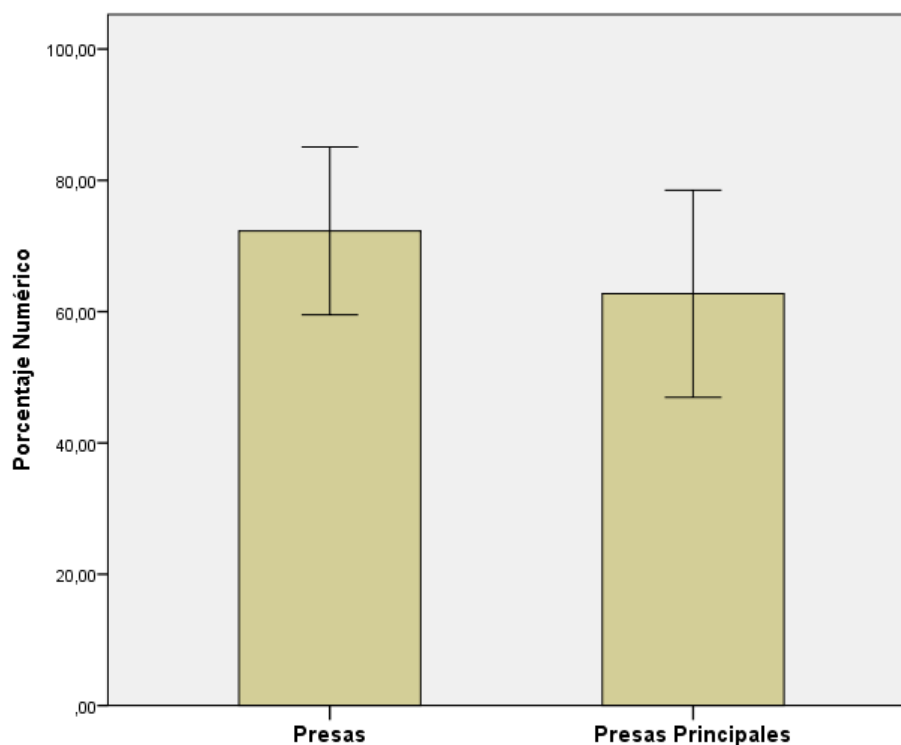


Figura 06. Porcentaje numérico de las presas y las presas principales de la dieta de *A. australis* en la reserva nacional Punta San Juan.

De las presas, el 72,297 (SE \pm 6,057) del NP representa al total de las presas (peces, cefalópodos y múnida, *Pleurocondes monodon*). De estos, los otolitos *sagitta* de los peces y las mandíbulas de cefalópodos de las presas principales ocupan el 62,479 (SE \pm 7,479) del NP como presas principales (Figura 06). Dado los rango de la media, se observa que no hay diferencia significativa entre el porcentaje de las presas entre las presas principales ($p < 0,05$); sin embargo, estas presas principales ocupan un gran rol en la dieta de *A. australes* en la reserva nacional Punta San Juan (RNSIIPG) respecto al total de las presas consumidas.

4.2. Descripción de las presas principales

4.2.1. Entre los años y años por estaciones

La evaluación de las presas principales consumidas por *A. australis* a través de los años de estudio, ha permitido observar oscilaciones en las

presas principales, registrada en su dieta. La Figura 07 muestra la fluctuación de la FO% para las presas principales de *A. australis*: “anchoveta” (*E. ringens*), “camote” (*Normanichthys crockeri*), “pejerrey” (*Odontesthes regia*), “samasa” o “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*) y cefalópodos.

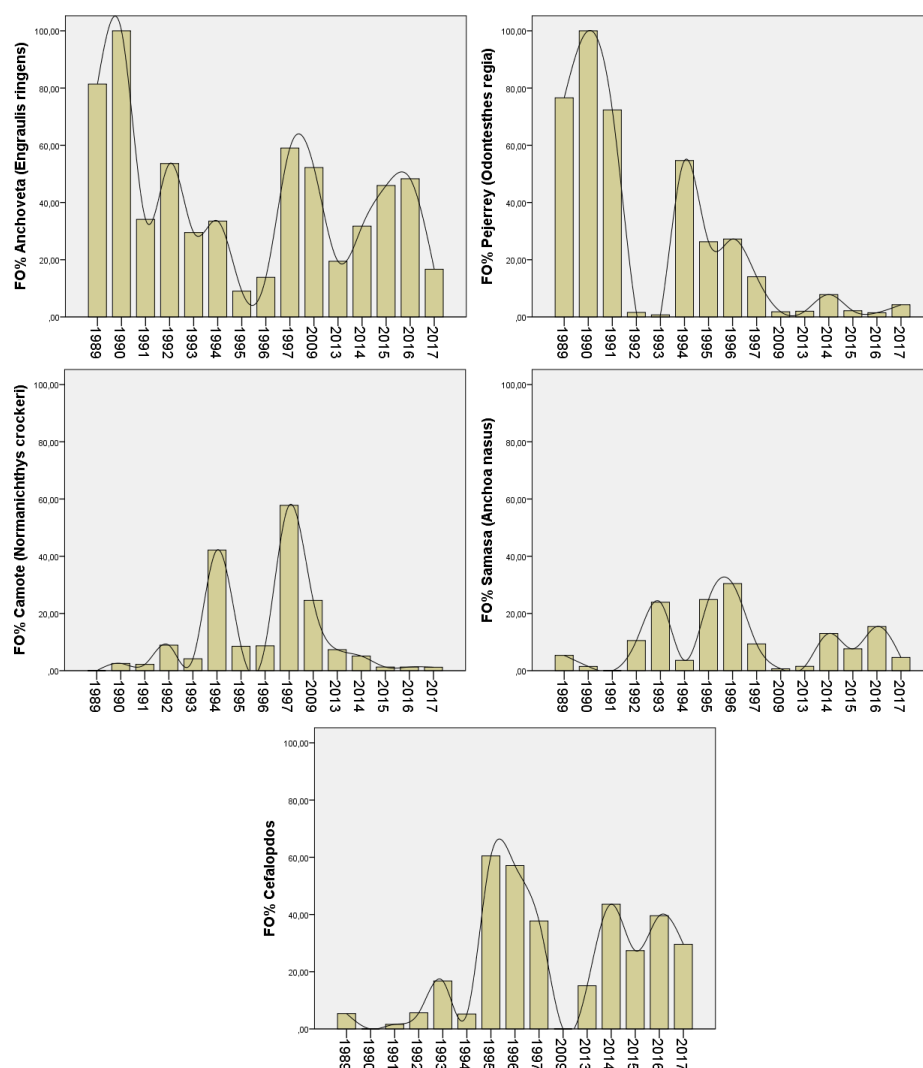


Figura 07. Serie de tiempo de la FO% de forma anual de las presas principales “anchoveta” (*Engraulis ringens*), “camote” (*Normanichthys crockeri*), “pejerrey” (*Odontesthes regia*), “samasa” o “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*) y los cefalópodos.

Posteriormente se realizó el análisis de componentes principales (PCA) de los años y estaciones por años, frente a la frecuencia porcentual de

ocurrencia de las especies presas principales, para evaluar la variación interanual e intraestacional por años. Así mismo, permitió visualizar alguna relación entre especies presas principales para un grupo o para algún año en particular.

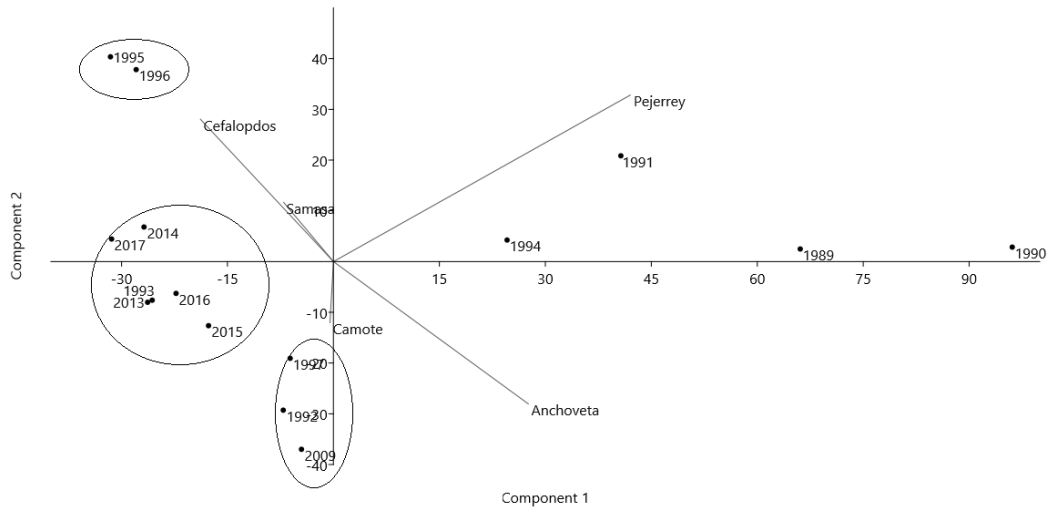


Figura 08. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similitud de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de los años de estudio.

El PCA muestra (Figura 08) que hay una relación entre los años 1993, y 2013 a 2017, esta agrupación (2013 a 2017) son años Post-El Niño 1997/98, es posible que después del ENSO el lobo marino fino haya optado en esos años por algunas de las presas principales. También hay una agrupación de los años 1995 y 1996 con preferencia por el consumo de cefalópodos. Igualmente están relacionados 1992, 1993 y 2009, mostrando mayor disponibilidad en alimentarse por la presa “camote” (*Normanichthys crockeri*); teniendo en estas agrupaciones años Pre-El Niño 1997/98, que posiblemente por factores de disponibilidad y oceanográficos (temperatura superficial del mar), hayan optado por esas presas principales.

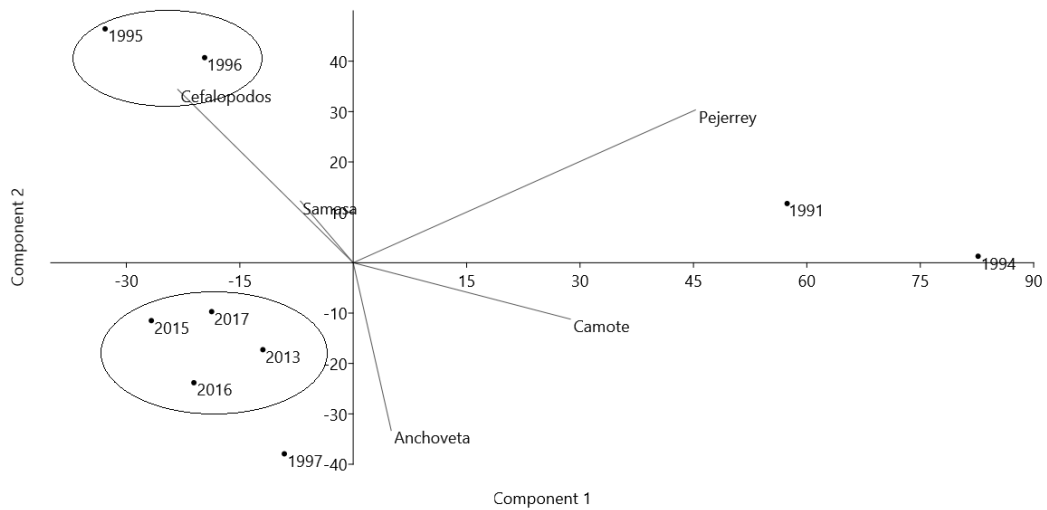


Figura 09. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similaridad de la FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” *A. australis* en función de los años de estudio en la estación de invierno.

En el análisis estadístico en las estaciones, para invierno, por años (Figura 09). Se agruparon los años 2013, 2015 al 2017 siendo estos años Post-El Niño 1997/98, es decir que posiblemente después del ENSO, hubo una preferencia en esos años por el consumo de las presas principales; también se asociaron 1995 y 1996 con la particularidad de haber consumido cefalópodos, posiblemente vinculado por un efecto de la TSM y la disponibilidad como presa; mientras que en el año 1991 se observa una ligera tendencia en haber consumido más “pejerrey” (*Odontesthes regia*) ocasionado tal vez por la migración estacional, por ser su periodo reproductivo de *O. regia* es a fines de invierno y la disponibilidad como presa.

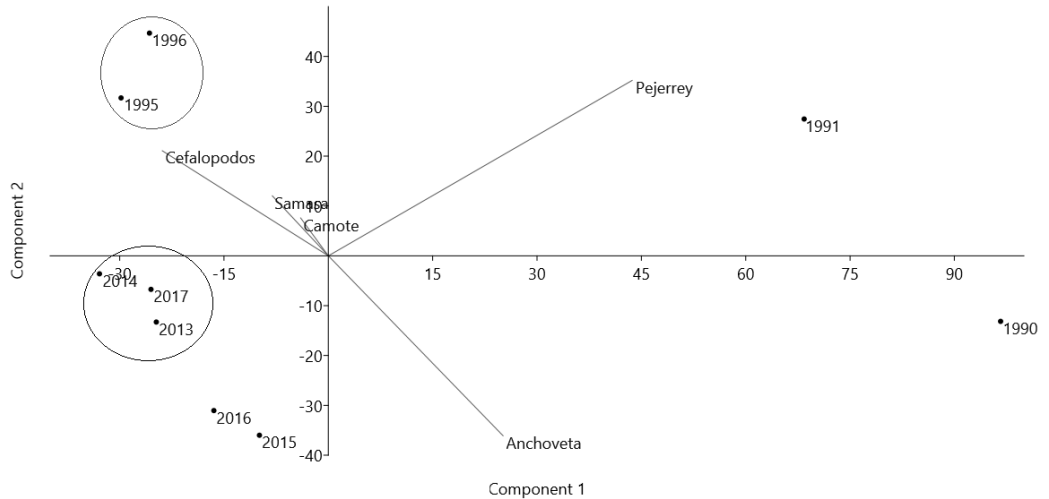


Figura 10. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similitud de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” *A. australis* en función de los años de estudio en la estación de otoño.

Durante la estación de otoño (Figura 10), se afiliaron los siguientes años: 2013, 2014 y 2017; así mismo, 2015, 2016, siendo estos años Post-El Niño 1997/98; de igual manera 1995 y 1996 con la característica de preferir consumir más cefalópodos, posiblemente vinculado por un efecto de la TSM y la disponibilidad como presa; y solo para el año 1991 la peculiaridad de prevalecer en la dieta el “pejerrey” (*Odontesthes regia*) ocasionado tal vez por la migración estacional, por ser su periodo reproductivo del *O. regia* es en otoño y la disponibilidad como presa.

En la primavera, se agrupan 1991, 1992, 1994, 2012, 2013, años que posiblemente hayan tenido alguna semejanza con respecto a las condiciones oceanográficas en el cual permitió al “lobo marino fino” consumir una frecuencia similar de las presas principales para satisfacer sus necesidades

energéticas; y otro grupo con los años 1993, 2014 y 2017. Estos años muestran que el “lobo marino fino” muestra una preferencia por consumir la “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*), probablemente por disponibilidad de alimento para *A. australis*. Mientras que para el año 1996 se evidencia una tendencia por los cefalópodos, que es probable por la TSM y la disponibilidad de la presa para el “lobo sudamericano de un pelo”.

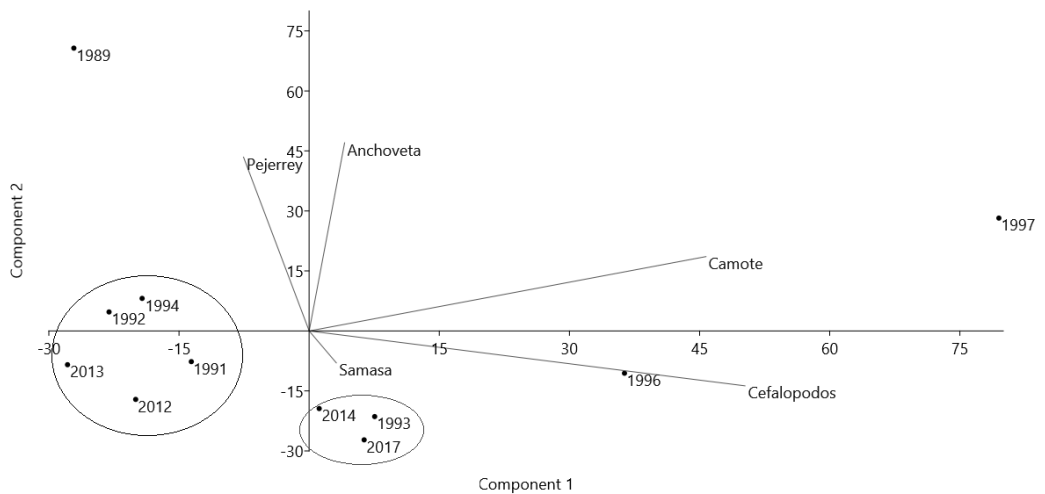


Figura 11. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similitud de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de los años de estudio en la estación de primavera.

Por último en el verano, se evidencia la agrupación de los años 2014, 2016 y 2017 con una preferencia de consumo por la “samasa” (*Anchoa nasus*), ocasionado tal vez por la migración estacional, por ser su periodo reproductivo de *A. nasus* en verano y la disponibilidad como presa. Mientras que en los años 1991, 1995 y 2015 un mayor consumo de “pejerrey” (*O. regia*), cefalópodos y “anchoveta” (*E. ringens*) correspondientemente para cada año (Figura 12), probablemente por migración de la *E. ringens* por su

periodo reproductivo y al ser una presa disponible, considerando a *O. regia* y los cefalópodos.

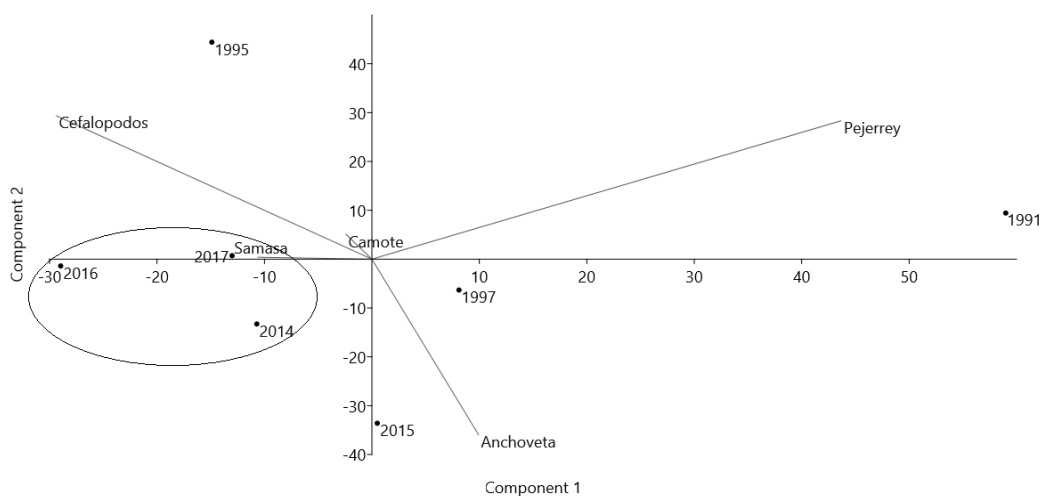


Figura 12. Análisis de componentes principales (PCA), mostrando la relación de similitud de las FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de los años de estudio en la estación de verano.

Estas agrupaciones han permitido observar similitud entre las estaciones, siendo el caso que para invierno, otoño y verano en el año 1991 prevaleció la presa “pejerrey” (*O. regia*). De la misma manera se evidencia que durante las estaciones de invierno y otoño, durante los años 1995 y 1996 existe una dominancia por el consumo de cefalópodos registrado a través de las fecas del “lobo fino” (*A. australis*) en la reserva nacional Punta San Juan.

4.2.2. Entre los periodos

Se realizaron los análisis exploratorios para determinar si la distribución de los datos de %FO de cada especie de presa principal seguía la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas con la prueba de Levene. Se encontró que el la “anchoveta”, *E. ringens*, (Kolmogorov-Smirnov [K-S] N=143, Z=1,459, p=0,028),

“camote”, *N. crockeri*, ([K-S] N=143, Z=3,582, p=0,009), “pejerrey”, *O. regia*, (K-S] N=143, Z=2,934, p=2,302E-18), “samasa”, *A. nasus*, (K-S] N=143, Z=3,040, p=0,0001) y los cefalópodos (K-S] N=143, Z=2,088, p=3,28E-04) no muestran una distribución normal; posteriormente, para complementar los análisis se determinó que la “anchoveta”, *E. ringens*, (Levene [L] F= 14,908, p=1,71E-04), el “camote”, *N. crockeri*, ([L] F=19,61, p=1,9E-05), el “pejerrey”, *O. regia*, ([L] F=157,434, p=6,21E-09), la “samasa”, *A. nasus*, ([L] F=17,012, p=6,3E-05) y cefalópodos ([L] F=14,279, p=2,32E-04) no presentan una homogeneidad de las varianzas; con estos resultados se concluye que se utilizarán pruebas no paramétricas para evaluar las pruebas estadísticas aplicadas a los datos de %FO.

Mediante el análisis comparativos de los rangos de las medias de la FO% de las especies presas principales: “anchoveta” (*Engraulis ringens*), “camote” (*Normanichthys crockeri*), “pejerrey” (*Odontesthes regia*), “samasa” o “anchoveta blanca” (*Anchoa nasus*) y los cefalópodos entre los periodos Pre y Post El Niño 1997/98, se determinó que el “camote” ((Mann-Whitney U [M-WU] U=1 806, p=0,008), “pejerrey” ([M-WU] U=1 089,5, p=2,27E-09) y cefalópodos ([M-WU] U=3 021,5, p=0,007) presentan diferencias significativas entre periodos (p<0,05). Mientras que para las otras especies presas principales, la “anchoveta” [M-WU] U=2 221,5, p=0,449 y “samasa” [M-WU] U=2 403, p=1,0) no hay diferencias significativas entre periodos.

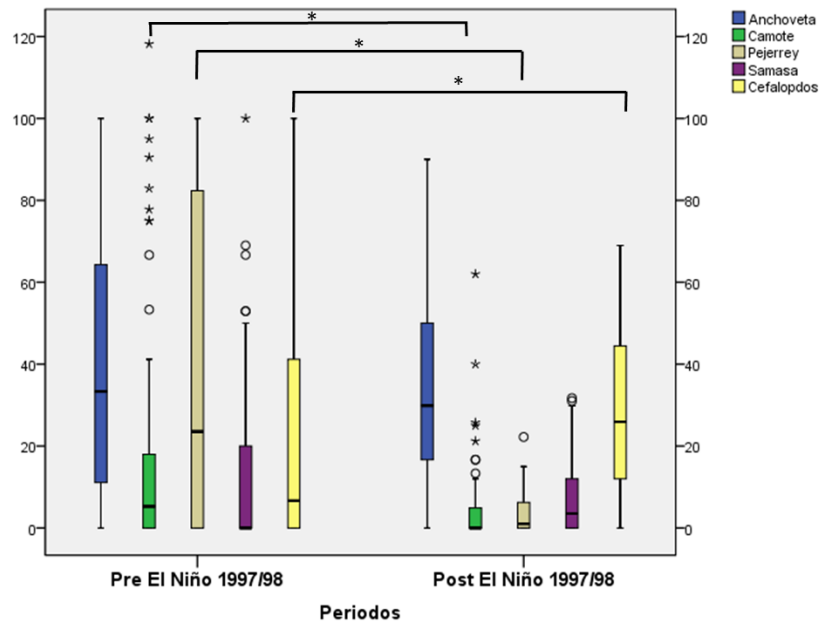


Figura 13. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) en la reserva nacional Punta San Juan.

Las diferencias según periodo se analizaron con un gráfico de cajas y bigotes donde se observa que hay una disminución de la FO% de las presas principales “camote” *N. crockeri*, “pejerrey” *O. regia* y de los cefalópodos que consume el “lobo marino fino” (*A. australis*) a través de la anotación por fecas, entre los periodos Pre y Post El Niño 1997/98 (Figura 13).

4.2.3. Entre las estaciones por periodos

Para la estación de invierno, se aplicó la prueba de normalidad para la “anchoveta”, *E. ringens*, (Kolmogorov-Smirnov [K-S] $N = 25$, $Z = 0,886$, $p = 0,412$), “camote”, *N. crockeri*, ([K-S] $N = 25$, $Z = 0,775$, $p = 0,775$), “samasa”, *A. nasus*, ([K-S] $N = 25$, $Z = 0,709$, $p = 0,696$) y los cefalópodos ([K-S] $N = 25$, $Z = 1,064$, $p = 0,208$), estas presas principales guardan una distribución normal entre los periodos (Pre y Post-El Niño 1997/98); sin

embargo la presa “pejerrey”, *O. regia*, ([K-S] $N=25$, $Z=0,661$, $p=0,000234$) mantiene una tendencia no normal; se procedió a comprobar la homogeneidad de la varianzas, para el “camote”, *N. crockeri*, (Levene [L] $F=6,913$, $p=0,015$), “pejerrey”, *O. regia*, ([L] $F=41,378$, $p=0,000001$), “samasa”, *A. nasus*, ([L] $F=6,302$, $p=0,020$) y cefalópodos ([L] $F=27,276$, $p=0,000027$) conservando la no homogeneidad, solamente la “anchoveta”, *E. ringens*, ([L] $F=0,974$, $p=0,334$) muestra una uniformidad en su varianza. Se concluyó que para el siguiente análisis se realizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U, para la comparación entre dos periodos (Pre y Post El Niño 1997/98).

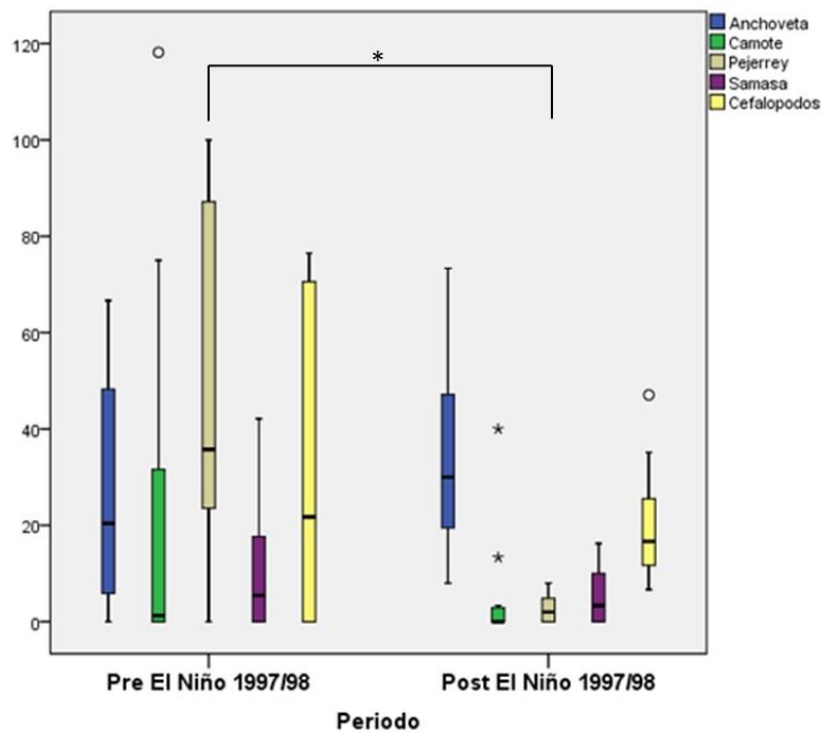


Figura 14. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de las diferencias significativas ($p<0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de invierno en la reserva nacional Punta San Juan.

Para determinar si existe diferencias entre esos dos periodos; para la estación de invierno el “pejerrey”, *O. regia*, muestra diferencias significativas (Mann-Whitney U [M-WU] N=25, M-WU=17,0, p=0,0001) en la FO% entre los periodos, mientras que las otras presa principales consumidas por el “lobo marino fino”, *A. australis*, en la reserva nacional Punta San Juan no muestran mayores diferencias, la “anchoveta”, *E. ringens*, ([M-WU] N=25, M-WU=94,5, p=0,344); el “camote”, *N. crockeri*, [M-WU] N=25, M-WU=59,5, p=0,344); la “samasa”, *A. nasus*, ([M-WU] N=25, M-WU=67,0, p=0,609) y los cefalópodos ([M-WU] N=25, M-WU=78,0, p=1,0) (Figura 14).

Para la estación de otoño, se determinó la distribución normal, para la “anchoveta”, *E. ringens*, (Kolmogorov-Smirnov [K-S] N= 26, Z= 1,043, p=0,226), “pejerrey”, *O. regia*, ([K-S] N= 26, Z= 1.24, p=0,093), “samasa”, *A. nasus*, ([K-S] N= 26, Z= 1,134, p=0,152) y los cefalópodos ([K-S] N= 26, Z= 0,761, p=0,609) que muestran una tendencia normal, mientras que la presa “camote”, *N. crockeri*, ([K-S] N= 26, Z= 1,893, p=0,002) es no normal. A complementar, se analizó la homogeneidad de la varianza, es uniforme para la “anchoveta”, *E. ringens*, (Levene [L] F= 3,776, p=0,064), “camote”, *N. crockeri*, ([L] F= 3,604, p=0,2), “samasa”, *A. nasus*, ([L] F= 3,604, p=0,07), mientras que para el “pejerrey”, *O. regia*, ([L] F= 99,055, p=2,03E-10) y los cefalópodos ([L] F= 40,399, p=0,00001) es no homogéneo.

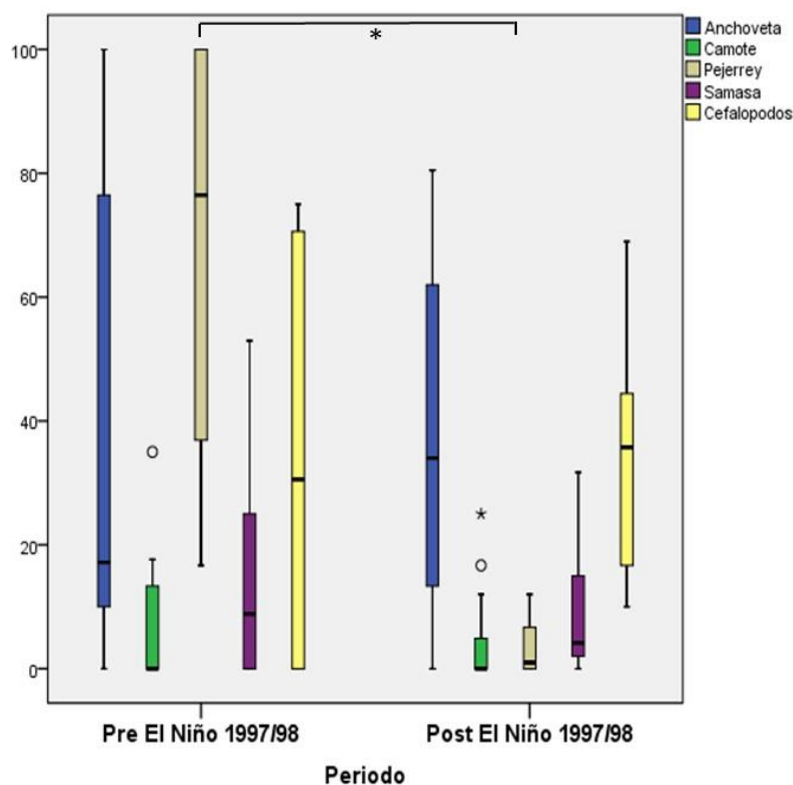


Figura 15. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de otoño.

El análisis estadístico corresponde a la prueba no paramétrica, Mann-Whitney U, figura 15, la comparación del rango de las medias de la FO% de las especies presas consumidas por el “lobo sudamericano de un pelo”, *A. australis*, entre los periodos; resulta que para el “pejerrey”, *O. regia*, muestra diferencia significativas (Mann-Whitney U [M-WU] N=26, M-WU=<0,0001, $p=2,07E-07$), mientras que para la “anchoveta”, *E. ringens*, ([M-WU] N=26, M-WU=89,00, $p=0,820$), “camote”, *N. crockeri*, ([M-WU] N=26, M-WU=81,5, $p=0,899$), “samasa”, *A. nasus*, ([M-WU] N=26, M-WU=86,0, $p=0,940$) y los cefalópodos ([M-WU] N=26, M-WU=86,0, $p=0,940$) no se registró diferencias.

Para la estación de primavera la normalidad para el “camote”, *N. crockeri*, (Kolmogorov-Smirnov [K-S] N= 25, Z= 1,525, p=0,019), “pejerrey”, *O. regia*, ([K-S] N= 25, Z= 1,486, p=0,024) y “samasa”, *A. nasus*, ([K-S] N= 25, Z= 1,453, p=0,029), muestra una tendencia normal, para la “anchoveta”, *E. ringens*, ([K-S] N= 25, Z= 1,077, p=0,0,196) y los cefalópodos ([K-S] N= 25, Z= 1,058, p=0,213) su distribución es normal. La prueba de Levene da que la “anchoveta”, *E. ringens*, (Levene [L] F= 8,575, p=0,008), “camote”, *N. crockeri*, ([L] F= 4,748, p=0,040) y el “pejerrey”, *O. regia*, ([L] F= 4,187, p=0,042) muestra una no uniformidad; sin embargo, la “samasa”, *A. nasus*, ([L] F= 3,187, p=0,087) y los cefalópodos ([L] F= 3,798, p=0,064) hay homogeneidad.

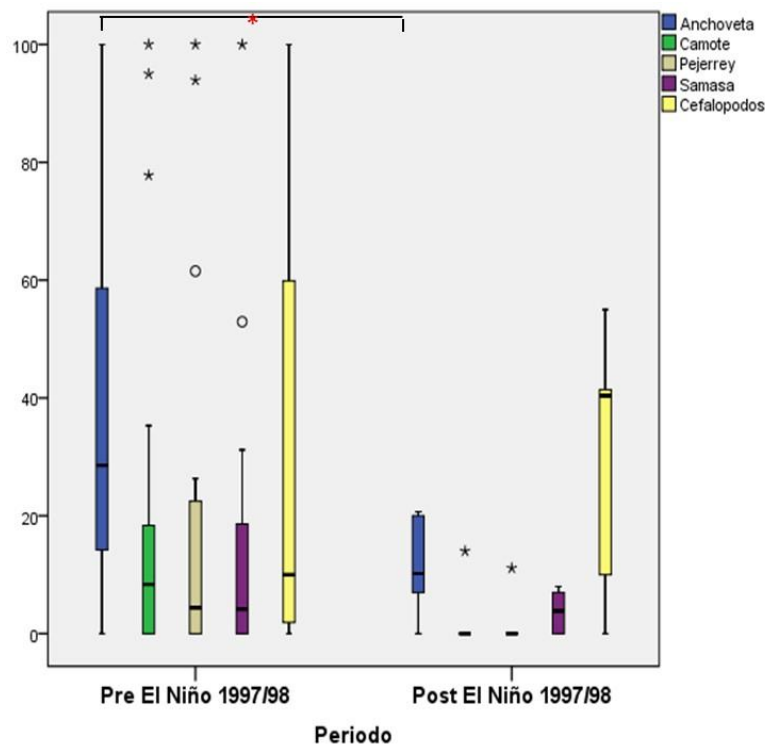


Figura 16. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de primavera.

Según los análisis, se usará la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U realizando la comparación de las medias de la FO% de las especies presa principales consumidas por el “lobo marino fino” entre los periodos, Pre y Post El Niño 1997/98, Figura 16, resultando que en la estación primavera que solo para la presa principal la “anchoveta”, *E. ringens*, muestra diferencias significativas (Mann-Whitney U [M-WU] N=25, M-WU=25,0, p=0,0428) registrando esta presa principal como una variación en la FO% del régimen trófico correspondiente al “lobo marino de un pelo”, *A. australis*; mientras que las otras especies presas principales no muestran diferencias entre los periodos, el “camote”, *N. crockeri*, ([M-WU] N=25, M-WU=33,0, p=0,183), “pejerrey”, *O. regia*, ([M-WU] N=25, M-WU=25,0, p=0,121), “samasa”, *A. nasus*, ([M-WU] N=25, M-WU=47,0, p=0,555) y los cefalópodos ([M-WU] N=25, M-WU=65,5, p=0,598)

En verano, se registraron la prueba de normalidad de los datos para las especies presas principales, la “anchoveta”, *E. ringens*, (Kolmogorov-Smirnov [K-S] N= 21, K-S= 0,596, p=0,869); el “camote”, *N. crockeri*, ([K-S] N= 21, K-S= 0,943, p=0,336); el “pejerrey”, *O. regia*, ([K-S] N= 21, K-S= 1,339, p=0,055), la “samasa”, *A. nasus*, ([K-S] N= 21, K-S= 0,682, p=0,741) y los cefalópodos ([K-S] N= 21, K-S= 0,557, p=0,916), expresan para todas las presas mencionadas una distribución normal. Como una condición más a prescribir, es la homogeneidad de los datos, realizando la prueba de Levene, resultando que para el “pejerrey”, *O. regia*, (Levene [L] F= 11,165, p=0,003) y los cefalópodos ([L] F= 7,765, p=0,012) pronuncian

una no homogeneidad en las varianzas, pero para la “anchoveta”, *E. ringens*, ([L] F= 1,156, p=0,296), el “camote”, *N. crockeri*, ([L] F= 1,678, p=0,211) y la “samasa”, *A. nasus*, ([L] F= 1,315, p=0,266), sí son homogéneos; entonces, se ejecutará pruebas no paramétricas para determinar la significancia entre los periodos para verano entre las presas principales.

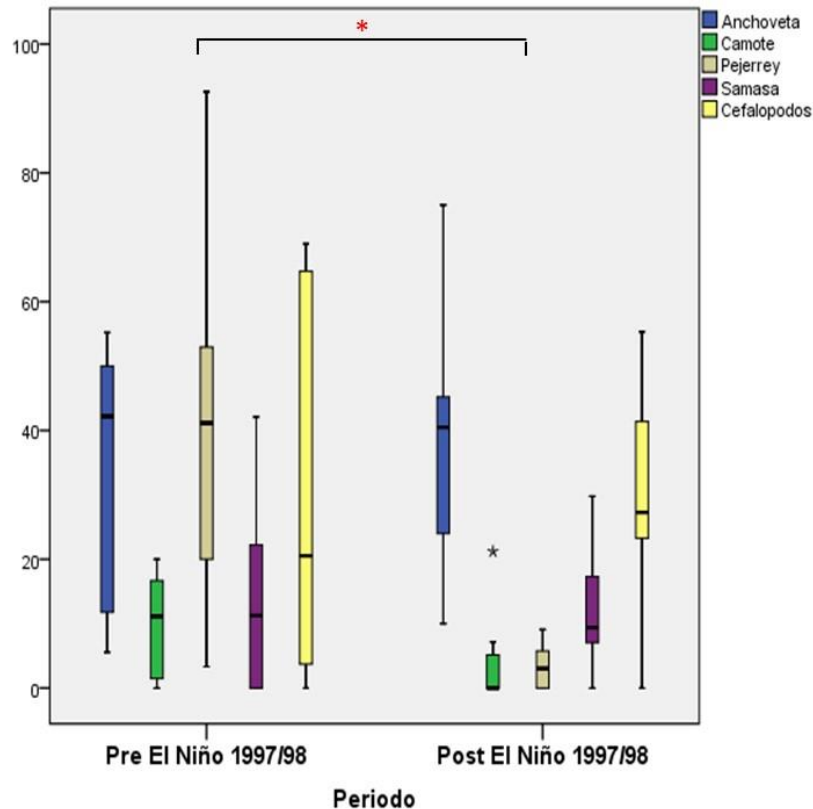


Figura 17. FO% de las especies presas principales del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) en función de las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para la estación de verano.

En el Figura 17, se observa comparación de las medias entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) de la FO% de las presas principales consumidas por *A. australis* a través de la segregación de las fecas,

resultando que solo para el “pejerrey”, *O. regia*, (Mann-Whitney U [M-WU] N=21, M-WU=8,0, p=3,85E-04) muestran diferencias significativas, es decir, expresa una variación en la FO% de la dieta para esta presa principal entre los periodos; las otras presas formula que no hay diferencias entre los periodos, la “anchoveta”, *E. ringens*, ([M-WU] N=21, M-WU=51,5, p=0,809); “camote”, *N. crockeri*, ([M-WU] N=21, M-WU=27,0, p=0,051); “samasa”, *A. nasus*, ([M-WU] N=21, M-WU=57,0, p=0,918) y los cefalópodos ([M-WU] N=21, M-WU=59,5, p=0,756).

4.3. Relación de las presas principales consumidas por *A. australis* frente a las condiciones oceanográficas

Mediante el análisis exploratorio (Kolmogorov-Smirnov y Levene) se determinó que los dos índices (ICEN y ATSM de SJM) no siguen una distribución normal y no guardan una homogeneidad en las varianzas. Dada estas condiciones se aplicó la correlación de Spearman (no paramétrico), de las especies presas principales frente a los índices de las ATSM.

Para la dependencia anual frente a las especies presas principales que consume *A. australis*, no se registró un coeficiente de correlación significativo (Tabla 02), es decir que la FO% de las presas principales registradas en forma anual, no guardan una relación con los índices.

Tabla 02.

Valores Rho de correlación de Spearman entre la %FO anual de las especies presas principales y el Índice Costero El Niño (ICEN) y la Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar de San Juan de Marcona (ASTM SJM).

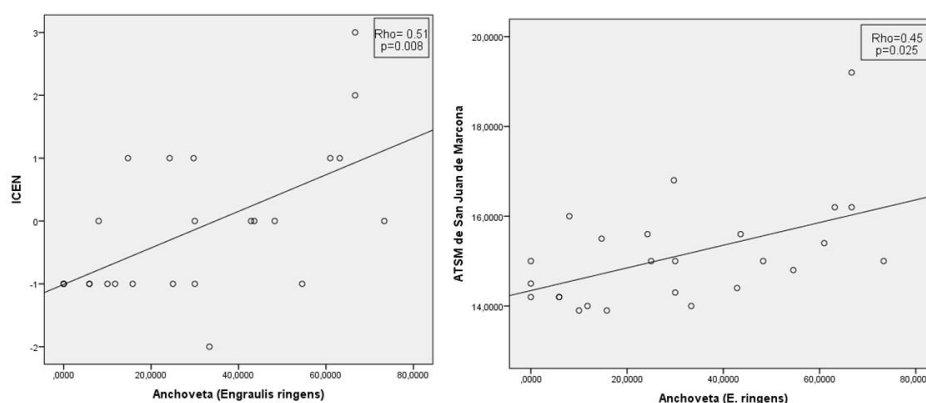
Presas principales		ICEN	ASTM SJM
“Anchoveta”,	Rho	0,25	0,141
<i>E. ringens</i>	p	0,003	0,093
“Camote”,	Rho	0,018	0,093
<i>N. crockeri</i>	p	0,833	0,267
“Pejerrey”,	Rho	-0,037	-0,202
<i>O. regia</i>	p	0,000006	0,016
“Samasa”,	Rho	-0,095	-0,196
<i>A. nasus</i>	p	0,258	0,019
Cefalópodos	Rho	-0,252	-0,11
	p	0,54	0,193

Para la estación de invierno se aplicó la correlación de Spearman y se comprobó una relación positiva entre la “anchoveta peruana” (*Engraulis ringens*) para el Índice Costero El Niño (ICEN) (Rho= 0,517, p=0,008), mientras que para la ASTM de SJM (Rho= 0,448, p=0,025), es decir que a medida que los valores de la temperatura superficial del mar aumenta, la frecuencia porcentual de ocurrencia en la “anchoveta” aumenta en la dieta del “lobo marino fino”, *Arctocephalus australis*, tanto en la región 1+2 como en San Juan de Marcona; para el caso de las otras especies presas principales, no mostraba un coeficiente de correlación significativo (Tabla 03).

Tabla 03.

Rho de Spearman para las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y la Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar de San Juan de Marcona (ASTM SJM) en la estación de invierno.

Presas principales		ICEN	ASTM SJM
“Anchoveta”,	Rho	0,517	0,448
<i>E. ringens</i>	p	0,008	0,025
“Camote”,	Rho	-0,006	-0,08
<i>N. crockeri</i>	p	0,978	0,703
“Pejerrey”,	Rho	-0,39	-0,398
<i>O. regia</i>	p	0,054	0,049
“Samasa”,	Rho	-0,037	-0,149
<i>A. nasus</i>	p	0,861	0,478
Cefalópodos	Rho	-0,159	-0,164
	p	0,447	0,432



*Figura 18. Correlación positiva de Spearman de las ATSM de la región de El Niño 1+2, en base al Índice Costero El Niño (ICEN) y la ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en relación a la FO% de la presa, “anchoveta” (*Engraulis ringens*) del “lobo marino fino” (*A. australis*) para la estación de invierno.*

Tabla 04.

Rho de Spearman para las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ASTM SJM) en la estación de otoño.

Presas principales		ICEN	ASTM SJM
“Anchoveta”,	Rho	0,306	-0,002
<i>E. ringens</i>	p	0,128	0,992
“Camote”,	Rho	-0,301	-0,536
<i>N. crockeri</i>	p	0,135	0,005
“Pejerrey”,	Rho	-0,081	-0,121
<i>O. regia</i>	p	0,693	0,555
“Samasa”,	Rho	-0,173	-0,147
<i>A. nasus</i>	p	0,389	0,474
Cefalópodos	Rho	-0,228	-0,193
	p	0,263	0,344

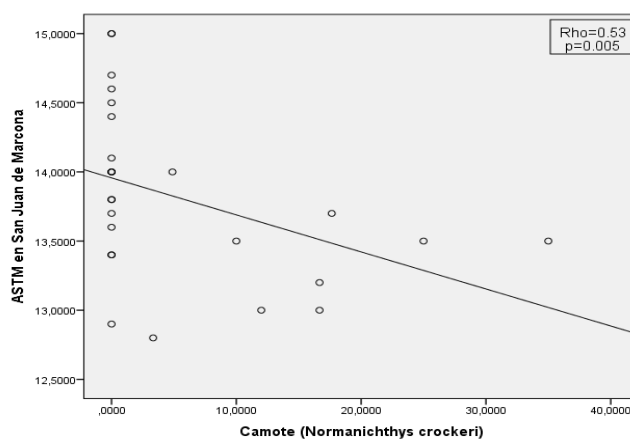


Figura 19. Correlación negativa de Spearman de las ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en relación a la FO% de la presa, “camote” (Normanichthys crockeri) del “lobo marino fino” (A. australis) para la estación de otoño.

En otoño solo el “camote” (*Normanichthys crockeri*) muestra una correlación negativa con la ATSM de SJM (Figura 19). La relación muestra que a medida que las anomalías de la temperatura superficial del mar disminuyan, la FO% de dicha presa en la dieta del “lobo marino fino”, *A. australis*, en Punta San Juan aumenta su ocurrencia (Rho= -0,536, p=0,005), mientras que las otras presas principales, la “anchoveta”, el “pejerrey”, la “samasa” y los cefalópodos no muestra ninguna relación con las condiciones oceanográficas, (ver Tabla 04).

En primavera, la presa principal, “camote” (*Normanichthys crockeri*) resultó mostrar una correlación positiva con el ICEN y también la ATSM en SJM, dando un Rho=0,451, p= 0,024 y Rho= 0,523, p=0,007 respectivamente, este valor indica que a medida que aumenta la ATSM en la región 1+2 y SJM, mayor será la frecuencia de ocurrencia porcentual (FO%) de la presa “camote” en la dieta; además la otra presa consumida por el “lobo marino fino” (*A. australis*) la “samasa” (*Anchoa nasus*) que muestra una correlación negativa para la ATSM en SJM (Rho= -0,466, p =0,019), interpretando que a menor sea el registro de la ATSM en SJM, mayor será la FO% de la “samasa” (*A. nasus*) en la dieta de *A. australis* en la reserva nacional Punta San Juan, a través de la segregación de fecas.

Tabla 5.

Rho de Spearman para a las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM) en la estación de primavera.

Presas principales		ICEN	ASTM SJM
“Anchoveta”,	Rho	0,16	0,309
<i>E. ringens</i>	p	0,446	0,133
“Camote”,	Rho	0,451	0,523
<i>N. crockeri</i>	p	0,024	0,007
“Pejerrey”,	Rho	-0,52	-0,09
<i>O. regia</i>	p	0,804	0,668
“Samasa”,	Rho	-0,35	-0,466
<i>A. nasus</i>	p	0,087	0,019
Cefalópodos	Rho	-0,026	-0,394
	p	0,902	0,051

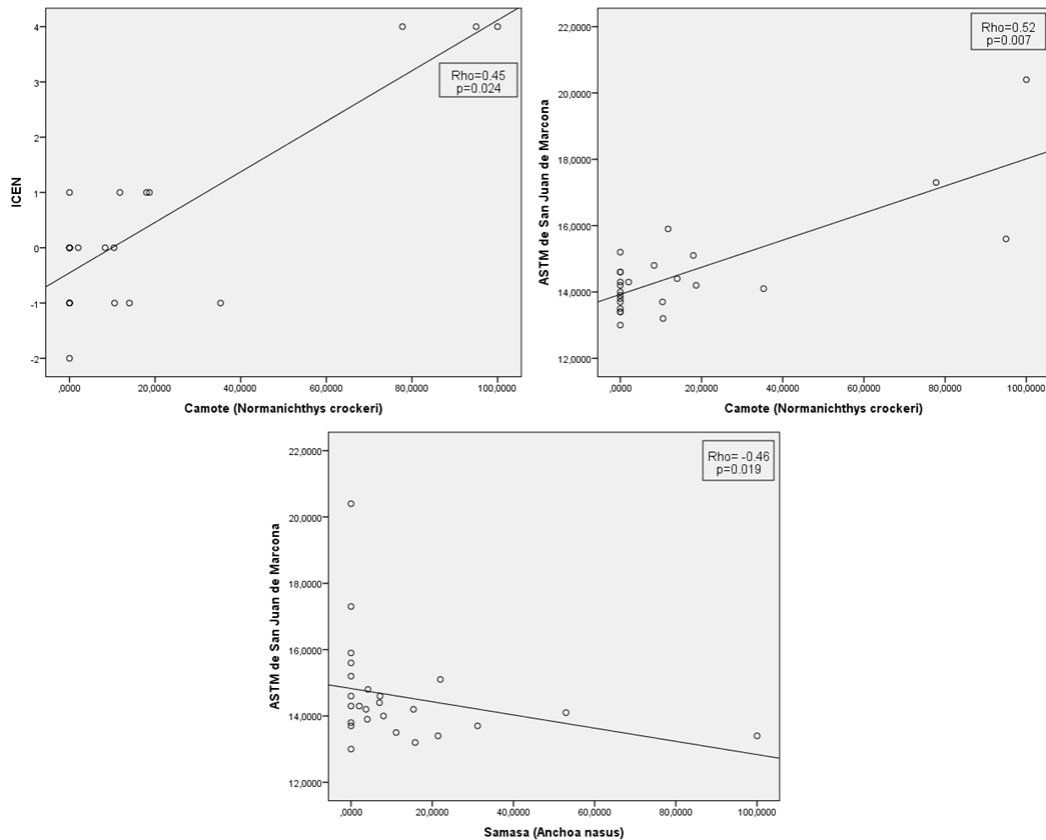


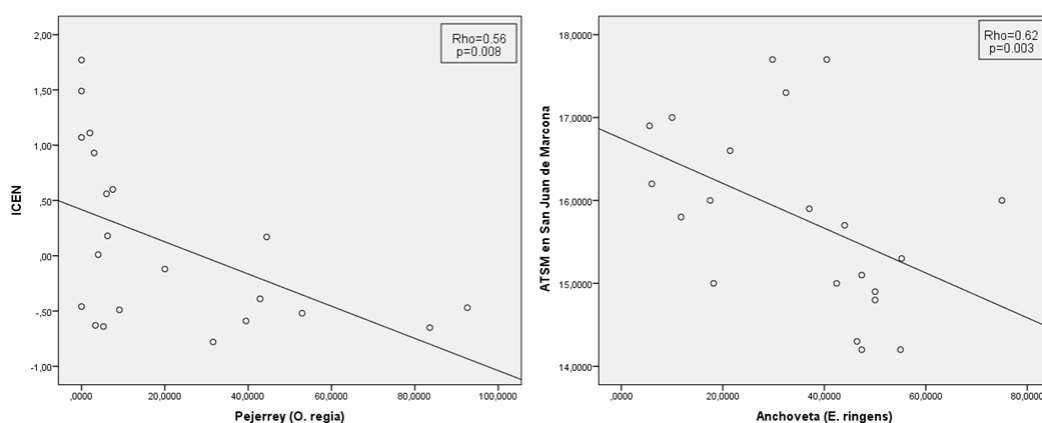
Figura 20. Correlación de Spearman de las ATSM de la región de El Niño 1+2, en base al Índice Costero El Niño (ICEN) y la ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en relación a la FO% de la presa, “camote” (*Normanichthys crockeri*) y “samasa” (*Anchoa nasus*) del “lobo fino” (*A. australis*) para la estación de primavera.

En verano, la “anchoveta peruana”, *Engraulis ringens*, revela una correlación negativa para la ATSM en SJM (Rho= -0,622, p= 0,003), mostrando también que el “pejerrey” (*O. regia*) resulta una correlación negativa, pero registrada para el ICEN (Rho= -0,566, p=0,008), donde se infiere que a medida que disminuye la ATSM, según el ICEN (para el “pejerrey”) y la ASTM de SJM (para la “anchoveta”), aumenta la FO% de estas presas, “pejerrey” y “anchoveta” peruana, en la dieta del “lobo marino fino” en la reserva nacional Punta San Juan.

Tabla 6.

Rho de Spearman para a las especies presas principales en función al Índice Costero El Niño (ICEN) y las anomalías de la temperatura superficial del Mar de San Juan de Marcona (ATSM SJM) en la estación de verano.

Presas principales		ICEN	ASTM SJM
“Anchoveta”,	Rho	-0,431	-0,622
<i>E. ringens</i>	p	0,051	0,003
“Camote”,	Rho	-0,339	-0,435
<i>N. crockeri</i>	p	0,133	0,049
“Pejerrey”,	Rho	-0,566	-0,254
<i>O. regia</i>	p	0,008	0,268
“Samasa”,	Rho	0,181	0,114
<i>A. nasus</i>	p	0,434	0,624
Cefalópodos	Rho	0,303	0,433
	p	0,182	0,044



*Figura 21. Correlación negativa de Spearman de las ATSM de la región de El Niño 1+2, en base al Índice Costero El Niño (ICEN) en relación a la FO% de la presa, “pejerrey” (*Odontesthes regia*), y la “anchoveta” (*Engraulis ringens*) para la ATSM registradas en San Juan de Marcona (SJM) en la estación de verano.*

V. DISCUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos el “lobo marino fino” (*Arctocephalus australis*) consume varias especies de presas, entre ellas las principales (“anchoveta”, *E. ringens*; “pejerrey”, *O. regia*; “camote”, *N. crockeri*; “samasa”, *A. nasus* y los cefalópodos) que contribuyen a las necesidades frente a los requerimientos energético del “lobo marino fino” (partos, cópulas, lactancia, viajes de forrajeo, entre otros), sin embargo existen variaciones en la disponibilidad de la dieta de las presas principales, esta diversificación se debe a varios factores extrínsecos y a la adaptabilidad del lobo marino frente a los cambios en su hábitat y con el ecosistema.

5.1. Análisis de la metodología

Los estudios de ecología trófica en la determinación de la dieta en los lobos marinos han ido incorporado nuevas metodologías: contenidos estomacal de animales muertos, lavado gastrointestinal, isotopos estables (Franco-Trecu, Auriolles-Gamboa, Arim & Lima, 2012), DNA molecular de las fecas. Pero en el Perú se han basado en el análisis de muestras fecales (Zavalaga *et al.* 1998, Majluf 1989, Vásquez 1995).

Las fecas son muestras biológicas que se encuentran en abundancia, considerando que son fácil de coleccionar y no dañan al individuo, al mismo momento si se maneja el criterio adecuado, el nivel del estrés por parte de los lobos marinos es mínimo. Además esta técnica es rápida y económica, y para el momento del análisis es uno de los más utilizados (Harvey, 1989); es por ello, que este estudio se especializó a determinar la dieta mediante el análisis de muestras fecales.

Al determinar los tamaños de muestra y la frecuencia de muestreo requeridos para un estudio (Lance *et al.*, 2001, Garcia-Rodriguez, 1999). En los años, 1984 a 2012

(ver Figura 05), el esfuerzo de muestreo a nivel del tamaño muestral es considerado muy bajo, pero aun así la información colectada de esos años fueron de suma importancia para este trabajo. La información obtenidas de esos años, para el análisis anual no alcanzado el tamaño muestral requerido, pero de forma estacional proporcionó información adicional en la interpretación de las variaciones en la alimentación de la colonia, con ese propósito se estandarizó el número muestral según Trites & Joy (2005), para extraer toda información necesaria y complemente el estudio longitudinal.

Las muestras recientemente depositadas se definen como aquellas muestras que contienen partes duras de las presas, que no se han descompuesto como resultado de la descomposición y exposición a los elementos. EL tiempo requerido para degradarse las partes duras expuestas a los elementos varía dependiendo de la temperatura, la precipitación, la humedad, el viento y la exposición a las olas y las mareas (Lance *et al.*, 2001). Es por ello que se tiene en consideración los criterios para la inclusión y la exclusión en el momento de la colecta de las fecas, mencionados en la parte de metodología (Recolección de muestras).

Es importante considerar que por el proceso de digestión, los otolitos que se recuperan en las fecas, se pueden encontrar en un estado considerablemente erosionado debido a la acción de los ácidos estomacales, es decir aquellos que su grado de erosión se han encontrado demasiados alto, hasta el punto de perder aquellas características que permite la identificación de los otolitos *sagitta*, estos no han formado por del estudio. Para evitar subestimaciones del consumo de alguna especies y la sobreestimación del consumo de otras. A diferencia de los otolitos, las mandíbulas de cefalópodos son frecuentemente regurgitadas. Esta diferencia puede ser debida a que las mandíbulas son más difíciles de digerir por estar compuestas de

material quitinoso (Hawes, 1983). Se han reportado que en la foca, *Phoca vitulina*, las mandíbulas se acumulan en el estómago y son regurgitadas periódicamente (Pitcher, 1980). Los otolitos *sagitta* son los más utilizados para los diversos estudios ictiológicos. Con relación a la determinación de las especies presas que consumen los depredadores tope, entre ellos el “lobo marino fino” (*A. australis*), siendo el uso correcto del otolito en donde se ubican las ornamentaciones características de estas estructuras. La forma corporal de los otolitos no cambia con la edad del pez, siempre va a ser constante. Cada especie tiene una *sagitta* típica que la diferencia de las demás, por lo que se utilizan estas estructuras como huellas dactilares (Martínez, Arteaga, Musi, & Aranda, 2007).

Comúnmente la colecta de fecas es una técnica útil que en la actualidad se sigue realizando para determinar los hábitos alimenticios en los depredadores tope, a pesar de mantener un sesgo en la técnica, pero la ventaja es que para un estudio longitudinal o un estudio de varios años, nos permitirá observar aquellas fluctuaciones o stock de las presas principales que consume el “lobo marino fino” (*Arctocephalus australis*). Es por lo tanto que se pudieron colectar un total de 4 170 fecas (43 655 otolitos, 11 795 mandíbulas de cefalópodos y 3 258 cefalotórax de múnida) entre 1984 a 2017.

5.2. Variación de las presas principales de *A. australis*

La reserva nacional Punta San Juan de Marcona (PSJ) se encuentra asociado a la corriente de Humboldt, que es uno de los sistemas más productivos en el mundo, además en PSJ se encuentra más próximo al núcleo de afloramiento en la costa del Perú (Bakun & Weeks, 2008). Es decir, PSJ es considerado posiblemente como un refugio para muchas especies marinas, al proporcionar aposentamiento, alimento y las condiciones para la reproducción. El “lobo fino” (*A. australis*) en PSJ, las presas principales correspondientes a su régimen trófico, son en su mayoría especies

pelágicas. Según Ganoza, Castillo & Marin (2000) los recursos pelágicos en el Perú son los que mayor importancia tienen en la pesquería industrial y, debida a su abundancia, constituyen los de mayor exportación. Según esa premisa, en las Figuras 13, 14, 15, 16,17 se observa una disminución de las medias de la FO% de las especies de peces presas principales y solo muestran diferencias significativas el “camote” (*N. crockeri*) (Fig. 13), el “pejerrey” (*O. regia regia*) (Fig. 13, 14, 15 y 17) y la anchoveta (*E. ringens*) (Fig. 16), mostrando una variación en la ocurrencia en la dieta del “lobo fino” durante el Post El Niño 1997/98, teniendo posiblemente gran implicación, la pesquería por una explotación del recurso pelágico o por los eventos El Niño, que regula constantemente el régimen hídrico y el ecosistema costero. Estos factores en conjunto, no solo ha reducido la abundancia total de los peces sino también ha modificado la estructura del ecosistema marino (Trites y Donnelly, 2003).

Durante la primavera, las concentraciones de “anchoveta” tuvieron una amplia distribución geográfica, asociada a las aguas costeras frías y a las aguas en proceso de mezcla, a excepción de los registros durante los eventos El Niño 1997/98, cuando se le detectó cerca de la franja costera con migración hacia el sur (Simmonds *et al.*,2009). En los resultados, en la Fig. 16, la anchoveta (*E. ringens*) muestra diferencias para la estación de primavera, mostrando una disminución significativa para el Post El Niño 1997/98. Probablemente está vinculado al periodo del desove de la “anchoveta” en primavera (Bouchon *et al.*, 2010), ya que grandes concentraciones de cardúmenes de “anchoveta” se agrupan para su reproducción y estos son aprovechados por las grandes pesquerías industriales, dejando con pocas probabilidades al “lobo marino fino” de PSJ de poder consumir. También hay que considerar posiblemente el evento de El Niño 1997/98, que se registró como intenso, marcó una barrera geográfica para el consumo de la “anchoveta” para el “lobo marino

fino” (*A. australis*). Majluf (1989) menciona que la “anchoveta” es la presa más requerida por *A. australis* desde el punto de vista energético. Entonces el consumo de esta presa para la estación de primavera es crucial, ya que durante el mes de octubre inicia su periodo reproductivo de *A. australis*, además considerando que hay hembras que se encuentran gestando, las necesidades energéticas son diferentes. Espinoza y Bertrand (2008): la “anchoveta” es una especie muy bien adaptada a las condiciones altamente variables del mar peruano, pero estudios recientes sobre la alimentación de esta especie confirman que se necesita una revisión de toda la red trófica.

En la Fig. 13 se registra un aumento de la media en el consumo de los cefalópodos, mostrando diferencias significativas ($p=0,007$), mientras que en los análisis estadísticos según estaciones, no mostró diferencias relevantes pero sí se observa un aumento ligero en el consumo de esta presa principal registrado en la dieta del “lobo marino fino”; posiblemente esté vinculado al no encontrar las presas que abastezca energéticamente *A. australis*, opten por consumir más cefalópodos por ser un recurso más disponible; además podría ser un indicador que la población tienda a disminuir por lo mencionado según Páez-Roses, Auriol-Gamboa, Alava, & Palacios (2012) que concluyó que la mayoría de “lobos finos” se alimentan de calamares, como para el caso del “león marino de Galápagos” (*Zalophus wolfebaeki*) y el “lobo marino Galápagos” (*Arctocephalus galapagoensis*) ambos han reducido las poblaciones, claramente limitados en la alimentación. Otro factor a considerar es lo que menciona Franco-Trecu *et al.* (2012) que la población de “lobo marino de América del Sur” (*Arctocephalus australis*) está aumentando, mientras que la población de “leones marinos de América del Sur” (*Otaria flavescens*) está disminuyendo, en el análisis de muestras fecales sugirieron un alto grado de superposición trófica entre estas

especies. Posiblemente en PSJ al existir la presencia del “lobo marino chusco” (*Otaria flavescens*) podría ver una competencia por el recurso presa, considerando que ambas especies muestran características diferentes en su comportamiento de forrajeo y que el número de individuos del *O. flavescens* es mayor que el de *A. australis*.

Los resultados con respecto al APC en función de los años (Fig. 08) se obtiene una agrupación de 1993, 2013-2017, sin embargo, estas mismas se observan mejor en el APC por estaciones, en otoño y verano (Fig. 10 y 12), formando asociaciones entre los años 2013, 2014, 2017 y 2013, 2015, 2017 respectivamente; de igual manera para primavera y verano pero con una tendencia en consumir más la presa “samasa” (*A. nasus*) teniendo los conjuntos de 1993, 2014, 2017 y 2014, 2016, 2017 correspondientemente. Es posible que después de El Niño 1997/98, que ocasiono el abandono de la mayoría de “lobos marinos” de las playas de la reserva debido a la muerte/migraciones y la posterior recuperación desde el año 2003 (Fig. 02) (Cárdenas-Alayza, 2012) haya podido ocasionar una modificación o adaptación en el régimen trófico de esta especie ya que solamente algunos años del Post El Niño 1997/98 muestren una similitud entre sí, en la dieta, pero ninguno marque alguna tendencia en consumir más una presa principal. Es probable que a medida que aumenta la explotación de los recursos marinos y las actividades industriales marinas asociadas, las poblaciones de depredadores marinos, que evolucionaron bajo regímenes particulares de condiciones ambientales naturales, están siendo expuestas a nuevas presiones, como lo menciona Thompson, Moss & Lovell (2003); entonces *A. australis* al ser sometido por factores extrínsecos va a tender a modificar o adaptarse para la supervivencia de su especie. Zavalaga *et al.* (1998) menciona que la presencia de peces demersales como el falso volador o la merluza, podrían sugerir

que los lobos marinos no sólo estuvieron alimentándose mar afuera, sino buceando a grandes profundidades para conseguir alimento, entonces la gran diversidad de presas consumidas por los “lobos finos” (20 presas), podría reflejar una escasez o menor disponibilidad de sus principales presas. Además el incremento en la diversidad de especies consumidas por los “lobos finos” ocurrió cuando disminuyó la abundancia de “anchoveta” en la dieta (Majluf, 1989). Entonces, aquellas agrupaciones de los años y estaciones, donde no marquen una tendencia en consumir alguna de las especies presas principales, podría indicar que esos años (1993, 2013-2017) (Fig. 18) reflejarían una clara escases de alimento por parte de las disponibilidad de presas principales en la localidad de San Juan de Marcona. Este sistema experimenta una alta variabilidad oceanográfica en múltiples escalas temporales y espaciales, incluyendo eventos de El Niño, lo que lleva a la variación interanual de la abundancia y distribución de la “anchoveta” (Chavez *et al.*, 2008).

Para los resultados de las correlaciones para los dos registros de ATSM, el ICEN y ATSM de SJM, hay que considerar lo que menciona Bouchon *et al.* (2010) el evento El Niño es un factor que origina fuertes cambios en las condiciones oceanográficas del mar peruano, que afectan a la “anchoveta”, produciendo alteraciones en sus procesos biológicos, comportamientos, disminución de sus niveles poblaciones, depredación y un incremento de la mortalidad por pesca. Estos cambios y otros, como la pérdida de peso individual, la oferta alimentaria pobre, los gastos de energía producto de la migración hacia el sur e incremento del metabolismo, se producen debido a que la especie está sometida a stress por El Niño. A todos estos factores, se suma el ingreso de otras especies predadoras de la “anchoveta” provenientes de aguas cálidas. En ciertos lugares se presentan núcleos o parches aislados de condiciones frías que sirven como refugios para la “anchoveta”, principalmente en las zonas muy

costeras. Conforme las condiciones van retornando a la normalidad, la población que estuvo disminuida comienza a expandirse en todo el dominio de las aguas costeras frías. Esta situación mejora la disponibilidad de alimento para los recursos y, por ende, su condición fisiológica. La reproducción o el estado fisiológico sólo se ven interrumpidos cuando se presentan eventos cálidos fuertes, debido al stress que sufren los peces por el incremento de la temperatura, la calidad del alimento y la competencia intra-específica por los escasos refugios disponibles cerca de la costa. Los cambios fisiológicos incluyen cambios en la condición corporal y duración e intensidad de desove, afectando también al reclutamiento (e.g., alimentación de las larvas, movimientos verticales y horizontales, el crecimiento y supervivencia).

Entonces se registra que para verano, la distribución horizontal de la “anchoveta” es muy costera, debido al avance de las aguas oceánicas hacia el litoral, una distribución amplia y abundante en un ambiente ligeramente frío, favorecida por las aguas en proceso de mezcla (Simmonds *et al.*, 2009). En los resultados, Fig. 21, con respecto a las correlaciones entre dos registros de ATSM (ICEN, >800km de PSJ, y ATSM de SJM, <5km de PSJ), se determinó que para la estación de verano solo ATSM de SJM muestra una relación alta negativa para la “anchoveta” ($\rho = -0,622$) esto representa que en la medida que la ATSM de SJM disminuye (es más fría el agua) aumenta la FO% de la “anchoveta” en la dieta del “lobo marino fino”, pero para el valor del ICEN, no registra nada similar, esto implicaría que la distancia entre zonas marcaría una tendencia diferente en la temperatura superficial del mar, como lo específica Gutiérrez *et al.*, 2016.

En los resultado reflejados en la Fig. 18 para la estación de invierno se registra que la anchoveta tiene correlación moderada frente con los valores del ICEN y con ATSM de SJM, por tener características frías la estación de invierno.

Simmonds *et al.* (2009), durante otoño e invierno, geográficamente la distribución de la “anchoveta”, en un ambiente frío, es ampliamente dispersa hasta los 150 m de la costa.

Bouchon (2007) observó que entre junio y setiembre de 1998 se detectaron cambios importantes en la distribución de los recursos pelágicos, que estuvieron asociados a la intromisión de aguas subtropicales superficiales hacia la costa. Concluyó que existe una alta correlación entre la biomasa de “samasa” y “anchoveta” ($r^2=0,83$) y biomasa de “samasa” y TSM ($r^2=0,5$); se sabe que la temperatura es el factor que más afecta a los organismos marinos y es determinante en su distribución, procesos reproductivos, entre otros. Entonces, si bien la TSM está ligado con la presencia de los peces pelágicos-demersales como se registra en “pejerrey” ($\rho=-0,566$), “anchoveta” ($\rho=-0,622$), “camote” ($\rho=-0,536$) y “samasa” ($\rho=-0,466$) en sus diferentes estaciones (verano, otoño y primavera), se constata que mientras las aguas muestren condiciones frías, aumentará la frecuencias porcentual de ocurrencia de las presas principales en la dieta. Además, si bien existe la correlación entre “samasa” y la “anchoveta”, como lo menciona Bouchon (2007), en la dieta no existe esa relación, ya que por preferencias energéticas si el “lobo marino fino” encontrase a las dos especies de peces presas, optaría por la “anchoveta”.

En este estudio se evaluó el régimen trófico a nivel de población del “lobo marino fino” (*A. australis*) en la reserva nacional Punta San Juan, si bien en la playa de estudio existe la presencia de crías, inmaduros, sub adultos machos, adultos hembras como machos, es importante considerar que cada clase etaria por sexo tiene características diferentes al momento del forrajeo, tal como lo menciona Franco-Trecu *et al.* (2014) con respecto a los sexos fisiológicas (masa corporal) o diferencias de comportamiento (cuidado de maternal) algunos machos utilizan su mayor

capacidad de buceo para explorar áreas de alimentación a comparación de las hembras y se registró diferencias entre los sexos entre los nichos isotópicos. Los cachorros imponen una restricción fisiológica a su hembra, para alimentarse en zonas cercanas, presas consumidas probablemente a niveles tróficos inferiores. En las zonas costeras de Uruguay, con las pesquerías de muchas especies objetivo debe ser declarada sobreexplotadas, en el contexto de la reducción debido a las intensas competencias de la pesca costera. Por otra parte, la extensión y la poca profundidad media de 20-30 m puede limitar aún más el acceso de las hembras a los recursos pelágicos con mayor valor nutricional. Por el contrario, las presas de los lobos marinos viven en zonas de plataforma continental estrecha y profunda. Este último punto, es una características entre otras de la reserva nacional Punta San Juan.

Los hábitos alimenticios en los pinnípedos se han estudiado durante muchos años utilizando métodos tradicionales para la determinación de dietas como el análisis fecal (Dellinger y Trillmich, 1998), que proporciona información de alta resolución sobre características de presas como composición, longitud u otros atributos corporales. El comportamiento alimentario o los individuos y las poblaciones son un determinante importante de sus interacciones dentro de las redes alimentarias, así como su papel general en el ecosistema (Pauly *et al.*, 1998).

Por lo tanto, los depredadores marinos deben enfrentarse a fluctuaciones en el suministro de alimento (Majluf & Reyes, 1989, Majluf, 1992), pues al encontrarse en un ambiente marino dinámico, tanto la distribución y abundancia de recursos presas, tienen un efecto crítico sobre la disponibilidad de presas para los depredadores superiores (Bertrand, Joo, Arbulu Smet, Tremblay, Barbraud, & Weimerskirch, 2012).

5.3. Interacción-Pesquería

Si bien en el trabajo no se hicieron comparaciones con el número de desembarques de los peces que se solapan con la dieta del *A. australis*, es por la falta de información proporcionada y debidamente registrada en la región de San Juan de Marcona. Sin embargo, algunos autores mencionan el solapamiento de los depredadores tope frente a la pesquería: Jahncke & Zileri (1998) el registro de una elevada similitud, entre las tallas de la “anchoveta” consumida por el piquero y la captura por la pesquería, independientemente de la capacidad de alcanzar mayores profundidades, indicando que existe un grado de traslape. De María, Golluchi, & Szteren, (2012), registraron la presencia del “lobo fino sudamericano” (*A. australis*) consumiendo de las capturas y enmallados. El motivo evidente es un claro solapamiento entre la dieta de los Pinnípedos y la pesca artesanal (Szteren, Naya & Arim, 2004). La mortalidad debida a la captura incidental y las interacciones se sabe que se producen ocasionalmente en la pesca artesanal (Majluf *et al.*, 2002, De María *et al.*, 2012). Sin embargo, Arias-Schreiber (1993) informó que es común que algunos pescadores maten a los lobos marinos y lo usen como cebo, para atrapar caracoles de importancia comercial. Además, no se conoce la incidencia de la pesca ilegal y el impacto sobre las poblaciones del lobo marino.

Entonces, el efecto sinérgico de la caza, la competencia con la pesquería de la “anchoveta”, la captura incidental, la migración de los peces presas principales y las reducciones en la abundancia de presas causadas por eventos El Niño, posiblemente estos factores han provocado la fluctuación en las poblaciones tanto en PSJ como en el Perú.

VI. CONCLUSIONES

- Las principales especies presas de la dieta del “lobo marino fino” (*A. australis*) a partir del análisis de muestras fecales en Punta San Juan, son la “anchoveta” (*E. ringens*), “pejerrey” (*O. regia*), “samasa” (*A. nasus*), “camote” (*N. crockeri*) y los cefalópodos.
- El PCA por años, registró agrupaciones 1993, 2013-2017. También para 1992, 1993 y 2009 con una tendencia a consumir más la presa “camote” y un grupo 1995 y 1996 consumiendo más cefalópodos.
- Para el PCA años por estaciones para invierno, otoño y verano en el año 1991 prevaleció en la dieta la presa “pejerrey”; se registra agrupaciones en años 1995 y 1996 con un consumo mayor en los cefalópodos.
- La prueba Kruskal Wallis muestra diferencias significativas entre los periodos (Pre y Post El Niño 1997/98) para “camote” ($p=0,008$), “pejerrey” ($p=2,27E-09$) y los cefalópodos ($p=0,007$).
- La prueba Kruskal Wallis muestra diferencias significativas para el “pejerrey” en las estaciones entre periodos en invierno ($p=0,0001$), otoño ($p=2,07E-07$) y verano ($p=3,85E-04$) y la “anchoveta” ($p=0,0428$) en primavera.
- Por la correlación de Spearman el ICEN en invierno la presa “anchoveta” ($p=0,008$, $\rho=0,51$); en primavera, el “camote” ($p=0,024$, $\rho=0,451$) y en verano, el “pejerrey” ($p=0,008$, $\rho=-0,566$) muestran una relación.
- Por la correlación de Spearman la ATSM de SJM en primavera muestra una relación con la “anchoveta” ($p=0,025$, $\rho=0,448$), en otoño, el “camote” ($p=0,005$, $\rho=-0,536$), en primavera, el “camote” ($p=0,007$, $\rho=0,523$) y “samasa” ($p=0,019$, $\rho=-0,466$) y en verano, la “anchoveta” ($p=0,003$, $\rho=-0,622$).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda sistematizar la colecta de fecas para evitar un esfuerzo de muestreo en vano por parte del encargado.
- Estandarizar una guía para identificar las especies de pulpo y calamar (presas frecuentes en los depredadores tope) para el orden de cefalópodos, así se podrá ver con mayor detalle la variación de las especies entre el tiempo.
- Utilizar índices que permitan analizar desde un punto más completo la presencia de las presas, como el índice de importancia relativa (IRI%), índices de abundancia relativa (IRA%), pero para ello se necesita determinar el peso húmedo de la presa y determinar la ecuación regresión del pez-otolito.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonelis, G. A., Fiscus, C. H., & DeLong, R. L. (1984). Spring and summer prey of California sea lions *Zalopus californianus*, at San Miguel Island, California, 1978-79. *Fishery Bulletin*, 82(1), 67-75.
- Apaza, M., & Figari, A. (1999). Mortandad de aves marinas durante “El Niño 1997-98” en el litoral sur de San Juan de Marcona, Ica-Perú. *Revista Peruana de Biología*, 6(3), 110-117.
- Arata, J., & Xavier, J. C. (2003). The diet of black-browed albatrosses at the Diego Ramirez Islands, Chile. *Polar Biology*, 26(10), 638-647.
- Arias-Schreiber, M. (1993). *Interacciones entre lobos marinos (Fam. Otariidae) y la pesquería artesanal en el puerto de San Juan de Marcona, Perú* (tesis de Pregrado). Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Arias-Schreiber, M. (1999). *Distribución, tamaño y estructura de las poblaciones de lobos marinos Arctocephalus australis y Otaria byronia en el litoral Peruano durante 1999* (N°99). Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1216>
- Arias-Schreiber, M. (2000). Lobos marinos y su relación con la abundancia de la anchoveta peruana durante 1979-2000. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 19(1-2), 133-138.
- Arias-Schreiber, M., & Rivas, C. (1998). *Distribución, tamaño y estructura de las poblaciones de lobos marinos Arctocephalus australis y Otaria byronia en el litoral peruano en noviembre 1996 y marzo 1997* (N°73). Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1242>.

- Atkinson, S. (1997). Reproductive biology of seals. *Reviews of Reproduction*, 2(3), 175-194.
- Bakun, A., & Weeks, S. J. (2008). The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 290-299.
- Barber, R. T. & Chavez, F. P. (1983). Biological Consequences of El Niño. *Science, New Series*, 222(4629), 1203-1210.
- Bertrand, S., Dewitte, B., Tam, J., Díaz, E., & Bertrand, A. (2008). Impacts of Kelvin wave forcing in the Peru Humboldt Current system: Scenarios of spatial reorganizations from physics to fishers. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 278-289.
- Bertrand, S., Goya, E., & Silva, J. (2010). Pescadores y aves marinas compitiendo por el mismo recurso: estrategia de forrajeo, interacciones y consecuencias. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 25(1-2), 39-44.
- Bertrand, S., Joo, R., Arbulu Smet, C., Tremblay, Y., Barbraud, C., & Weimerskirch, H. (2012). Local depletion by a fishery can affect seabird foraging. *Journal of Applied Ecology*, 49(5), 1168-1177.
- Bouchon, M. (2007). *Biología y Pesquería de Samasa Anchoa nasus (Kner y Steindachner, 1866) (Pisces: CLUPEIFORMES: ENGRAULIDAE) en el mar peruano* (tesis de Maestría). Universidad Federico Villareal, Lima, Perú.
- Bouchon, M., Ayón, P., Mori, J., Peña, C., Espinoza, P., Hutchings, L., Buitrón, B., Perea, A., Goicochea, C., & Messie, M. (2010). Biología de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens Jenyns*. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 25(1-2), 23-30.

- Cárdenas-Alayza, S. (2012). *Prey Abundance and Population Dynamics of South American fur seals (Arctocephalus australis) in Perú* (tesis de Maestría). The University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Chavez, F. P., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P., & Csirke, J. (2008). The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, 79(2), 95-105.
- Dellinger, T., & Trillmich, F. (1988). Estimating diet composition from scat analysis in otariid seals (Otariidae): is it reliable?. *Canadian Journal of Zoology*, 66(8), 1865-1870.
- De María, M., Golluchi, M., y Szteren, D. (2012). Registro de *Arctocephalus australis* (CARNIVORA, MAMMALIA) interaccionando con la pesca artesanal en Uruguay. *Boletín de la Sociedad zoológica del Uruguay*, 21(1-2), 50-58.
- Espino, M. (1999). El Niño 1997-98: su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 6(3), 97-109.
- Espino, M., & Yamashiro, C. (2012). La variabilidad climática y las pesquerías en el Pacífico suroriental. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(3), 705-721.
- Espinoza, P., & Bertrand, A. (2008). Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new visión of the Humboldt Current system. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 215-227.
- Fahrbach, E., Trillmich, F., & Arntz, W. (1991). The time sequence and magnitude of physical effects of El Niño in the Eastern Pacific. En F. Trillmich & K. Ono (Eds.), *Pinnipeds and El Niño: Responses to environmental stress* (pp. 8-21). Berlin, Germany: Sprenger-Verlag.

- Franco-Trecu, V., Auriolos-Gamboa, D., Arim, M., & Lima, M. (2012). Prepartum and postpartum trophic segregation between sympatrically breeding female *Arctocephalus australis* and *Otaria flavescens*. *Journal of Mammalogy*, 93(2), 514-521.
- Franco-Trecu, V., & Auriolos-Gamboa, D. (2014). Individual trophic specialisation and niche segregation explain the contrasting population trends of two sympatric otariids. *Marine Biology*, 161(3), 609-618.
- Freón, P., Bouchon, M., Mullon, C., García, C., & Ñiquen, M. (2008). Interdecadal variability of anchoveta abundance and overcapacity of the fishery in Peru. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 401-412.
- Ganoza, F., Castillo, P., & Marin, D. (2000). Variaciones estacionales en la distribución y biomasa de anchoveta entre 1983 y 2000. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 19(1-2), 157-177.
- García-Godos, I. (2001). Patrones morfológicos del otolito *sagitta* de algunos peces óseos del mar peruano. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 20(1-2), 1-83.
- García-Rodríguez, F. J. (1999). *Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica del lobo marino de California, Zalophus caliornianus, en la región de la grande islas, Golfo de California* (tesis de Maestría). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), La Paz, México.
- Guerra, C. G., & Portflitt, G. K. (1991). El Niño Effects on pinnipeds in northern Chile. En F. Trillmich y K. Ono (Eds.), *Pinnipeds and El Niño: Responses to environmental stress* (pp. 47-54). Berlin, Germany: Sprenger-Verlag.

- Gutiérrez, D., Akester, M., & Naranjo, L. (2016). Productivity and Sustainable Management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem under climate change. *Environmental Development* 17(2016) 126-144.
- Harvey, J. T., Loughlin, T. R., Perez, M. A., & Oxman, D. S. (2000). *Relationships between Fish Size and otolith length for 63 species of fishes from the Eastern North Pacific Ocean* (N°150). Recuperado de https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/3159/noaa_3159_DS1.pdf
- Harvey, J. T. (1989). Assessment of errors associated with harbour seal (*Phoca vitulina*) faecal sampling. *Journal of Zoology*, 219(1), 101-111.
- Hawes, D. (1983). *An evaluation of California sea lion scat samples as indicators of prey importance* (tesis de Maestría). San Francisco State University, San Francisco, USA.
- Instituto del Mar del Perú. (2013). *Anuario Científico Tecnológico IMARPE* (N°13). Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/2298>
- International Union for Conservation of Nature. (2016). *Arctocephalus australis: La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Susana_Cardenas2/publication/319077319_Arctocephalus_australis_South_American_fur_seal_The_IUCN_Red_List_of_Threatened_Species_2016/links/598e9e5caca2721d9b4dd41b/Arctocephalusaustralis-SouthAmerican-fur-seal-The-IUCN-Red-ListofTheatenedSpecies2016.pdf?origin=publication_detail
- Jahncke, J., & Zileri, D. (1998). Estudios sobre dieta en piqueros como indicadores de la estructura por tallas de los stocks de anchoveta en el mar peruano. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 17(1-2), 47-54.

- Jeglinski, J. W. E., Wener, C., Robinson, P. W., Costa, D. P., & Trillmich, F. (2012). Age boby mass and environmental variation shape the foranging ontogeny of Galapagos sea lions. *Marine Ecology Progress Series*, 453(1), 279-296.
- Lance, M. M., Orr, A. J., Riemer, S. D., Weise, M. J., & Laake, J. L. (2001). *Pinniped Food Habits and Prey Identification Techniques Protocol* (N°4). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/242650889_Pinniped_food_habits_and_prey_identification_protocol/link/54660c540cf2f5eb18016171/download
- McPhaden, M., J, Zebiak, S.E. y Glantz, M.H. (2006). ENSO como concepto integrador en ciencias de la tierra. *Ciencia*, 314 (5806), 1740-1745.
- Majluf, P. (1987). South American fur seal, *Arctocephalus australis*, in Peru. En J. P. Croxall & R. L. Gentry (Eds.), *Status, biology and ecology of fur seals* (pp. 33-35). Cambridge, England: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Majluf, P. (1989). *Reproductive ecology of female South American Fur Seals at Punta San Juan, Perú* (tesis Doctoral). University of Cambridge, Cambridge, UK.
- Majluf, P. (1991). El Niño effect on pinnipeds in Peru. En F. Trillmich & K. Ono (Eds.) *Pinnipeds and El Niño: Responses to environmental stress* (pp. 55-65). Berlin, Germany: Sprenger-Verlag.
- Majluf, P. (1992). Timing of births and juvenile mortality in the South American fur seals in Peru. *Journal of Zoology*, 227(3), 367-383.
- Majluf, P., & Reyes, J. C. (1989). The marine mammals of Perú: A review. En D. Pauly, P. Muck, T. Mendo & I. Tsukayama (Eds.), *The Peruvian upwelling ecosystem: Dynamics and interactions, ICLARM Conference Proceedings* (pp. 344-363). Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

- Majluf, P., & Trillmich, F. (1981). Distribution and abundance of sea lions (*Otaria byronia*) and fur seals (*Arctocephalus australis*) in Perú. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 46(1), 384-393.
- Majluf, P., Babcock, E., Riveros, J. C., Schreiber, M. A., & Alderete, W. (2002). Catch and Bycatch of Sea Birds and Marine Mammals in the Small-Scale Fishery of Punta San Juan, Perú. *Conservation Biology*, 16(5), 1333-1343.
- Martínez, J. A., Arteaga, M. M. C., Musi, J. L. T., & Aranda, A. A. M. (2007). Utilización de otolitos como herramienta en la determinación de especies. *Revista de Zoología*, 18, 13-18.
- McPhaden, M. J., Zebiak, S. E., & Glantz, M. H. (2006). ENSO as an integrating concept in earth science. *Science*, 314(5806), 1740-1745.
- Mejía, J., Samamé, M., & Pastor, A. (1970). *Información Básica de los principales peces de consumo*. Instituto del Mar del Perú (N°62). Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1630>
- Mercer, M. C., Misra, R. K., & Hurley, G. V. (1980). Sex determination of the Ommastrephid squid *Illex illecebrosus* using beak morphometrics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(2), 283-286.
- Montecino, V., & Lange, C. B. (2009). The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries and sediment studies. *Progress in Oceanography*, 83(1-4), 65-79.
- Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del mar del Perú*, 27(1-2), 1-208.

- Moscoso V. (2013). Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 28(1-2), 1-135.
- Oliveira, R. L. (2011). Vulnerability of South American pinnipeds under El Niño Southern Oscillation events. En S. Casalegno (ed.), *Global Warming Impacts-Case Studies on the Economy, Human Health, and on Urban and Natural Environments* (pp. 237-252). Rijeka, Croatia: IntechOpen.
- Oliveira, R. L., Arias-Shreiber, M., Meyer, D., & Morgante, J. S. (2006). Effective population size in a bottlenecked fur seal population. *Conservation Genetics*, 13(4), 505-509.
- Oliveira, R. L., Meyer, D., Hoffman, J. I., Majluf, P., & Morgante, J. S. (2009). Evidence of a genetic bottleneck in an El Niño affected population of South American fur seals, *Arctocephalus australis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(8), 1717-1725.
- Ono, K.A., & Trillmich, F. (1991). Introduction. En F. Trillmich & K. A. Ono (Eds.), *Pinnipeds and El Niño: Responses to environmental stress* (pp. 3-7). Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Páez-Rosas, D., Aurióles-Gamboa, D., Alava, J. J., & Palacios, D. M. (2012). Stable isotopes indicate differing foraging strategies in two sympatric otariids of the Galapagos Islands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 424(1), 44-52.
- Paredes, C.E. (2012). *Eficiencia y equidad en la pesca peruana: La reforma y los derechos de Pesca*. Lima, Perú: Instituto del Perú.

- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., & Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279(5352), 860-863.
- Pitcher, K. W. (1980). Stomach contents and feces as indicators of harbor seal, *Phoca vitulina*, foods in the Gulf of Alaska. *Fishery Bulletin*, 78(3), 797-798.
- Quiroz, M., Zambrano, M., y Cárdenas, F. (1996). El recurso camotillo (*Normanichtys crockeri*) en la zona sur del Perú, abril 1995 a enero 1996. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 46(1), 19-29.
- Sanchez, G., Calienes, R., & Zuta, S. (2000). The 1997-98 El Niño and its effects on the coastal marine ecosystem off Perú. *Reports of California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, 41(1), 62-86.
- Sánchez Ramírez, S. (2000). Variación estacional e interanual de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila a, frente a la costa peruana durante 1976-2000. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 19(1-2), 29-43.
- Simmonds, E. J., Gutiérrez, M., Chipollini, A., Gerlotto, F., Woillez, M., & Bertrand, A. (2009). Optimizing the design of acoustic surveys of Peruvian anchoveta. *ICES Journal of Marine Science*, 66(6), 1341-1348.
- Soto, K. H. (2004). *The effects of prey abundance on the diet, maternal attendance and pup mortality of the South American sea lion (Otaria flavescens) in Perú* (tesis de Maestría). The University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Szteren D., Naya D. E. & Arim M. (2004). Overlap between Pinniped summer diet and artisanal fishery catches in Uruguay. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 3(2), 119-125.

- Thompson, D., Moss, S. E., & Lovell, P. (2003). Foraging behaviour of South American fur seals *Arctocephalus australis*: extracting fine scale foraging behaviour from satellite tracks. *Marine Ecology Progress Series*, 260(1), 285-296.
- Torres, D. (1985). Presencia del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) en el norte de Chile, como consecuencia de El Niño 1982/83. *Investigación Pesquera (Chile)*, 32(1), 225-233.
- Tovar Serpa, H., & Fuentes Tapia, H. (1984). *Magnitud poblacional de lobos marinos en el litoral peruano en marzo de 1984* (N° 88). Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/308>
- Trites, A. W., & Joy, R. (2005). Dietary analysis from fecal samples: How many scats are enough? *Journal of Mammalogy*, 86(4), 704-712.
- Trites, A. W., & Donnelly, C. P. (2003). The decline of Steller sea lions *Eumetopias jubatus* in Alaska: a review of the nutritional stress hypothesis. *Mammal review*, 33(1), 3-28.
- Vásquez, P. G. (1995). *Determinación de los hábitos alimentarios de Arctocephalus australis y Otaria byronia en Punta San Juan de Marcona, Ica, Perú* (tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Volpedo, V. A., y Vaz-Dos Santos, A. M. (2015). *Métodos de estudios con otolitos: principales y aplicaciones*. Buenos Aires, Argentina: Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-CONICET-UBA).
- Wynen, L. P. (2001) *Phylogenetic relationships, population genetics and hybridization of two species of southern fur seal (Arctocephalus spp.)* (tesis de Doctorado). University of Tasmania, Tasmania, Australia.

- Zavalaga, C. B., Paredes, R., & Arias-Schreiber, M. (1998). *Dieta de lobo fino (Arctocephalus australis) y del lobo chusco (Otaria byronia) en la costa sur del Perú en febrero de 1998* (N° 79). Recuperado de http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/1234_56789/1262
- Zimmerman, E. (1783). Geographische Gesshichte des Menschen, und der Allgemeis Verbreiteten Vierfüssigen Thiere. *Leipzig*, 3(s.n), 1778-1783.
- Zuta, S., Rivera, T., & Bustamente, A. (1978). Hydrologic aspects of the main upwelling áreas off Peru. En R. Boje, & M. Tomczak (Eds.), *Upwelling Ecosystems* (pp. 235-257). Berlín, Germany: Springer-Verlag.
- Zuta, S., & Guillén, O. (1970). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 2(5), 157-324.

IX. ANEXOS

Anexo 01: Proceso de segregación, limpieza y preservación de las estructuras duras no digeribles en muestras fecales del “lobo marino fino” (*A. australis*).



Figura 22. Vertimiento de la muestra fecal en el tamiz para iniciar el proceso de la segregación.

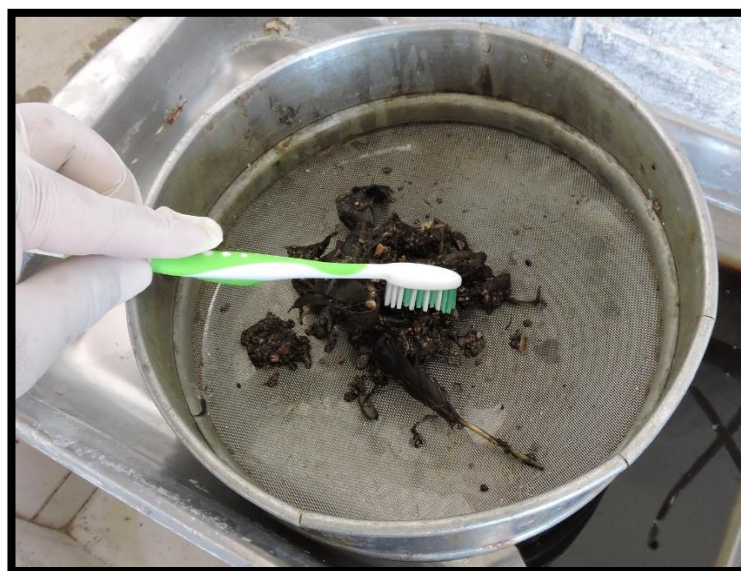


Figura 23. Uniformización de la muestra fecal mediante el uso de un cepillo de nylon para la segregación de la muestra fecal del “lobo marino fino” (*A. australis*)



Figura 24. Registro de los otolitos *sagitta* después de la segregación de la muestra fecal en el tamiz.

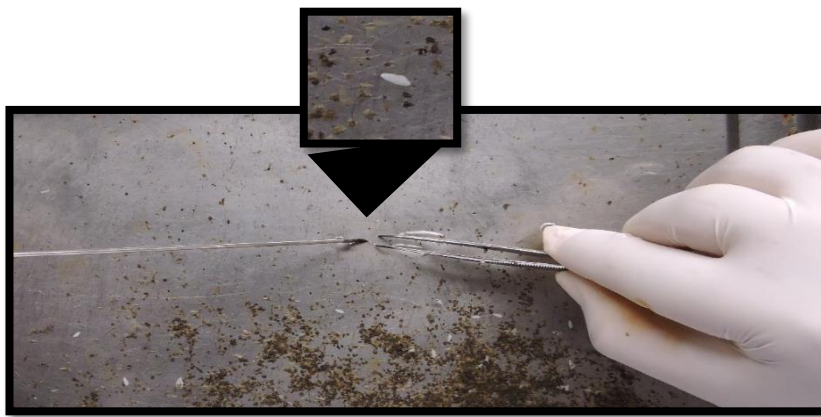


Figura 25. Limpieza de otolitos *sagitta*, para la eliminación de la materia orgánica.



Figura 26. Preservación de las estructuras duras no digeribles (otolito *sagitta* y mandíbulas de cefalópodos) en tubos eppendorf.

Anexo 02: Principales Especies Presas Principales



Figura 27. Otolito sagitta de “Anchoveta” (*Engraulis ringens*)



Figura 28. Otolito sagitta de “Camote” (*Normanichthys crockeri*)



Figura 29. Otolito sagitta de “Pejerrey” (*Odontesthes regia regia*)

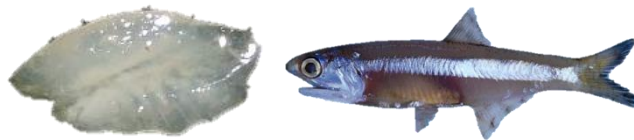


Figura 30. Otolito sagitta de “Samasa” (*Anchoa nasus*)



Figura 31. Mandíbula de Cefalópodos

Anexos 03: Glosario de términos

Análisis exploratorio de datos:

Es el tratamiento estadístico al que se someten las muestras recogidas durante un proceso de investigación en cualquier campo científico.

Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM):

Es la variación de los parámetros normales de la temperatura del mar en la superficie.

Calentamiento anómalo:

Es un evento climatológico que es denominado El Niño-Oscilación del Sur, en el cual se da un aumento de la temperatura de las aguas del Océano Pacífico ecuatorial en las proximidades de las costas sudamericanas.

Cambios oceanográficos:

Son aquellas modificaciones de la estructura, composición y dinámica de dichos cuerpos de agua, incluyendo desde los procesos físicos, como las corrientes y las mareas hasta los geológicos como la sedimentación o la expansión del fondo oceánico, o los biológicos

Cefalópodos:

Proviene del griego *Kephalé*, “cabeza” y *podós* “pie”. Son una clase de invertebrados marinos dentro del filo de los moluscos. Existen unas 700 especies, comúnmente llamados pulpos, calamares, sepias y nautilus.

Cefalotórax de crustáceos:

El cefalotórax es la parte del cuerpo de los crustáceos formando por la unión de la cabeza y el tórax en una única unidad funcional. Está compuesto por lo general de un par de ojos, dos pares de antenas, tres piezas bucales y cinco patas locomotoras.

Corriente de Humboldt:

Es una corriente oceánica originada por el ascenso de aguas profundas y, por lo tanto, muy frías, que se produce en las costas occidentales del América del Sur.

Cuello de botella genético:

Cuando una población o especie ha sufrido un drástico descenso en el número de miembros en algún momento del pasado, llegando a algunos casos al borde la extinción.

Depredadores marinos:

Son aquellos individuos especializados en filtrar continuamente el agua, va unido casi siempre a la posesión de tallas grandes, devoran el plancton y/o peces.

El Niño 1997/98:

Calentamiento anómalo extremo del agua del mar, que se prolongó durante un año, en el cual ocasionó gran mortalidad en la fauna marina.

Estructuras duras no digeribles:

Son aquellas estructuras provenientes de las presas que consumen los lobos marinos, que han resistido el proceso gástrico y se han encontrados en las fecas.

Factores ambientales:

Son aquellos características físicas (temperatura superficial del mar) del ambiente que determinan una parte importante en las relaciones ambientales.

Índice Costero El Niño (ICEN)

Fue establecido por la Comisión Multisectorial encargada del Estudio del Fenómeno El Niño (EFEN) para el diagnóstico de El Niño y La Nila en el Perú. Los valores recientes se calculan como la media corrida de tres meses de la anomalía de la temperatura superficial

del mar (TSM) en la región "Niño 1+2" (90°-80°W, 10°S-0°) obtenida de los datos de TSM absoluta en tiempo real NOAA ERSST 3b menos la climatología del periodo 1981-2010. Se expresa redondeado con dos decimales.

Muestras fecales:

Son aquellas deyección encontradas en las playas rocosas de la colonia del “lobo marino fino” (*A. australis*).

Núcleo de afloramiento:

Es el ascenso de agua de niveles más profundos, más fría y rica en sales nutrientes (nitratos, fosfatos y silicatos). Esta agua sustituye al agua superficial, más cálida y generalmente más pobre en nutrientes, que ha sido desplazada por la acción del viento.

Ocurrencia:

Es la probabilidad de que alguna de las especies presas principales esté presente o ausente en la muestra fecal.

Otolito *Sagitta*:

Se encuentra en la capsula óticas, el otolitos *sagitta* se encuentra en el sáculo y es el más grande en comparación del otolito Lapillus y asteriscus.

Otolitos:

Son estructuras calcáreas, compuesta en su mayoría por carbonato de calcio, se encuentra en el sistema vestibular en gran parte de los peces óseos. Le permite al pez notar las aceleraciones, la dirección de la gravedad, el equilibrio y par la audición.

Periodo:

Son aquellos años de estudio agrupado en antes y después de El Niño 1997/98.

Periodos entre estaciones:

Son los periodos, antes (Pre El Niño 1997/98) y después (Post El Niño 1997/98) de El Niño 1997/98 comparando a nivel de las estaciones (verano, otoño, invierno y primavera).

Picos o mandíbulas de cefalópodos:

Consiste en un par de fuertes mandíbulas en forma de pico, situado en la masa bucal y rodeada por los apéndices musculares de la cabeza (brazos y tentáculos). Compuesto principalmente por quitina y proteínas reticuladas, los picos son relativamente indigestos.

Plataforma continental:

Estructura terrestre en la que las capas sedimentarias tienen una pendiente muy ligera y las ondulaciones del terreno un radio considerablemente grande.

Pre-segregación:

Consiste en el remojo de las muestras fecales con una proporción de agua considerable más un emulsificador de la materia orgánica.

Preservación:

Conservación de las estructuras duras no digeribles, para el caso del otolito se conserva en seco en tubos eppendorf y para los picos o mandíbulas de cefalópodos con alcohol al 70°.

Principales especies presas:

Son aquellas presas que componen el 95% de la frecuencia en la dieta del lobo marino fino, según data histórica del Programa Punta San Juan.

Restos de materia orgánica:

Materia orgánica adherida en la estructura del otolito *sagitta* y del pico de los cefalópodos.

Segregación:

Separación de la materia orgánica impregnada en las estructuras duras no digeribles mediante un emulsificador.

Surgencia o afloramiento:

Consiste en el ascenso a la superficie de masas de agua profundas -que son frías y ricas en nutrientes-, debido al movimiento de aguas superficiales mar adentro, que son aprovechados por los peces.

Temperatura Superficial del Mar (TSM):

Es el registro de la temperatura del mar de la superficie, de 1 a 5 metros de profundidad,

Termorregulación:

Es la capacidad que tiene un organismo biológico para modificar su temperatura dentro de ciertos límites, incluso cuando la temperatura circundante es bastante diferente del rango de temperaturas-objetivo.



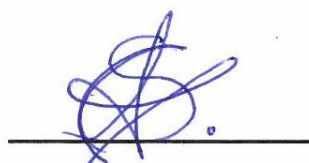
Firma del Tesista

Bach. Daniel Anthony Torres Castillo



Firma del Asesor

Mgr. Giovanni Aragón Alvarado



Firma del Co-Asesor

Mgr. Susana Cárdenas Alayza