



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
INGENIERÍA EN CONSERVACION DE RECURSOS NATURALES

**PATRÓN DE ACTIVIDAD DE *PUDU PUDA* Y *CANIS LUPUS FAMILIARIS* EN  
UN PAISAJE RURAL EN LA ZONA NORTE DE LA ISLA DE CHILOÉ**

Habilitación Profesional presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la  
Universidad de Concepción para optar al título profesional de  
Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales

POR: Luis Fernando Gatica Mora

Profesora Guía: Marcela A. Bustamante Sánchez

Concepción, Chile 2020

© 2020

Luis Fernando Gatica Mora

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

PATRÓN DE ACTIVIDAD DE *PUDU PUDA* Y *CANIS LUPUS FAMILIARIS* EN UN  
PAISAJE RURAL DE LA ZONA NORTE DE LA ISLA DE CHILOÉ

Profesora Guía

---

**Marcela A. Bustamante-Sánchez**

Profesora Asistente

Bióloga Ambiental; Dra.



Profesor Co-Guía

---

**Darío Moreira Arce**

Profesor Asistente

Biólogo Ambiental; M.sc., PhD.



Calificación de la Habilitación Profesional:

Marcela A. Bustamante Sánchez : 6,3

Darío Moreira Arce : 5,7

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermanos, abuelos y sobrinos, que espero algún día poder transmitirle todo mi amor por la naturaleza.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero agradecer a mi profesora guía Marcela Bustamante Sánchez, por siempre apoyar y alentar las ideas que nos llevaron a desarrollar este trabajo. A mi profesor Co-guía Darío Moreira Arce por resolver las dudas técnicas que surgieron a lo largo de toda la investigación, ciertamente sin su ayuda, este trabajo no se hubiera logrado.

En segundo lugar, y no por esto menos importante, agradecer a la Estación Biológica Senda Darwin por facilitarme sus instalaciones cada vez que fui a terreno, mención especial a Pablo Dutilh, que como administrador de la estación siempre me recibió de muy buena manera haciéndome sentir como en casa, esto siempre facilita mucho el trabajo en terreno.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. METODOLOGÍA .....	6
2.1 Descripción del área de estudio .....	6
2.2 Diseño de muestreo .....	7
2.3 Patrón de actividad .....	9
2.3.1 Organización y creación de la base de datos .....	9
2.3.2 Amplitud del patrón de actividad.....	10
2.3.3 Horario de actividad y sobreposición temporal .....	10
III. RESULTADOS .....	12
3.1 Amplitud del patrón de actividad .....	12
3.2 Horarios de actividad y sobreposición temporal .....	13
IV. DISCUSIÓN.....	20
4.1 Amplitud del patrón de actividad .....	20
4.2 Horario de actividad y sobreposición temporal .....	21
4.3 Acciones de manejo.....	22
V. CONCLUSIONES .....	25
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Registros independientes de fotografías por especie, estación del año y número total, en la Estación Biológica Senda Darwin .....	12
TABLA 2. Mediana de la amplitud del patrón de actividad de Pudu puda y Canis lupus familiaris para cada una de las tres estaciones del año estudiada, en la Estación Biológica Senda Darwin. Se indica la mediana y el valor P de la prueba estadística Kruskal-Wallis. Letras iguales indican diferencias no significativas entre estaciones del año.....	13

## ÍNICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio, Estación Biológica Senda Darwin en el norte de la Isla de Chiloé. ....	7
Figura 2. Caracterización del sitio de estudio y configuración espacial de las cámaras. Los círculos verdes indican la posición de las cámaras instaladas en el bosque. Los círculos cafés corresponden a las cámaras instaladas en el matorral. Los círculos azules corresponden a las cámaras instaladas en el bosque ribereño, finalmente, los círculos amarillos indican las cámaras instaladas en los senderos .....	9
Figura 3. Índice de Levins. $B = \text{Índice de Levins}$ , $p_i =$ es la frecuencia relativa con que una especie uso el recurso $i$ . ....	10
Figura 4. Densidad del patrón de actividad diario de Pudu puda (pudú) en la Estación Biológica Senda Darwin. La línea negra sobre el eje x representa la frecuencia horaria en que el individuo fue capturado (registros independientes). Las líneas verticales sólidas de color negro muestran aproximadamente la hora del amanecer y atardecer. ....	15
Figura 5. Densidad del patrón de actividad diario de Canis lupus familiaris (perro doméstico) en la Estación Biológica Senda Darwin. La línea negra sobre el eje x representa la frecuencia horaria en que el individuo fue capturado (registros independientes). Las líneas verticales sólidas de color negro muestran aproximadamente la hora del amanecer y atardecer. ....	17
Figura 6. Sobreposición temporal entre Pudu puda y Canis lupus familiaris en la Estación Biológica Senda Darwin. El coeficiente de sobreposición es el área bajo la densidad de actividad mínima entre las dos especies y es representado por el área de color gris. Se muestra la sobreposición promedio, con los intervalos de confianza de un 95% entre paréntesis. ....	19



## RESUMEN

Conocer aspectos ecológicos de especies amenazadas es esencial para su conservación. *Pudu puda* (pudú) es una especie vulnerable, y una de las causas de su amenaza es la introducción en su hábitat de *Canis lupus familiaris* (perro doméstico). La interacción con el perro ha sido identificada como la principal causa de muerte y lesiones del ciervo. En Chiloé se registra una de las mayores poblaciones de pudú, y es donde se han realizado menos estudios sobre esta especie. Además, las poblaciones presentes en la Isla están inmersas en un paisaje rural que ha presentado un alto crecimiento urbano, lo que ha agudizado aún más la amenaza que ejerce el perro sobre sus poblaciones, ya que éstos están íntimamente ligadas a las poblaciones humanas. Es por esto, que este estudio tuvo como objetivo evaluar el patrón de actividad del pudú y el perro en un paisaje rural de la Isla de Chiloé. Específicamente, se midió la amplitud del patrón de actividad utilizando el índice de Levins. Se examinó el horario de actividad y se analizó el grado de sobreposición temporal del uso del hábitat utilizando el paquete estadístico "Overlap". Los resultados muestran un comportamiento nocturno para pudú y diurno para perro. Esto puede estar determinado por la "ecología del miedo" impulsada por la presencia del perro o por factores evolutivos presentes con anterioridad a la presencia del perro. Para conservar las poblaciones de pudú es necesario avanzar en acciones de control de las poblaciones de perro y de restricción de su desplazamiento.

## ABSTRACT

Knowing ecological aspects of threatened species is essential for their conservation. *Pudu pudu* is a vulnerable species, and one of the causes of its threat is the introduction of *Canis lupus familiaris* (domestic dog) into its habitat. The interaction with the dog is identified as one of the leading causes of deer death and injury. Chiloé Island has one of the largest populations of pudú, and it is where the least studies have been carried out on this species. In addition, the populations present on the Island are immersed in a rural landscape that has presented high urban growth, which has further exacerbated the threat that the dog exerts on its populations, since the latter are intimately linked to human populations. For this reason, this study aimed to evaluate the pattern of activity of the pudú and the dog in a rural landscape of Chiloé Island. Specifically, the breadth of the activity pattern was measured using the Levins's index. The activity schedule and the degree of temporal overlap in the habitat use were analyzed using the "Overlap" statistical package. The results show a nocturnal behavior for the pudú and a diurnal behavior for the dog. This may be determined by the "ecology of fear" driven by the presence of the dog or by evolutionary factors present before the presence of the dog in these landscapes. To conserve the pudú populations, it is necessary to advance in actions aimed at controlling the dog populations and restricting their movement.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio del comportamiento animal ha sido un tema de suma importancia para el manejo de la vida silvestre y la toma de decisiones que puedan ayudar a la conservación de las especies (Contreras et al. 2007, Zúñiga et al. 2016). En este sentido, el patrón de actividad de especies animales es un subcomponente esencial del comportamiento animal para entender y aportar información ecológica de las especies (Bridges y Noss 2011). El patrón de actividad de la fauna puede proveer importante conocimiento sobre las interacciones entre especies, entre individuos de una especie y la respuesta de las especies o individuos a factores ambientales tales como la presencia de depredadores y especies introducidas, la disponibilidad de recursos y la actividad humana (Zúñiga y Jiménez 2018; Contreras et al. 2007). Debido a esto, conocer aspectos ecológicos como el patrón de actividad de las especies animales puede proporcionar información importante para abordar las amenazas que enfrenta la fauna silvestre, tales como la presencia de especies introducidas.

*Canis lupus familiaris* (perro doméstico) es una especie introducida que representa una amenaza a la biodiversidad global (Young et al. 2011), debido a que es el carnívoro más abundante en el mundo, sobrepasando los 500 millones de individuos (Vanak y Gompper 2009). En muchos casos, la actividad espacial y temporal no restringida que presenta esta especie favorece las interacciones con fauna silvestre, a través de la depredación (Kruuk y Snell 1981, Silva-Rodriguez et al. 2009, Taborsky 1988) y de interferencia por competencia (Vanak y Gompper 2010). De esta manera, es necesario entender con mayor profundidad el efecto que esta especie tiene sobre la fauna silvestre en todo el mundo.

*Pudu puda* (Molina, 1782), es uno de los ciervos más pequeños a nivel mundial, se distribuye en Argentina y Chile. En este último se encuentra desde la región del Maule hasta Aysén (Ministerio del Medio Ambiente 2007) y actualmente es considerada una especie amenazada en categoría vulnerable (Ministerio del Medio Ambiente 2020). En relación con sus aspectos ecológicos, existe una escasa documentación acerca de sus

patrones de actividad (Eldridge et al. 1987, Jiménez 2014, Zúñiga y Jiménez 2018), debido a su pequeño tamaño, comportamiento críptico y solitario, sumado a que prefiere habitar en sotobosques densos del bosque templado (Zúñiga y Jiménez 2018). Pese a esto, Zúñiga y Jiménez (2018), lograron documentar el patrón de actividad de la especie, en el sector de Nahuelbuta, donde sus resultados muestran un patrón de actividad nocturno para el ciervo. Por otro lado, su población ha ido declinando de cara al aumento de amenazas por causas antropogénicas tales como: caza furtiva, pérdida de hábitat y fragmentación, competencia potencial con otros herbívoros domésticos y depredación por carnívoros exóticos (Silva-Rodríguez y Sievings 2012). Con relación a esto último, según Silva-Rodríguez et al. (2009), la depredación por perros domésticos es una de las principales causas de muerte del pudú en Chile, existiendo así una evasión en el uso del hábitat utilizado por el perro (Silva-Rodríguez y Sieving 2012). Pese a esto, a la fecha aún no existe documentación que muestre la interacción en el patrón de actividad temporal de ambas especies.

La Isla de Chiloé ha aumentado su crecimiento poblacional y el proceso de urbanización en las últimas décadas (Pozo 2011), esto es altamente preocupante y agudiza aún más una de las amenazas para el pudú, ya que existe una relación positiva entre la población humana y el crecimiento de las poblaciones de perros. Si bien los perros tienen dueño, muchas veces circulan libremente en estos paisajes rurales, facilitando la interacción con la fauna silvestre (Vanak y Gompper 2009). La Isla de Chiloé posee una de las poblaciones más abundantes de pudú a escala nacional (Ministerio del Medio Ambiente 2007). Sin embargo, escasos estudios describen aspectos ecológicos de la especie en este sector (Jiménez 2014), lo que ofrece la oportunidad de investigar, comprender y aportar información de la especie en una zona donde su ecología no es lo suficientemente conocida y que además cuenta con la presencia de *Canis lupus familiaris*, unas de las principales amenazas del ciervo.

Bajo el marco de la amenaza mencionada anteriormente y para entender el efecto del perro doméstico sobre el patrón de actividad del pudú, es que se hace necesario estudiar los

patrones temporales de uso del hábitat de ambas especies. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el patrón de actividad de *P. puda* y *C. lupus familiaris* en un paisaje rural de la zona norte de la Isla de Chiloé. Específicamente, este estudio busca: 1) medir la amplitud del patrón de actividad de las especies, 2) examinar el horario de actividad de cada especie, 3) analizar el grado de sobreposición temporal en el uso del hábitat. A partir de los resultados obtenidos en este estudio se espera proveer información para entender los efectos del perro doméstico sobre este ciervo amenazado.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1 Descripción del área de estudio

La Estación Biológica Senda Darwin (42°53'S,73°40'O), desde ahora en adelante EBSD, es un centro de investigación inmerso en un paisaje rural del norte de la isla de Chiloé (Carmona et al. 2010) (Figura 1). Es un área de 110 hectáreas donde existe una coexistencia entre fragmentos de bosque siempreverde templado lluvioso, con praderas de uso ganadero, turberas de *Sphagnum* y matorrales sucesionales. La zona norte de la Isla presenta al menos tres características de interés para estudios ecológicos: (1) los glaciares alcanzaron su límite nor-occidental durante el último periodo de glaciación (Villagrán et al. 1995), lo que implica que estos bosques colonizaron dicha zona hace aproximadamente 20 mil años, manteniendo así un grado de resiliencia frente a grandes perturbaciones y cambios climáticos. (2) Actualmente coexisten los dos tipos forestales nativos más importantes y con mayor diversidad biológica del bosque siempreverde lluvioso, el bosque Valdiviano y el Nordpatagónico, ambos están asociados a especies emblemáticas de plantas y animales que forman parte del patrimonio natural de la región. (3) Es una frontera agrícola-forestal (Jaña-Prado et al. 2006), donde el proceso de cambio de uso de suelo está ocurriendo con gran rapidez, asociado a la fragmentación y conversión de los bosques nativos en otros tipos de coberturas antropogénicas (Carmona et al. 2010).

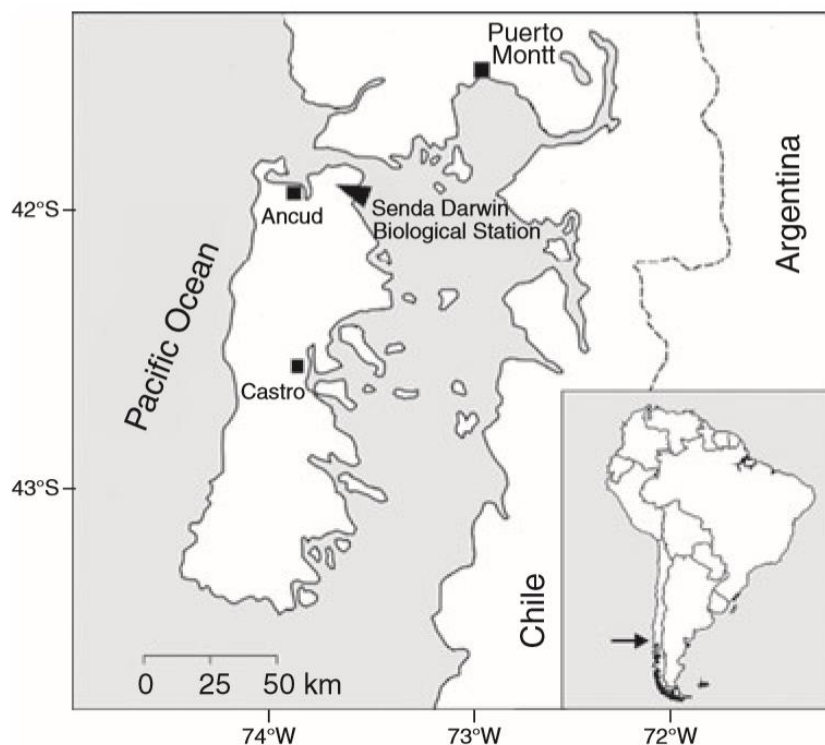


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Estación Biológica Senda Darwin en el norte de la Isla de Chiloé.

## 2.2 Diseño de muestreo

Entre enero y diciembre de 2016 se instalaron 12 cámara trampa (modelo Bushnell Trophy Cam), técnica no invasiva que permite registrar la fecha y hora del evento de captura, constituyendo una ventaja técnica para estudiar la ecología de las especies (Zúñiga 2014). Los hábitats presentes en el área de estudio fueron caracterizados mediante tratamiento SIG, obteniendo una carta de hábitats (Figura 2). Se identificaron cuatro hábitats principales: 1) bosques ribereños, dominados por *Myrtaceas*, 2) bosque adulto nord-patagónico, 3) matorrales dominados por *Baccharis patagonica* y especies del género *Berberis* y 4) senderos ocupados principalmente por investigadores asociados a la EBSD. En cada uno de los hábitats se seleccionaron tres puntos al azar, distanciados en

promedio  $221 \pm 22$  metros entre sí. Las cámaras se instalaron a 0,5 metros del suelo, fijas a troncos de árboles.

Las cámaras estuvieron funcionando continuamente durante todo el año. Sin embargo, para el análisis de datos sólo se tomaron en cuenta tres estaciones del año: verano (diciembre-febrero), otoño (marzo-mayo) y primavera (septiembre-noviembre). La cantidad de capturas bajaron considerablemente en la temporada de invierno (especialmente para pudú con sólo un registro), por lo que esta estación no fue incluida en los análisis. En cada estación se calculó la amplitud del patrón de actividad, horarios de actividad y sobreposición temporal de las especies.



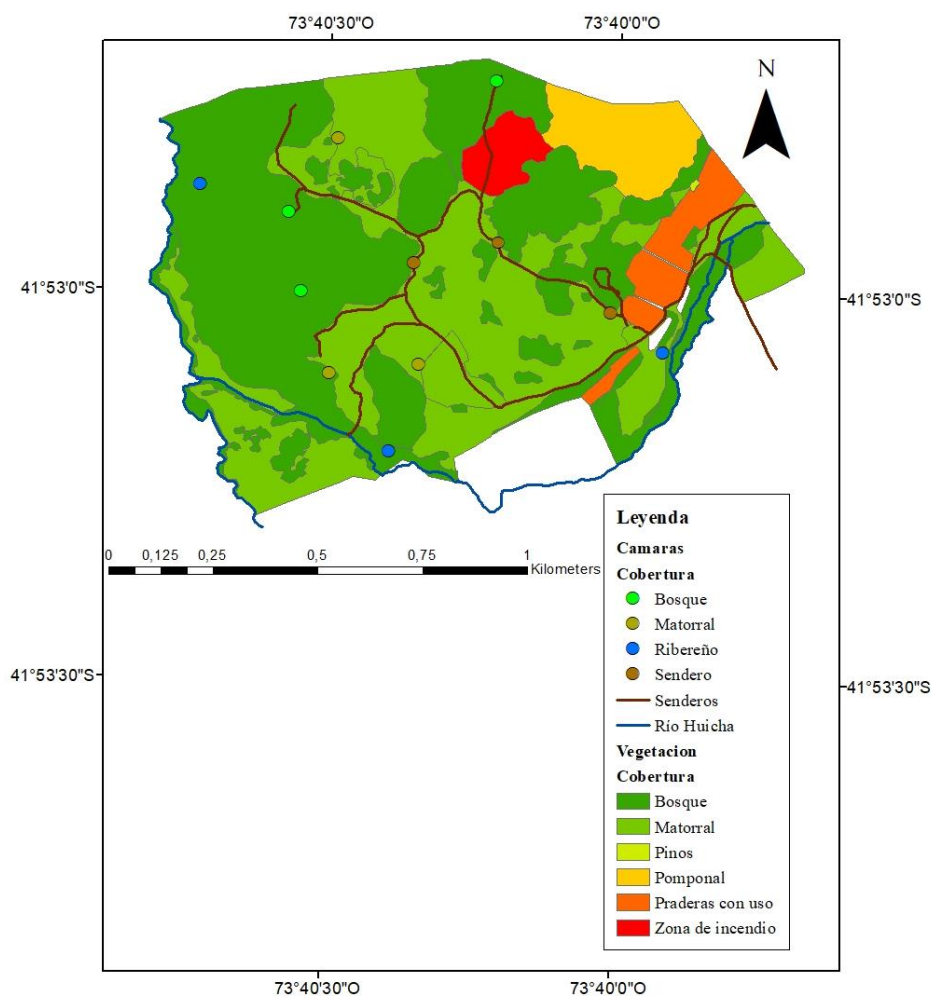


Figura 2. Caracterización del sitio de estudio en la Estación Biológica Senda Darwin y configuración espacial de las cámaras. Los círculos verdes indican la posición de las cámaras instaladas en el bosque. Los círculos café claro corresponden a las cámaras instaladas en el matorral. Los círculos azules corresponden a las cámaras instaladas en el bosque ribereño, finalmente, los círculos café oscuro indican las cámaras instaladas en los senderos

## 2.3 Patrón de actividad

**2.3.1 Organización y creación de la base de datos.** Para organizar las fotografías, se utilizó el paquete de programas “Sweet Cam”, desarrollado por Sanderson (2013). Este paquete, mediante “Renamer”, permite cambiar el nombre de la fotografía por la fecha y

hora en la cual se obtuvo el registro, a su vez permite organizar las fotografías para luego ser analizadas. La organización se realizó aplicando “Dataorganize” (programa que viene incorporado en el paquete). Finalmente, para el análisis de los datos se ejecutó el programa “Dataanalyze”, para lo cual es necesario definir el tiempo de independencia de cada fotografía. Para ello se siguió las recomendaciones de Sanderson y Harris (2013), y de manera similar a otros estudios se definió el tiempo de independencia cada una hora (Ridou y Linkie 2009, Zuñiga y Jiménez 2018, Zuñiga et al. 2017).

**2.3.2 Amplitud del patrón de actividad.** Para determinar la amplitud de actividad de cada especie, se utilizó el índice de Levins (Levins 1968) (Figura 3). Los valores entregados por este índice pueden fluctuar entre 1 y n (en este caso 24, que corresponde al total de horas de un día). Mediante una técnica de remuestreo no-paramétrica, con 1000 iteraciones y un 95% de confianza, se calculó un valor de índice promedio, su respectivo error estándar y mediana para evaluar significaciones estadísticas. Este proceso se realizó para cada una de las especies y para cada una de las estaciones del año analizadas.

$$B = \frac{1}{\sum(p_i^2)}$$

Figura 3. Índice de Levins. B = Índice de Levins,  $p_i$  = es la frecuencia relativa con que una especie uso el recurso i.

Para determinar si existen diferencias estadísticas en el patrón de actividad de una especie entre estaciones, se ocupó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, con un 95% de confianza, en donde valores  $p < 0.05$  indican significancia estadística.

**2.3.3 Horario de actividad y sobreposición temporal.** Mediante el paquete estadístico “Overlap”, desarrollado por Ridou y Linkie (2009), se registró el horario de actividad de

cada una de las especies y su respectiva sobreposición temporal, ambos procesos fueron realizados para las tres estaciones de estudio. Este paquete ofrece una variedad de índices de sobreposición temporal, que fluctúan entre valores de 0-1, donde 0 expresa valores de sobreposición nula y 1 denota una sobreposición total en el patrón de actividad. Para este estudio se trabajó con el índice “Dath 1”, que permite trabajar con una menor cantidad registros (<75). A su vez, este paquete ofrece el cálculo de un índice promedio y sus respectivos intervalos de confianza del 95%, mediante una técnica de remuestreo no-paramétrica, calculados en base a 1000 iteraciones, para cada estación del año estudiada. El intervalo de confianza seleccionado para este estudio fue el Basic0, el que se escogió en base a las recomendaciones de Ridou y Linkie (2009) y a la cantidad de registros (<75). El horario de actividad fue dividido en amanecer, día, atardecer y noche según la disponibilidad de luz y la metodología descrita por Frediani et al. (1999).

### III. RESULTADOS

Con un total de 4080 cámaras/días, se registraron un total de 39 fotos independientes de pudú distribuidas entre las estaciones del año como se muestra en la Tabla 1. En el caso del perro se obtuvieron un total de 42 registros independientes (Tabla 1). A su vez existieron diferencias en el registro de fotos según el hábitat, en el caso del pudú el hábitat que mayor registro obtuvo fue el matorral (n=23), seguido de senderos (n=11) y finalmente bosque ribereño (n=5). Para el perro doméstico la mayor cantidad de registros fue en los senderos (n=20), seguido de bosque ribereño (n=15), bosque (n=6) y finalmente matorral (n=1). Si bien la variación temporal de cada ecosistema es de importancia, se optó por examinar el patrón de actividad de las especies en el área de estudio en general y no por cada ecosistema.

TABLA 1. Registros independientes de fotografías por especie, estación del año y número total, en la Estación Biológica Senda Darwin

Especie	Verano	Primavera	Otoño	Total
<i>Pudu puda</i>	10	10	19	39
<i>Canis lupus familiaris</i>	9	15	18	42

#### 3.1 Amplitud del patrón de actividad

Para cada especie, la amplitud del patrón de actividad tuvo variaciones estadísticamente significativas (Tabla 2) entre todas estaciones del año (test de Kruskal-Wallis, pudú:  $P < 0,0001$ ,  $X^2 = 51,11$ ; perro doméstico:  $P < 0,0001$ ,  $X^2 = 51,88$ ).

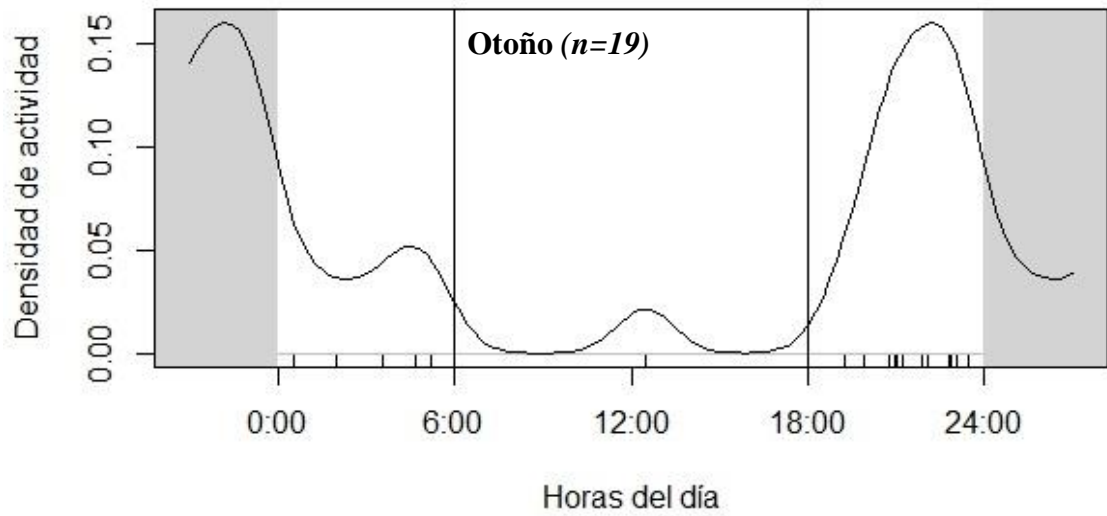
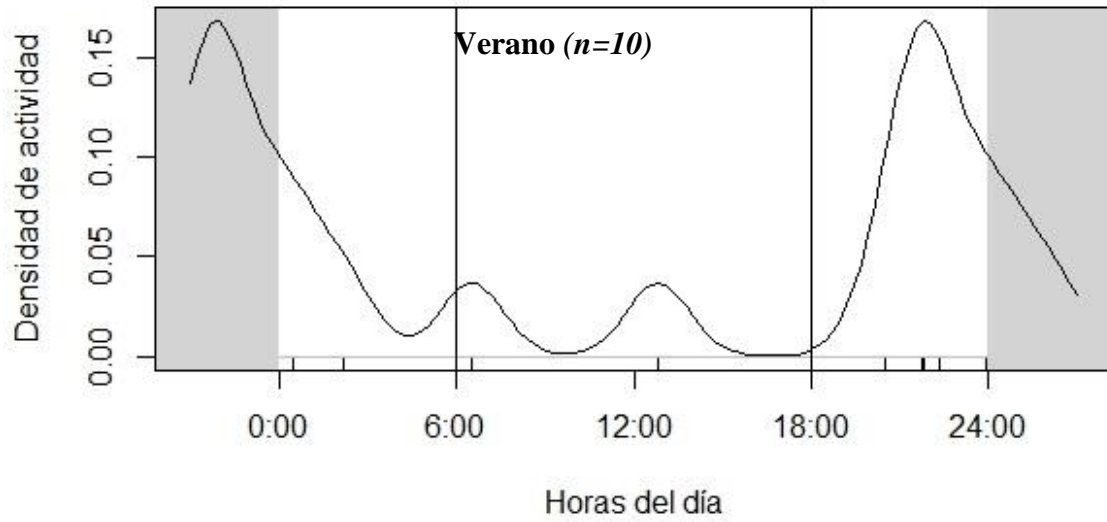
Para el pudú, la mayor amplitud promedio del patrón de actividad fue registrada para la temporada de otoño, seguida de primavera y verano ( $8,85 \pm 1,09$ ;  $7,52 \pm 0,80$ ;  $6,71 \pm 1,62$  respectivamente). En tanto, el perro registró su mayor amplitud temporal en la estación de verano, seguido de primavera y otoño ( $7,75 \pm 0,88$ ;  $6,82 \pm 1,11$ ;  $5,09 \pm 1,10$  respectivamente).

TABLA 2. Mediana de la amplitud del patrón de actividad de *Pudu puda* y *Canis lupus familiaris* para cada una de las tres estaciones del año estudiada, en la Estación Biológica Senda Darwin. Se indica la mediana y el valor P de la prueba estadística Kruskal-Wallis. Letras iguales indican diferencias no significativas entre estaciones del año

Estación	<i>Pudu puda</i> (P<0,0001)	<i>Canis lupus familiaris</i> (P<0,0001)
Primavera	7,14 (A)	5,94 (A)
Verano	6,25 (B)	7,38 (B)
Otoño	8,39 (C)	4,76 (C)

### 3.2 Horarios de actividad y sobreposición temporal

El horario de actividad de las especies varió según la estacionalidad del año. Para el pudú, si bien en todas las estaciones la mayor densidad de actividad la desarrolló durante horarios nocturnos, esto tuvo variaciones, en donde la mayor actividad nocturna fue desarrollada en otoño con un 94,7 %, seguido de verano con un 80% de la actividad en este horario y finalmente primavera con un 60% de la actividad desarrollada en horarios nocturnos (Figura 4).



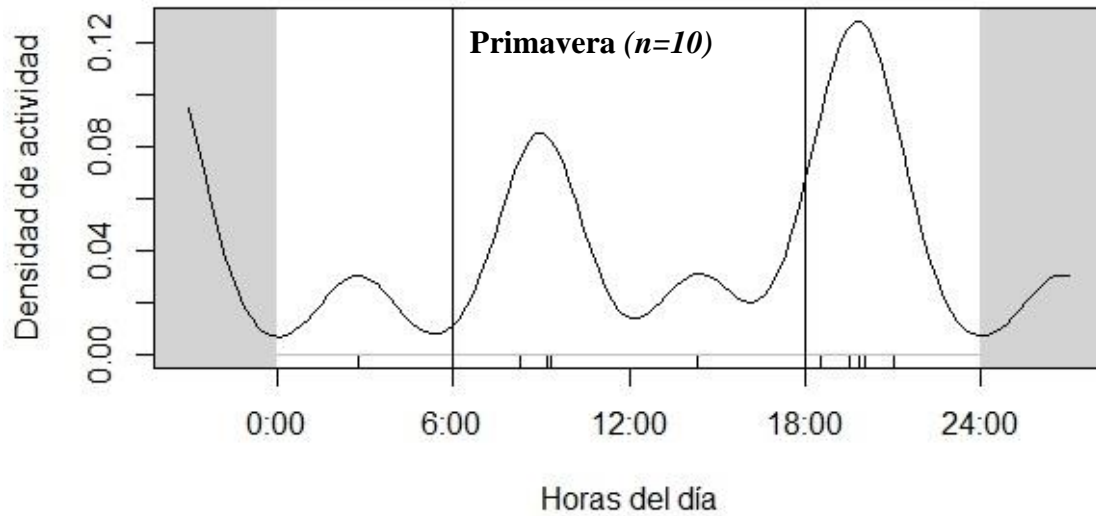
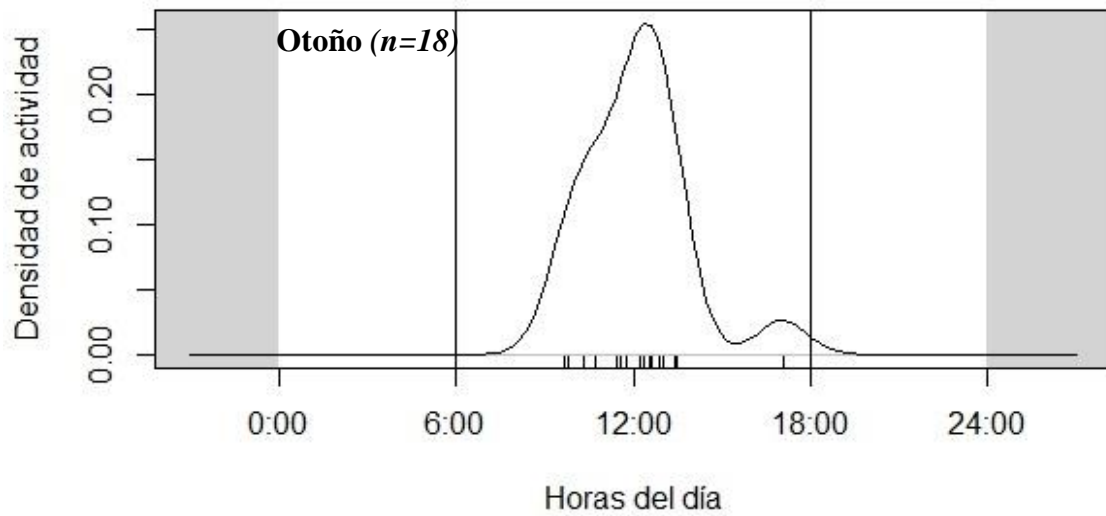
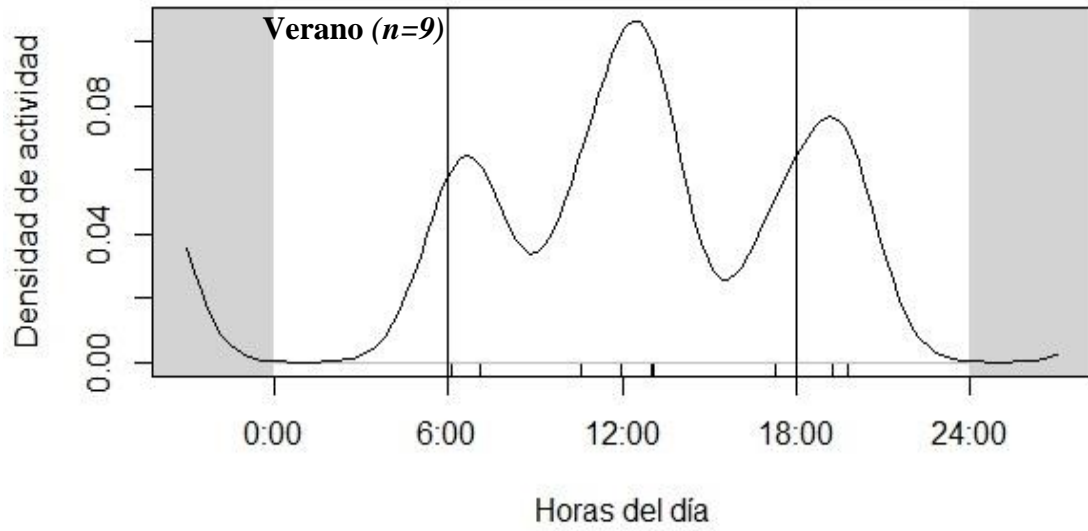


Figura 4. Densidad del patrón de actividad diario de *Pudu puda* (pudú) en la Estación Biológica Senda Darwin. La línea negra sobre el eje x representa la frecuencia horaria en que el individuo fue capturado (registros independientes). Las líneas verticales sólidas de color negro muestran aproximadamente la hora del amanecer y atardecer

En tanto para el perro, en las temporadas de otoño y primavera el 100% de la actividad fue registrada en horarios diurnos, esto solo tuvo variación en la estación de verano, en donde un 77% de la actividad fue desarrollada en horarios diurnos (Figura 5).





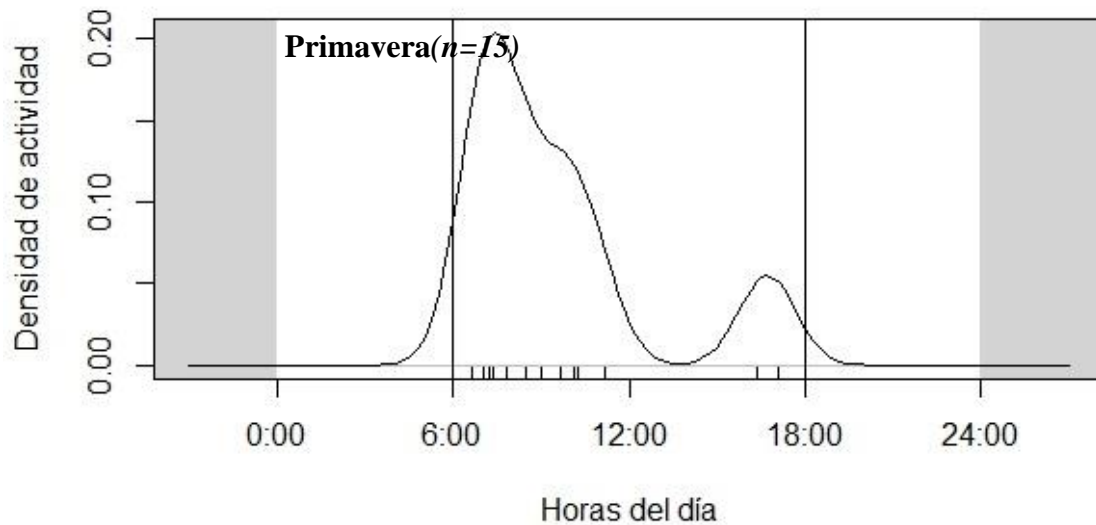
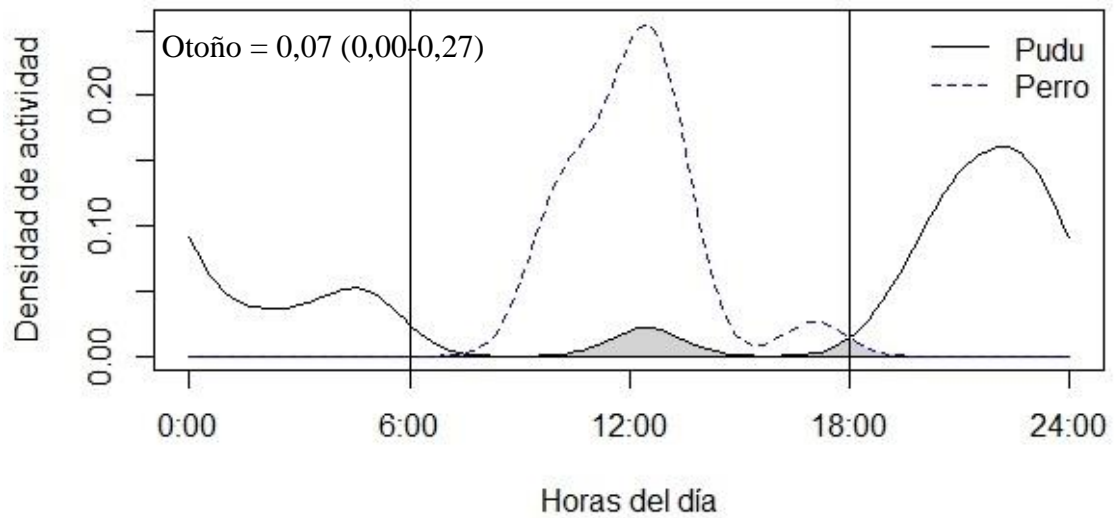
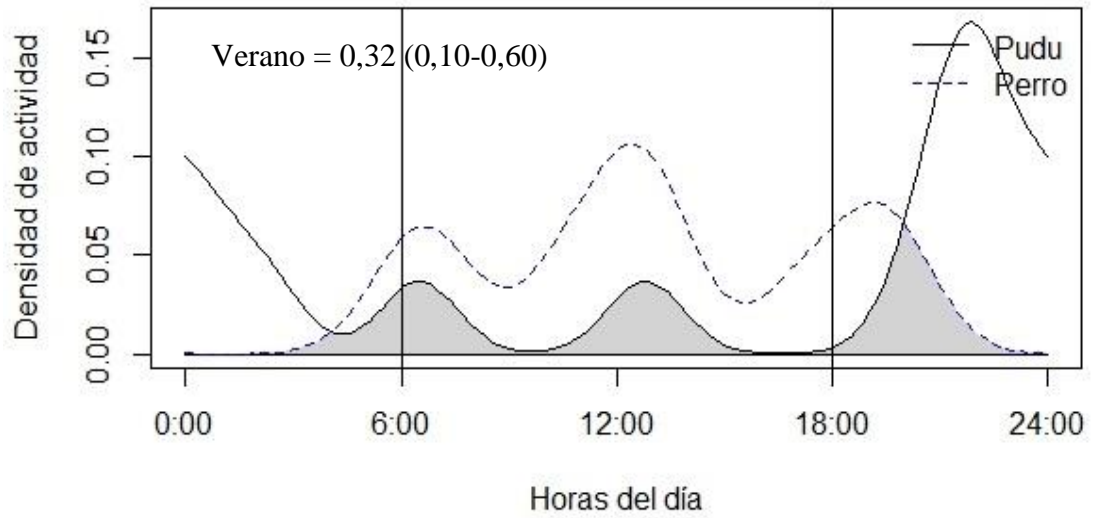


Figura 5. Densidad del patrón de actividad diario de *Canis lupus familiaris* (perro doméstico) en la Estación Biológica Senda Darwin. La línea negra sobre el eje x representa la frecuencia horaria en que el individuo fue capturado (registros independientes). Las líneas verticales sólidas de color negro muestran aproximadamente la hora del amanecer y atardecer

En cuanto a la sobreposición temporal de las especies, ésta tuvo variaciones inter-estacionales, en donde la mayor sobreposición ocurrió en la estación de primavera, seguida de verano y finalmente otoño. El valor promedio del índice y sus respectivos intervalos de confianza se muestran en la Figura 6.



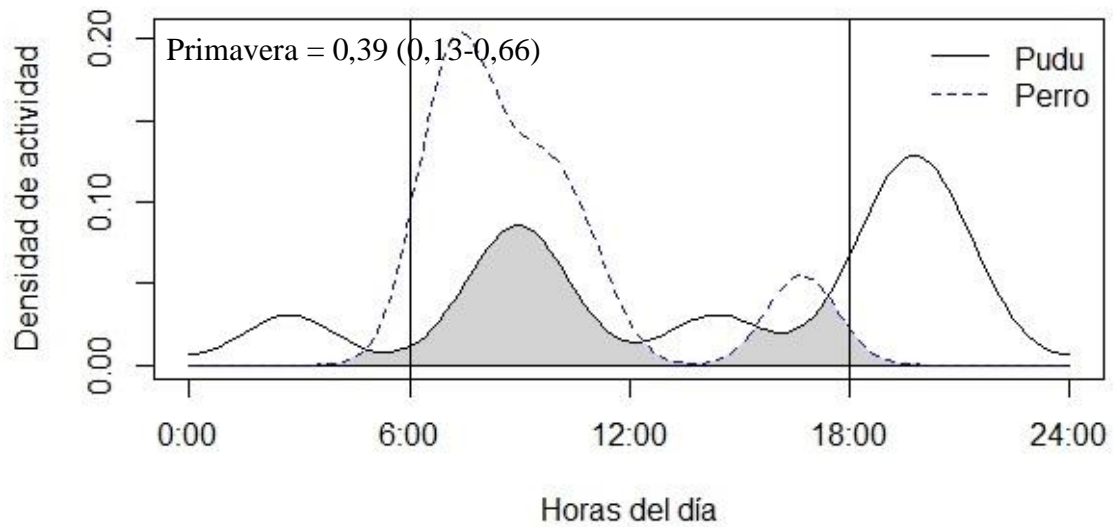


Figura 6. Sobreposición temporal entre *Pudu puda* y *Canis lupus familiaris* en la Estación Biológica Senda Darwin. El coeficiente de sobreposición es el área bajo la densidad de actividad mínima entre las dos especies y es representado por el área de color gris. Se muestra la sobreposición promedio, con los intervalos de confianza de un 95% entre paréntesis

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Amplitud del patrón de actividad

La amplitud del patrón de actividad de cada especie tuvo variaciones según la estación del año. La mayor amplitud del patrón de actividad del pudú se observó en otoño. Estos resultados están en parcial concordancia con lo documentado por Zúñiga y Jiménez (2018) en un estudio realizado en el sector de Caramavida, cordillera de Nahuelbuta. En ambos estudios, la mayor amplitud del patrón de actividad fue en la estación de otoño, esto puede ser en respuesta a la menor disponibilidad de alimento en esta estación (Rathcke y Placey 1985), debido a que el ciervo aumenta la intensidad de forrajeo, haciendo que se desplace en un rango más amplio de horas, lo que hace aumentar su amplitud en el patrón de actividad. Esta baja disponibilidad de alimento para *Pudu puda* en otoño, puede deberse a que prefiere principalmente brotes terminales y flores (Eldridge et al. 1987), recurso altamente escaso en otoño. Además, se ha documentado que en las fechas de otoño (abril y junio), la actividad reproductiva del ciervo se encuentra en el clímax (Jiménez 2014), por lo que para aumentar su éxito reproductivo debe aumentar su actividad.

Por otra parte, existe una diferencia con lo descrito por Zúñiga y Jiménez (2018) en las estaciones de verano y primavera, en donde los resultados difieren no sólo en el valor del índice, sino que además existe una diferencia entre las estaciones. En el presente estudio la segunda temporada con mayor amplitud de nicho fue primavera, seguida de verano, sin embargo, lo descrito por Zúñiga y Jiménez (2018) muestra lo opuesto. En el sector de Caramavida, cordillera de Nahuelbuta, *P. puda* tuvo una mayor amplitud en verano, seguido de primavera. Estas diferencias en el comportamiento se deben al contexto de cada área de estudio. El ensamble de carnívoros descrito para la cordillera de Nahuelbuta es totalmente distinto al existente en la Isla, principalmente debido a la ausencia de *Puma concolor* (Linnaeus, 1771), principal depredador del pudú en el sector de Nahuelbuta (Rau y Jiménez 2002). Por otra parte, la EBSD, en la temporada de verano recibe una gran

cantidad de visitantes, esto podría afectar el patrón de actividad del pudú debido a la presencia humana, haciendo que reduzca la cantidad de horas de actividad.

Para el perro doméstico, en Chile no existen antecedentes acerca de la amplitud temporal, por lo que este estudio es el primero en proveer este tipo antecedentes sobre el patrón de actividad de esta especie. Además, estos resultados podrán ser comparados con futuros estudios que se realicen con esta especie introducida en otros ecosistemas a lo largo de Chile. Documentar los patrones de actividad de esta especie sería vital para la toma de decisiones y planes de acción que vayan en beneficio de la conservación de la fauna silvestre amenazada por esta especie.

#### **4.2 Horario de actividad y sobreposición temporal**

Los resultados muestran un comportamiento nocturno para pudú y diurno para perro. La tendencia a los hábitos nocturnos del pudú en este estudio está en concordancia con lo descrito en trabajos anteriores (Eldridge 1987, Zúñiga y Jiménez 2018, Jiménez 2014). Sin embargo, en el caso del trabajo realizado por Zúñiga y Jiménez (2018), el comportamiento del pudú es principalmente modulado por el ensamble de carnívoros presentes en las áreas de estudios analizadas, en donde *P. concolor* es el principal depredador de este ciervo (Rau y Jiménez 2002). Este depredador tiene tendencias a hábitos diurnos (Zúñiga 2017), por lo que, para evitar ser depredado, el pudú se desplaza principalmente en horarios nocturnos (Colmenares y Gómez 1994, Zúñiga y Jiménez 2018). Para Chiloé, la ausencia de *P. concolor* haría esperar que la población tuviera comportamientos distintos a las poblaciones continentales y tener alta actividad en horas del día, pese a esto, los resultados expuestos muestran que la tendencia a los hábitos nocturnos del ciervo en la Isla de Chiloé coincide con los descritos en zonas continentales. En el área de estudio descrita en este trabajo, el patrón de actividad del pudú puede estar siendo modulado por la presencia del perro. Al no existir documentación del patrón de actividad del ciervo antes de la introducción de esta especie invasora, no se puede

establecer con claridad si es que el patrón de actividad actual del pudú en el área de estudio es moldeado por la actividad del perro o si corresponde a un rasgo filogenéticamente conservado moldeado por la interacción con el puma. Existe la posibilidad que este rasgo no se haya diferenciado lo suficiente entre las poblaciones del continente y de la isla, y por eso las poblaciones de la isla aún mantendrían la “ecología del miedo”, en donde el pudú modifica su comportamiento logrando un equilibrio para su necesidad de forrajear y evitar depredadores (Ridou y Linkie 2009). Es importante realizar estudios en zonas con ausencia de este depredador introducido para luego ser comparadas y establecer si existen diferencias en el patrón de actividad del pudú en zonas con presencia y ausencia del perro.

Los índices de sobreposición variaron según la estacionalidad del año. El valor con mayor sobreposición fue registrado en la época de primavera, esto se debe a que el pudú registró actividad en horas del día, siendo este horario el periodo de mayor actividad del perro, lo que hizo que la sobreposición temporal entre las dos especies aumentara considerablemente entre las estaciones, especialmente entre otoño y primavera.

Un estudio realizado por Silva-Rodríguez et al. (2009), muestra la alta amenaza que significan los perros hacia el pudú, ocasionando lesiones de gravedad e incluso la muerte. Los encuentros entre el pudú y el perro muchas veces son letales, y al existir un alto grado de evasión tanto espacial (Silva-Rodríguez y Sieving 2012) como temporal (este estudio) se reducen las posibilidades de interacción entre las especies, lo que puede ayudar a disminuir los resultados letales o de gravedad para el ciervo.

### **4.3 Acciones de manejo**

Según lo descrito en trabajos anteriores, la depredación por perros es una gran amenaza para el pudú en paisajes dominados por humanos (Miller et al. 1973, Hershkovitz 1982, Wemmer 1998, Weber y González 2003). En estas áreas, las densidades de perros pueden alcanzar 7,3 individuos por km<sup>2</sup> (Silva-Rodríguez 2006), superando ampliamente las densidades de su principal depredador, *Puma concolor*, que alcanzan densidades máximas

a 0,06 individuos por km<sup>2</sup> (Franklin et al. 1999). Es por esto que la abundancia y el rango de extensión espacial de los perros domésticos son reconocidos como factores claves que determinan los impactos acumulativos en la vida silvestre (Silva-Rodríguez et al. 2009, Vanak y Gompper 2010). Por lo tanto, las acciones de manejo y de conservación deben estar apuntadas a solucionar estas problemáticas (Silva-Rodríguez y Sievings 2012). El control letal suele ser una estrategia común de utilizar y reduce las problemáticas asociadas a las altas densidades de individuos, sin embargo, no es factible cuando existen propietarios asociados a los perros. En el caso de Chile, el control letal, actualmente no es una vía de solución ya que al existir “La ley de tenencia responsable de mascotas” (Ley N° 21.020) o “Ley Cholito”, el control letal en perros callejeros (sin dueños) y/o con dueños no se puede aplicar ya que existen penas monetarias y presidio en su grado menor y medio (Biblioteca del Congreso Nacional 2020). En este sentido, se hace necesario reconsiderar los artículos presentes en esta ley y tomar decisiones que favorezcan la conservación de la vida silvestre.

La esterilización es una solución a largo plazo y será efectiva siempre y cuando una alta proporción de la población sea controlada (Amaku et al. 2009). Dado que, en las zonas rurales de Chile, las proporciones de sexo están sesgadas a la tenencia de perros machos (Silva-Rodríguez y Sieving 2012, Acosta-Jamett et al. 2010), los esfuerzos de esterilización serían más eficientes si estuvieran enfocados a hembras, para que esto sea efectivo es necesario suponer que las poblaciones están cerradas a la inmigración.

La mayoría de los perros que depredan o atacan a la vida silvestre están ligados a un propietario (Vanak y Gompper 2010), por lo que la educación debe ir enfocada a ellos, para de esta forma concientizar acerca de la tenencia responsable de mascotas, especialmente en áreas altamente ligadas a vida silvestre, como suelen ser los paisajes rurales. Estas campañas educativas acompañadas de esfuerzos para reducir el rango de actividad de *Canis lupus familiaris* evitarán las consecuencias que implican los perros deambulando por el hábitat de la vida silvestre como son la: competencia por interferencia, depredación y las consecuencias no letales de la depredación (Lacerda et al. 2009, Silva-

Rodríguez et al 2009, Vanak y Gompper 2010). Mayores esfuerzos deben asignarse para restringir el rango de actividad de los perros en zonas cercanas a áreas protegidas. En el caso de perros de trabajo, principalmente pastoreo, se deben considerar estrategias como el mejoramiento de la dieta.

La voluntad de las personas para realizar las acciones de manejo anteriormente mencionadas es fundamental para que éstas sean efectivas (Schumann et al. 2012). En la zona de Nahuelbuta, Zorondo et al. (2019) demuestra que los pobladores del sector presentan una voluntad positiva a la hora de adoptar prácticas para la conservación de carnívoros, aunque esto varía según la especie. Algo similar debiese implementarse en toda la Isla de Chiloé y en toda la distribución del ciervo para conocer la real voluntad de las personas para conservarlo y hacer que las medidas propuestas anteriormente sean efectivas.



## V. CONCLUSIONES

La amplitud del patrón de actividad tuvo variaciones significativas entre las todas las estaciones del año, para *P. puda* otoño es la estación con mayor amplitud, esto se debe a la dificultad de encontrar alimento y para asegurar el éxito reproductivo. A su vez, no existen antecedentes a escala nacional acerca de la amplitud del patrón de actividad de *C. lupus familiaris* por lo que se aportó el primer antecedente acerca de esta especie.

El patrón de actividad de las especies tuvo variaciones entre las estaciones del año, sin embargo, se reconoce una tendencia para ambas especies, en el caso del pudú su actividad es predominantemente nocturna, por otra parte, el perro doméstico tuvo tendencias a horarios diurnos. Esto hace que la sobreposición temporal entre estas especies sea baja, sin embargo, esto presenta variaciones inter-estacionales, en donde la estación con mayor sobreposición temporal fue primavera.

Finalmente, indagar en medidas para reducir la población y el libre desplazamiento del perro doméstico juega un rol clave para reducir los daños causados por esta especie invasora hacia *P. puda*. Dado a que un alto población de los perros están asociados a un dueño, conocer la disposición de éstos a tomar las medidas propuestas es fundamental para la conservación del ciervo.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta-Jamett G., S. Cleaveland, A. Cunningham, y B. Bronsvort. 2010. Demography of domestic dogs in rural and urban areas of the Coquimbo region of Chile and implications for disease transmission. *Preventive Veterinary Medicine* 94: 272-81.
2. Amaku M., R. Dias, y F. Ferreira. 2009. Canine population dynamics: The potential effect of sterilization campaigns. *Pan American journal of public health* 25: 300-4.-
3. Biblioteca del Congreso Nacional. 2020. Ley de tenencia responsable de mascotas. Citado el 03/03/2020. Disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1106037>
4. Bridges, A y A. Noss. 2011. Behavior and activity patterns, pp.57-69. In *Camera traps in animal ecology methods and analyses*. A.O'Connell, J. Nichols y U.Karanth (eds). Editorial Springer. Londres, Inglaterra.
5. Byers C.R., R.K. Steinhorst, y P.R. Krausman. 1984. Clarification of a Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *The Journal of Wildlife Management* 48(3): 1050-1053.
6. Carmona M.R., J.C Aravena, M.A. Bustamante-Sánchez, J.L. Celis-Diez, A. Charrier, I.A Díaz, J. Díaz-Forestier, M.F. Díaz, A. Gaxiola, A.G. Gutiérrez, C. Hernández-Pellicer, S. Ippi, R. Jaña-Prado, P. Jara-Arancio, J. Jiménez, D. Manushevich, P. Necochea, M. Nuñez-Avila, C. Papic, C. Pérez, F. Pérez, S. Reid, L. Rojas, B. Salgado, C. Smith-Ramírez, A. Troncoso, R.A. Vásquez, M.F. Willson, R. Rozzi, y J.J. Armesto. 2010. Estación Biológica Senda Darwin: Investigación ecológica de largo plazo en la interfase ciencia-sociedad *J Revista Chilena de Historia Natural*. 83: 113-142.
7. Contreras A., C. Garcia-De La Peña, H. Gadsden, y G. Castaneda. 2007. Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios en las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78(1): 141-147
8. Colmenares, F. y J. Gómez. 1994. El Desarrollo del comportamiento: aspectos funcionales y evolutivos, pp.119-136. En *Etología: Introducción a la Ciencia del Comportamiento*. Carranza, J. (ed.). Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres

9. Eldridge WD., M. MacNamara. Y A. Pacheco. 1987. Activity patterns and habitat utilization of pudus (*Pudu puda*) in south-central Chile. En: Wemmer CM, editor. *Biology and management of the Cervidae*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press; p. 352–370.
10. Fedriani J., F. Palomares, y M. Delibes. 1999. Niche relations among three sympatric Mediterranean carnivores. *Oecologia* 121: 138-148.
11. Franklin W.L., W.E. Johnson, R.J. Sarno, y J.A. Iriarte. 1999. Ecology of the Patagonia puma *Felis concolor patagonica* in southern Chile. *Biological Conservation* 90(1): 33-40.
12. Hershkovitz P. 1982. Neotropical deer (Cervidae). Part 1. Pudus, genus *Pudu* Gray. *Fieldiana Zoology, New Series*, 11: 1–86
13. Jaña-Prado R., J. Celis-Diez, A. Gutiérrez, C. Cornelius y J. Armesto. 2006. Diversidad en bosques fragmentados de Chiloé: ¿Son todos los fragmentos iguales? En: Grez AA, JA Simonetti & RO Bustamante (eds) *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: Patrones y procesos a diferentes escalas*: 159-190. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
14. Jimenez J. 2014. Pudú (*Pudu puda*): El ciervo más pequeño del mundo. En: *Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile*. C, Ramirez-Smith y J, Armesto (eds). Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
15. Kays, W. y M. Slauson. 2008. Remote cameras. Pp. 110-140. En: R. Long, P. Mackay, W. Zielinski & J. Ray (eds.). *Noninvasive survey methods for carnivores*. Island Press. Washington, D. C., Estados Unidos.
16. Kruuk H., y H. Snell. 1981. Prey Selection by Feral Dogs from a Population of Marine Iguanas (*Amblyrhynchus Cristatus*). *Journal of Applied Ecology* 18(1): 197-204.
17. Levins R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
18. Mackey B.G., y D.B. Lindenmayer. 2001. Towards a hierarchical framework for modelling the spatial distribution of animals. *Journal of Biogeography* 28(9): 1147-1166.

19. Ministerio del Medio Ambiente. Inventario nacional de especies. Citado el 08/08/2019. Disponible en [http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha\\_indepen.aspx?EspecieId=17](http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha_indepen.aspx?EspecieId=17)
  20. Ministerio del Medio Ambiente. 2020. Clasificación de especie. Citado 26/03/2020. Disponible en <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>
- Miller S., J. Rottman. y R. Taber. 1973. Dwindling and endangered ungulates of Chile: Vicugna, Lama, Hippocamelus and Pudu. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference, 38: 55–68.
21. Morrison M., Marcot, B. y Mannan W. 2006. Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. Editorial Island Press. Washington, USA. 494 p.
  22. Pozo R. 2011. Nuevos tipos de crecimiento urbano en ciudades pequeñas globalizadas “Reestructuración geográfica del territorio por la salmonicultura y sus consecuencias espaciales en cinco ciudades de Chiloé, 1982-2008. Tesis Magister. Pontificia Universidad Católica de Chile. Depto de Estudios Urbanos y Territoriales. Santiago, Chile.
  23. Rathcke B., y E.P. Lacey. 1985. Phenological Patterns of Terrestrial Plants. Annual Review of Ecology and Systematics 16(1): 179-214.
- Rau J., y J.E. Jiménez. 2002. Diet of Puma (*Puma concolor*, Carnivora: Felidae) in Coastal and Andean Ranges of Southern Chile. Studies on Neotropical Fauna and Environment 37: 201-205.
24. Reis-Lacerda A.C., W. Tomas, y J. Marinho-Filho. 2009. Domestic Dogs as an-Edge Effect in the Brasília National Park, Brazil: Interactions with Native Mammals. Animal Conservation 12: 477-487.
  25. Ridout M., y M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics 14: 322-337.
  26. Sanderson J., y G. Harris. 2013. Automatic data organization, storage, and analysis of camera trap pictures. Journal of Indonesian Natural History 1: 11-19.
  27. Silva-Rodríguez E.A. 2006. Evaluación de conflictos entre zorros chilla (*Pseudalopex griseus*) y agricultura de subsistencia en una localidad rural del sur

de Chile: ¿mito o realidad? DVM Tesis, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

28. Silva-Rodríguez E.A., C. Verdugo, O.A. Aleuy, J.G. Sanderson, G.R. Ortega-Solís, F. Osorio-Zúñiga, y D. González-Acuña. 2009. Evaluating mortality sources for the Vulnerable pudu *Pudu puda* in Chile: implications for the conservation of a threatened deer. *Oryx* 44(1): 97-103.
29. Silva-Rodríguez E.A., y K.E. Sieving. 2012. Domestic dogs shape the landscape-scale distribution of a threatened forest ungulate. *Biological Conservation* 150(1): 103-110.
30. Schumann B., J.L. Walls, y V. Harley. 2012. Attitudes towards carnivores: the views of emerging commercial farmers in Namibia. *Oryx* 46(4): 604-613.
31. Taborsky M. 1988. Kiwis and dog predation: Observations in Waitangi State Forest. *Notornis* 35: 197-202.
32. Vanak A., y M. Gompper. 2009. Dogs *Canis familiaris* as carnivores: their role and function in intraguild competition. *Mammal Review* 39: 265-283.
33. Vanak A., y M. Gompper. 2010. Interference competition at the landscape level: The effect of free-ranging dogs on a native mesocarnivore. *Journal of Applied Ecology* 47: 1225-1232.
34. Villagran C., Moreno, P, y Villa R. 1995. Antecedentes palinológicos acerca de la historia cuaternaria de los bosques chilenos. *Ecología de los bosques nativos de Chile*: 51-70. Editorial Universitaria, Santiago.
35. Weber M., y S. Gonzalez. 2003. Latin American deer diversity and conservation: A review of status and distribution. *Écoscience* 10: 443-454.
36. Young J., K. Olson, R. Reading, y S. Amgalanbaatar. 2011. Is wildlife going to the dogs? impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife Populations. *BioScience* 61: 125-132.
37. Wemmer C. 1998. Deer: status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Deer Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland.

38. Zorondo F., Moreira-Arce D, y S. Boutin. 2018. Underlying social attitudes towards conservation of threatened carnivores in human-dominated landscapes. *Oryx* 44(1):1-8.
39. Zúñiga A. 2014. Ensamble de carnívoros de la cordillera de Nahuelbuta: ¿Condicionado por el tipo de hábitat o las relaciones interespecíficas? Tesis magister. Universidad de Los Lagos. Facultad de Ciencias Ambientales. Depto. Ciencias. Osorno, Chile.
40. Zúñiga A., J.E. Jiménez, y P. Arellano. 2016. Activity patterns in sympatric carnivores in the Nahuelbuta Mountain Range, southern-central Chile. *Mammalia* 81(5).
41. Zúñiga A.H., y J.E. Jiménez. 2018. Activity patterns and habitat use of pudu deer (*Pudu puda*) in a mountain forest of south-central Chile. *Journal of Natural History* 52(31-32): 2047-2054.