

# Selección de recursos en colonias de *Chinchilla laniger* (Rodentia: Chinchillidae) de la Reserva Nacional Las Chinchillas (Aucó, Chile)

Resource selection in colonies of *Chinchilla laniger* (Rodentia: Chinchillidae) from Las Chinchillas National Reserve (Aucó, Chile)

Víctor Bravo-Naranjo<sup>1,\*</sup> & Carlos Zuleta-Ramos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Ecología e Hidrología, Universidad de Murcia, España. E-mail: czuleta@userena.cl

\*E-mail: vbravo.ceanor@gmail.com

## RESUMEN

Analizamos los factores del hábitat que influyen en la selección de sitios de la chinchilla costera *Chinchilla laniger* para el establecimiento de colonias en la Reserva Nacional Las Chinchillas en Aucó, Región de Coquimbo, Chile. Utilizamos modelos lineales generalizados y un diseño de presencia-ausencia con ajuste logístico, considerando la presencia y ausencia de *Puya berteroniana*, afloramientos rocosos, altitud, pendiente, exposición de la ladera y coberturas tanto vertical como horizontal de la vegetación como variables explicativas. Las variables del modelo que mejor explicarían la presencia de colonias de chinchilla en la Reserva serían la presencia de puya, seguida de la altitud, presencia de afloramientos rocosos y la cobertura vertical de la vegetación. Los resultados indican que cuando *P. berteroniana* se encuentra presente, la probabilidad de encontrar una colonia de chinchilla es del 97% (IC 95% = 56% - 99%), la que disminuye a 23% (IC 95% = 12% - 39%) cuando esta especie de bromelácea no se encuentra presente en el hábitat. Los resultados sugieren que *C. laniger* selecciona microhábitats específicos dentro del entorno heterogéneo del paisaje semiárido de la Reserva Nacional Las Chinchillas.

**Palabras clave:** área protegida, *Chinchilla laniger*, conservación, selección de recursos.

## ABSTRACT

We analyze the habitat factors that influence the site selection of the coastal chinchilla *Chinchilla laniger* for the establishment of colonies in Las Chinchillas National Reserve, Aucó, Coquimbo Region, Chile. We used generalized linear models and a presence-absence design with logistic adjustment, considering the presence and absence of *Puya berteroniana*, rocky outcrops, altitude, slope, exposure, and both vertical and horizontal vegetation cover as explanatory variables. The model variables that would best explain the presence of chinchilla colonies in the Reserve would be the presence of puya, followed by altitude, presence of rocky outcrops, and vertical vegetation cover. The results indicate that when *P. berteroniana* is present, the probability of finding a chinchilla colony is 97% (95% CI = 56% - 99%), which decreases to 23% (95% CI = 12% - 39%) when this species of bromelaceae is not present in the habitat. The results suggest that *C. laniger* selects specific microhabitats within the heterogeneous environment of the semi-arid landscape of the Las Chinchillas National Reserve.

**Keywords:** *Chinchilla laniger*, resource selection, protected area, conservation.

## INTRODUCCIÓN

Los animales explotan su entorno de acuerdo a la presencia de recursos disponibles y depredadores (Schoener 1971; Mangel & Clark 1986). Por tanto, la distribución de los recursos resultan ser importantes predictores de la ecología espacial de las especies (Willems & Hill 2009). En este sentido, la identificación de los recursos explotados es importantes en la conservación y manejo de vida silvestre (Boyce & McDonald 1999) ya que permiten determinar los recursos críticos para la supervivencia de las especies y tomar decisiones sobre la gestión del hábitat y los ecosistemas (Pearce & Boyce 2006; Lele 2009; McGeachy 2014), especialmente si son especies con problemas de conservación (Launchbaugh *et al.* 1999).

La selección de recursos se refiere al uso desproporcional de un recurso en relación a su disponibilidad en el hábitat (Manly *et al.* 2002; Thomas & Taylor 1990). Una selección adecuada de un recurso, puede mejorar la condición física, capacidad reproductiva o supervivencia de una especie (Buskirk & Millspaugh 2006; Thomas & Taylor 2006). El proceso de selección es un comportamiento intuitivo (Buskirk & Millspaugh 2006), por lo que es un proceso dinámico y se encuentra determinado por una gran variedad de factores, entre los que se incluyen la depredación (Lima & Dill 1990; Creel *et al.* 2005), la disponibilidad de alimento (Johnson & Sherry 2001) y las perturbaciones antrópicas (Sawyer *et al.* 2006). Así mismo, también puede variar entre sexo (McLoughlin *et al.* 2002), edad (Nielsen *et al.* 2002) y condición reproductiva de las especies (Rachlow & Bowyer 1998).

Los recursos incluyen una gama muy amplia de objetos con los cuales los animales están asociados, como el agua, la cobertura vegetal y otros factores que afectan la supervivencia y el éxito reproductivo (Leopold 1933). Estos recursos varían temporal y espacialmente (Boyce *et al.* 2003; Ciarniello *et al.* 2007) al igual que la actividad del individuo (Manly *et al.* 2002; Boyce 2006; Godvik *et al.* 2009). Comprender el vínculo entre la adecuación y el uso de recursos por la fauna silvestre es esencial para la conservación de especies en peligro. Los animales deben seleccionar los hábitats y recursos disponibles de una manera que maximice la adecuación (Gaillard *et al.* 2010) y, normalmente, las características del hábitat que están más fuertemente vinculadas con la adecuación suelen ser las mismas que las asociadas con la selección de recursos (McLoughlin *et al.* 2005).

La chinchilla chilena, chinchilla costina o chinchilla de cola larga (*Chinchilla laniger*, Molina 1782) es un roedor endémico de Chile, de hábitos herbívoros y actividad nocturna, que carece de capacidad cavícola (Jiménez 1990; Spotorno *et al.* 2004) presentando periodos de actividad que coinciden con las mínimas temperaturas de su ambiente (Mohlis 1983;

Cortés *et al.* 2000). Actualmente, la población de esta especie se localiza principalmente en Aucó, Corral de Piedra en la Higuera y en una zona costera de la Región de Atacama (Spotorno *et al.* 2004; Valladares *et al.* 2014), siendo la Reserva Nacional Las Chinchillas (RNLCH), el único sitio donde se encuentran bajo protección legal (Figura 1). La chinchilla de cola larga habita en madrigueras ubicadas en laderas rocosas (Mann 1981), formando colonias que varían en sus tamaños (Jiménez 1995). Actualmente la *Chinchilla laniger* se encuentra en el apéndice I de Cites y está clasificada en Peligro Crítico (CR) por la IUCN (2016), también está catalogada en Peligro Crítico por EDGE (2019), sin mayores estudios para establecer la ubicación de las poblaciones silvestres y acciones urgentes de conservación, a pesar que ha sido evaluada como En Peligro Crítico por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA 2018).

Los sitios colonizados por chinchilla en la Reserva se encuentran en zonas con diferente cobertura vegetal y de rocas, en altitudes y pendientes variables (Mohlis 1983; Jiménez 1990). Estos sitios, comúnmente se caracterizan por la presencia de puya *Puya berteroniana* (Mez, 1896) y roqueríos (Durán & Rodríguez 1981; Mohlis 1983; Rodríguez & Trevizán 1984; Rodríguez 1988). La puya ha sido considerada un buen predictor de la presencia de chinchillas (Mohlis 1983; Rodríguez & Trevizán 1984), además de grandes rocas como el hábitat potencial para esta especie en la Reserva y alrededores (Rodríguez & Trevizán 1984).

Con el fin de contribuir a la conservación y manejo de la *Chinchilla laniger* en la Reserva Nacional Las Chinchillas, en este trabajo tiene el propósito de: i) determinar las variables que podrían explicar la distribución de colonias de esta especie en la Reserva, y ii) generar recomendaciones para la toma de decisiones respecto del manejo de la *Chinchilla*.

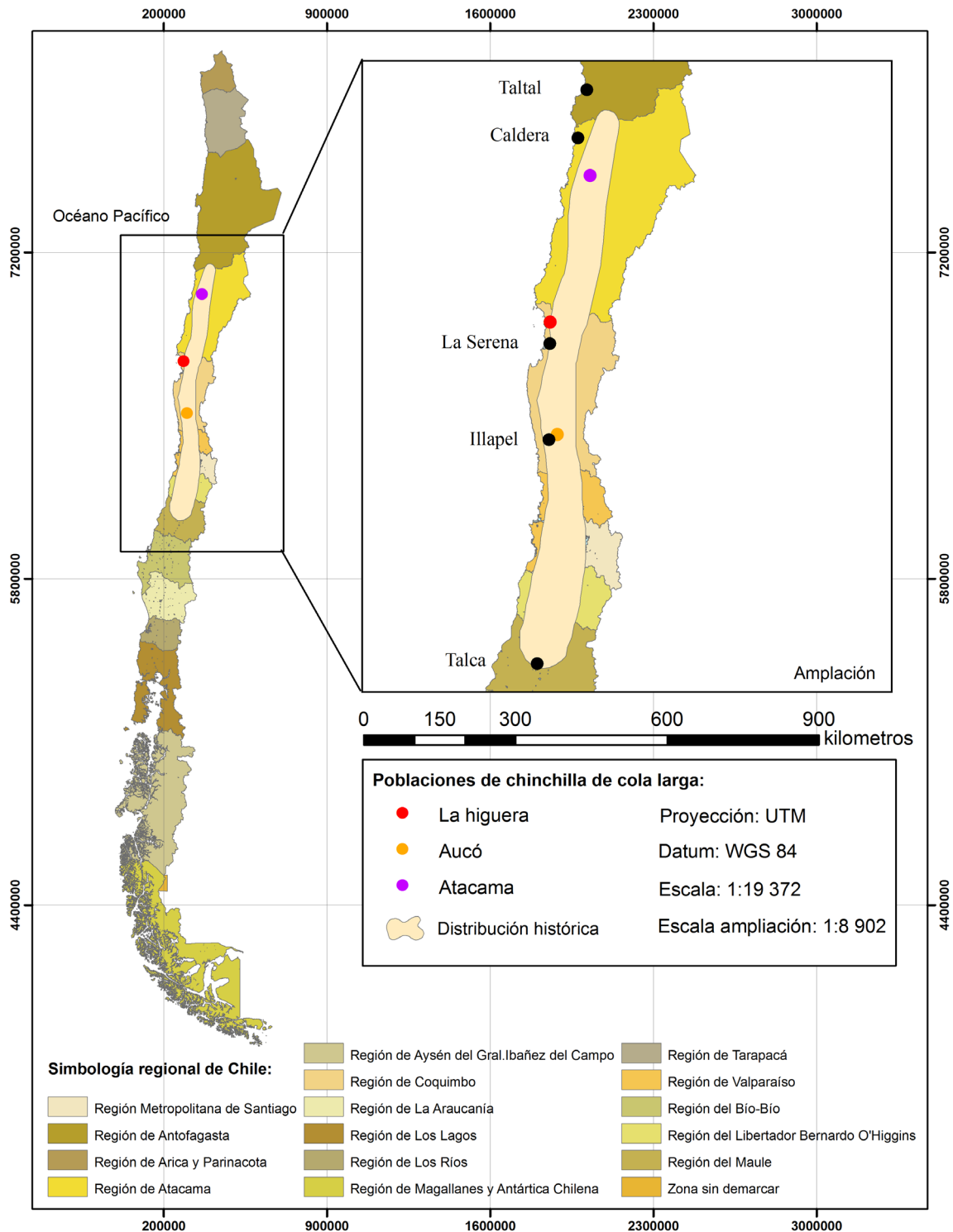
## MATERIALES Y MÉTODOS

La Reserva Nacional Las Chinchillas se ubica en la localidad de Aucó (UTM 19, Datum WGS84, 299778 E 6507971 S), Comuna de Illapel, Provincia del Choapa, en la Región de Coquimbo, Chile (Fig. 1). La Reserva que abarca una superficie de 4.229 ha (CONAF 1996), se encuentra dentro de la formación del matorral estepario interior (Gajardo 1994). Topográficamente, se caracteriza por presentar altitudes que fluctúan entre los 400 y 1.700 m.s.n.m (Jiménez 1990).

El clima es de tipo mediterráneo árido, con una temperatura promedio anual de 15 a 16 °C. En invierno la temperatura puede alcanzar los 0 °C y en verano superar los 30°C (CONAF 1996). Las precipitaciones alcanzan una media anual de 175 mm, las que se concentran entre los meses

de mayo y septiembre, con amplias variaciones entre años (Jiménez *et al.* 1996), las que son el reflejo del fenómeno climático El Niño Oscilación del Sur (ENOS), que aporta

mayores precipitaciones y de La Niña, que aporta periodos de sequía inusual (Jaksic 2001).



**FIGURA 1.** Ubicación de la Reserva Nacional Las Chinchillas (Aucó), distribución histórica de *Chinchilla laniger* y localización de los registros más recientes de la especie (Atacama y La Higuera) en Chile. / Location of Las Chinchillas National Reserve (Aucó), historical distribution of *Chinchilla laniger* and sites of the most recent records of the species (Atacama and La Higuera) in Chile.

Para determinar qué variables del hábitat podrían influir en la distribución de las colonias de chinchilla de cola larga, se utilizaron las funciones de selección de recursos (Manly *et al.* 2002), utilizando los modelos lineales generalizados (Nelder & Wedderburn 1972) y un diseño de presencia-ausencia con ajuste logístico (Boyce 2006). Los modelos bajo las funciones de selección de recursos proveen información cuantitativa, y espacialmente explícita de la ocurrencia de los animales (Mladenoff *et al.* 1995; Jhonson *et al.* 2004), y su aplicación en biología de la conservación ha permitido identificar sitios candidatos a la reintroducción de especies (Yáñez & Floater 2000) además de seleccionar áreas de conservación y aportar al diseño de corredores biológicos (Lesley & Boyce 2009).

La determinación de las variables explicativas que fueron utilizadas en el desarrollo de los modelos estuvo basada en información sobre el hábitat de la especie (Durán & Rodríguez 1981; Mohlis 1983; Rodríguez 1988; Jiménez 1990; Tabilo 1992), denominadas: A) Altitud: Determinada a partir de GPS. B) Exposición: medida en grados con una brújula de mano, en donde se consideró como ladera de exposición Norte entre 280 y 79,5°, Este entre 80 y 100°, Sur entre 100,5 y 259,5° y laderas de exposición Oeste entre 260 y 279,5°. C) Puya: Su ocurrencia se registró como variable dicotómica, utilizando 1 en caso de presencia, y 0 en caso contrario. D) Afloramientos rocosos: Correspondió a piedras enclavadas con espacios generados tanto por el desprendimiento de rocas como por irrupción de la vegetación. Se registró como variable dicotómica utilizando 1 y 0 al igual que en el caso de puya. E) Pendiente: Se estimó clavando una estaca en terreno y amarrando un cordel de 2 m de longitud de manera horizontal a otra estaca, manteniendo la cuerda tensada y midiendo la pendiente con un nivel de burbuja de aire. Se realizaron cuatro mediciones, las que se promediaron. Se midió la distancia vertical hacia la superficie del terreno, para tal efecto, la pendiente obtenida en porcentaje se calculó como  $\text{Pendiente} = \text{altura vertical} / \text{altura horizontal} * 100$ . Al resultado se le extrajo el arcotangente ( $\tan^{-1}$ ) cuyo valor en radianes se convirtió en grados. F) Riqueza de flora: Se realizaron dos parcelas de 10 x 10 m ubicadas al azar dentro del sitio de muestreo. Se registró el número de especies vegetales que perduraron durante el periodo de muestreo. El punto asignado correspondió al vértice inferior izquierdo, se continuó con la asignación del vértice superior izquierdo con orientación norte, medido a 0° con la ayuda de la brújula. El vértice superior derecho se posicionó 10 metros a 90° en dirección este, misma distancia para el vértice inferior derecho, que se ubicó en dirección sur a 180°. El número de individuos por especie resultante entre ambas parcelas fue

sumado para estimar la riqueza. G) Cobertura horizontal de vegetación: Se midió con la ayuda de una cámara profesional y un lente 18 - 55 mm, ajustado a 18 mm. Se tomaron 4 fotografías ubicadas al azar alrededor dentro de la colonia en dirección al suelo a 2,5 metros de altitud. Las mismas fueron evaluadas con el uso del software CobCal v1.0 (Ferrari *et al.* 2009) utilizando el marco completo y el modo 1 (HSL) que viene por defecto activado en el software. El porcentaje estimado de cada fotografía se promedió y el valor resultante se asignó al sitio de muestreo, y por último H) Cobertura vertical de vegetación: Se tomaron 4 fotografías ubicando un sitio al azar dentro de la colonia, fotografiando en 0°, 90°, 180° y 270°. Cada fotografía permitió estimar la cobertura de la misma forma que la variable anterior.

La muestra de variables del hábitat estuvo constituida por 90 observaciones, 45 de las cuales correspondieron a unidades con presencia de colonias de chinchilla ( $Y_i = 1$ ) y 45 con ausencia de colonias ( $Y_i = 0$ ). Los sitios sin colonias, correspondieron aquellos lugares con ausencia de registros (fecas y revolcaderos) de chinchillas, desarrollada a través de generación de puntos aleatorios y validada con la información obtenida por expertos en la Reserva.

Los modelos fueron desarrollados en lenguaje estadístico R (R Core Team 2015), utilizando el paquete gmulti (Calcagno & de Mazancourt 2010). La selección del modelo con mejor ajuste, se realizó a partir del Criterio de Información de Akaike para muestras pequeñas (AICc) (Burnham & Anderson 2002).

## RESULTADOS

Se ajustaron 101 modelos para explicar el efecto de algunas variables sobre la distribución de colonias de chinchilla, entre los que se incluyen el modelo nulo y el que incluye todas las variables (Tabla 1). El modelo con mejor ajuste incluyó las variables: puya, altitud, afloramientos rocosos y cobertura vertical de vegetación (AICc = 76,27), donde cada variable mostró una relación positiva con la presencia de colonias de chinchilla (Tabla 2).

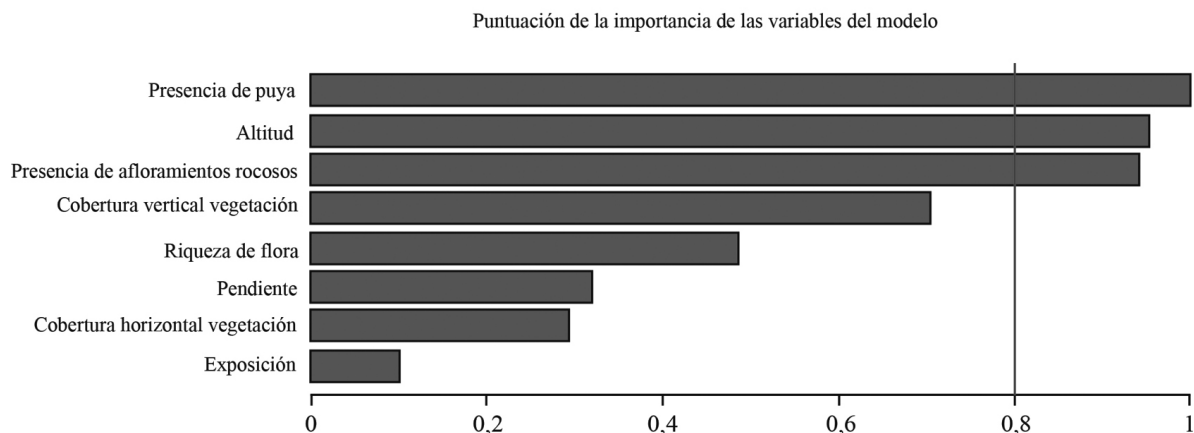
De las cuatro variables del modelo que mejor explicarían la distribución de colonias de chinchilla, la presencia de puya es la variable más importante seguida de la altitud, presencia de afloramientos rocosos y porcentaje de la cobertura vertical de la vegetación (Fig. 2). Se muestra, además, que las tres variables con menor puntuación de importancia fueron la pendiente, la cobertura horizontal de la vegetación y, por último, la exposición de la ladera (Fig. 2).

**TABLA 1.** Resumen de los 10 modelos con mejor ajuste para determinar la probabilidad de presencia de colonias de chinchilla en base a la selección de recursos en la Reserva Nacional Las Chinchillas (Aucó, Chile). Los modelos ajustados incluyen las variables: Puya (Puya), Afloramientos rocosos (AR), Altitud (Alt), Cobertura vertical de vegetación (CVV) Cobertura horizontal de vegetación (CHV), Riqueza de flora (Riq), Exposición (Exp) y Pendiente (Pen). / Summary of the 10 models with the best adjustment to determine the probability of presence of chinchilla colonies based on the selection of resources within the Las Chinchillas National Reserve (Aucó, Chile). The adjusted models include the variables: Puya (Puya), Rocky outcrops (AR), Altitude (Alt), Vertical Vegetation Cover (CVV), Horizontal Vegetation Cover (CHV), Flora Richness (Riq), Exposure (Exp) and Earring (Pen).

Modelos	K <sup>a</sup>	AICc	$\Delta AICc^b$	W <sub>i</sub> <sup>c</sup>
1. PA ~ Puya + AR + Alt + CVV	6	76,27	0,00	1,48E+05
2. PA ~ Puya + AR + Alt + Riq + CVV	7	76,75	0,48	1,16E+05
3. PA ~ Puya + AR + Alt + Pen + Riq + CVV	8	77,37	1,10	8,52E+04
4. PA ~ Puya + AR + Alt	5	77,87	1,60	6,66E+04
5. PA ~ Puya + AR + Alt + Pen + CVV	7	78,05	1,78	6,08E+04
6. PA ~ Puya + AR + Alt + CHV + CVV	7	78,11	1,84	5,90E+04
7. PA ~ Puya + AR + Alt + Riq + CHV + CVV	8	78,26	1,99	5,47E+04
8. PA ~ Puya + AR + Alt + Riq	6	78,53	2,26	4,78E+04
9. PA ~ Puya + AR + Alt + Pen + Riq + CHV + CVV	9	79,19	2,92	3,44E+04
10. PA ~ Puya + AR + Alt + CHV	6	79,53	3,26	2,90E+04

**TABLA 2.** Estimador de las variables, error estándar e intervalos de confianza al 95% para el modelo de mejor ajuste para la presencia de colonias de chinchilla de cola larga en la Reserva Nacional Las Chinchillas, Aucó, Chile. / Variable estimator, standard error and 95% confidence intervals for the best fit model for the presence of long-tailed chinchilla colonies in Las Chinchillas National Reserve, Aucó, Chile.

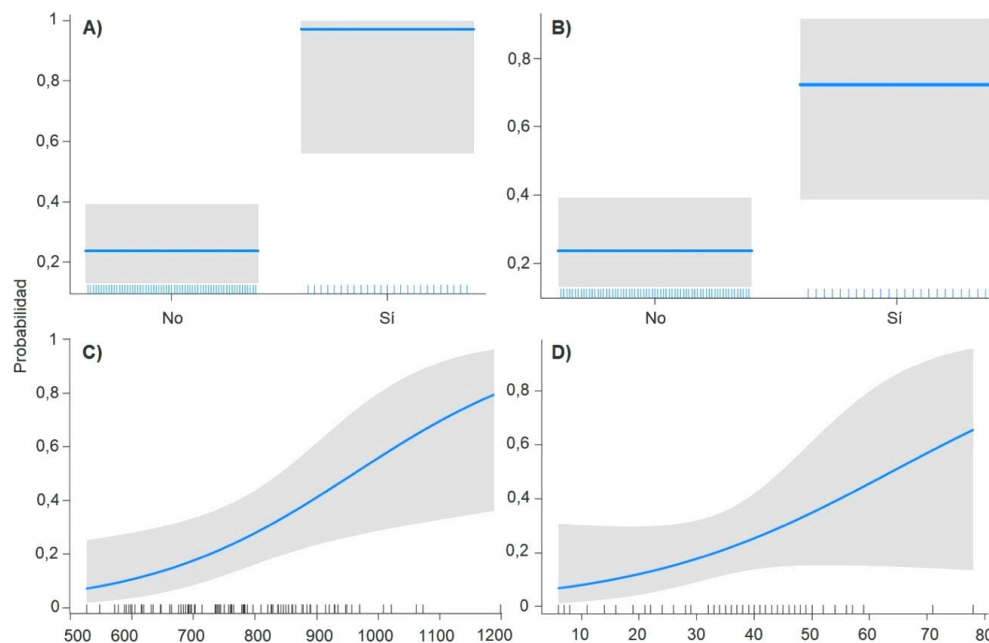
Variables	Estimador	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			2,5%	97,5%
Puya	4,69	1,7	1,36	8,03
Altitud	0,005	0,002	0,0012	0,01
Afloramientos rocosos	2,12	0,8	0,55	3,7
Cobertura vertical de vegetación	0,04	0,02	-0,01	0,1



**FIGURA 2.** Puntuación de la importancia de las variables en el modelo con mejor ajuste para determinar la presencia de colonias de chinchilla (*C. laniger*) en la Reserva Nacional las Chinchillas, Aucó, Chile. / Score of significant variables of the target model to determine the presence of chinchilla colonies (*C. laniger*) in the national reserve of Las Chinchillas, Aucó, Chile.

Los resultados indican que cuando la puya se encuentra presente en el hábitat, la probabilidad de encontrar una colonia de *C. laniger* es del 97% (IC 95% = 56% - 99%), la que disminuye a 23% (IC 95% = 12% - 39%) cuando esta especie de bromelácea no se encuentra en el sitio. De forma similar, cuando los afloramientos rocosos se encuentran presentes, la probabilidad de encontrar una colonia de chinchilla es del 72% (IC 95% = 38% - 91%), la que también disminuye a 23% (IC 95% = 12% - 39%) cuando los afloramientos no están presentes (Fig. 3). Con la variable altitud, los resultados muestran que a medida que esta variable aumenta, también lo hace la probabilidad de encontrar una colonia de *Chinchilla* en la Reserva (Fig. 3). En este sentido, la probabilidad de

encontrar colonias de *C. laniger* a altitudes bajas como a 526 m.s.n.m, es del 7% (IC 95% = 1.6% - 25%), a una altitud media de 754 m.s.n.m. la probabilidad es del 22% (IC 95% = 12% - 38%), mientras que a una altitud de 1190 m.s.n.m. la probabilidad de hallar una colonia es del 79% (IC 95% = 36% - 96%). La variable cobertura vertical de la vegetación, obtuvo un comportamiento similar a la altitud. Así a coberturas muy bajas, la probabilidad de encontrar colonias de *C. laniger* es del 6% (IC 95% = 1% - 30%), a una cobertura de 30% la probabilidad sube de 18% (IC 95% = 9% - 32%) y a mayor cobertura vegetal (78%) la probabilidad aumenta al 65% (IC 95% = 13% - 95%).



**Figura 3.** Probabilidad de ocurrencia de colonias de chinchilla de cola larga en base a las variables: puya (A), afloramientos rocosos (B), altitud (C) y cobertura vertical de vegetación (D) en la Reserva Nacional Las Chinchillas (Aucó, Chile). La línea azul representa el estimado de punto y la barra gris el intervalo de confianza al 95%. / Occurrence probability of long-tailed chinchilla colonies based on the variables: puya (A), rocky outcrops (B), altitude (C) and vertical vegetation cover (D) in Las Chinchillas National Reserve (Auco, Chile). The blue line represents the point estimate and the gray bar the 95% confidence interval.

## DISCUSIÓN

Nuestros resultados confirman que la presencia de puya es la variable más importante como predictor de la ocurrencia de colonias de *C. laniger* en la Reserva. Estos datos son concordantes con los obtenidos por Durán & Rodríguez (1981), quienes señalan que las variables del hábitat más importantes para la chinchilla son la presencia de puya, baja intensidad de uso del territorio y laderas de exposición norte.

La puya es un componente importante de la vegetación donde ocurren las colonias de chinchilla de cola larga, y ha sido señalado como un indicador de elevada probabilidad de presencia de chinchilla (Mohlis 1983; Durán & Rodríguez 1981). Esta planta proporciona tanto alimento como refugio para la formación de guaridas (Durán & Rodríguez 1981; Mohlis 1983) y las chinchillas ocupan principalmente las que se encuentran bajo puyas vivas (Jiménez 1990). El análisis de esta variable reveló que la presencia de esta bromelácea en las



colonias, mostró ausencia de solapamiento en sus intervalos de confianza (Tryon 2001), por lo que es indudable que para la Chinchilla este recurso es indispensable en su ciclo de vida, los que junto con la presencia de rocas, constituyen las variables más importante para la selección y establecimiento de sus colonias (ver Fig. 2)

La presencia de rocas es también buen predictor de colonias de *C. laniger* en la Reserva (Fig. 2) y muestra un comportamiento similar a la presencia de puya. Si bien existe un pequeño solapamiento de los intervalos de confianza en la ocurrencia de las colonias, la probabilidad de presencia de chinchilla en base a esta variable muestra diferencias evidentes (Fig. 3). La presencia de rocas ha sido señalada también como lugares apropiados para la colonización de esta especie (Mohlis 1983) y como parte del hábitat apropiado para ella (Rodríguez & Trevizán 1984), proveyendo además de protección contra los depredadores (Tabilo 1992). De este modo, un sitio con presencia de puya y de rocas en la Reserva, aumentaría la probabilidad de ocurrencia de colonias de *Chinchilla laniger*.

La altitud ha sido otra de las variables que se ha considerado para caracterizar las zonas donde existen colonias de chinchilla de cola larga, dado que esta especie se distribuye entre los 400 a los 2500 m.s.n.m (Grau 1974; Mohlis 1983; Jiménez 1990). Nuestros resultados señalan que la altitud es uno de los factores que *C. laniger* selecciona para establecer sus colonias (Fig. 3). Así, la probabilidad de encontrar colonias de esta especie en áreas >1000 m.s.n.m. es mayor respecto de las áreas más bajas dentro de la Reserva. Sin embargo, consideramos que esta variable necesita un mayor estudio, porque la medición de la altitud no se realizó en todas las zonas ocupadas por las colonias de *C. laniger* en la Reserva.

El porcentaje de cobertura vertical es otro factor que *C. laniger* selecciona para la distribución de sus colonias (Fig. 3). Trabajos anteriores han caracterizado la flora y la estructura de la vegetación, estimado el porcentaje de cobertura vegetal tanto en sitios con o sin presencia de *C. laniger* (Rodríguez 1988, Jiménez 1990). También, se han identificado las unidades vegetacionales en sitios con presencia de chinchilla en la Reserva. Sin embargo, la distribución de esta especie no estaría condicionado a un determinado tipo de vegetación en la Reserva (Tabilo 1992), aun así, la vegetación es de importancia tanto para el forrajeo como para la protección de la chinchilla ante depredadores comunes en la Reserva como rapaces y carnívoros (Grau 1974; Mohlis 1978; Valladares *et al.* 2014).

Aunque en el estudio de Rodríguez (1988) no se puede concluir que exista una diferencia clara entre el porcentaje de cobertura entre los sitios con y sin presencia de *C. laniger*, la media de la cobertura en sitios con chinchillas fue de

70.2%, lo cual sugiere que esta especie establecería sus colonias en sitios de elevada cobertura vegetal. La riqueza de plantas, aparentemente no presenta una clara relación con el establecimiento de las colonias, aunque se ha mostrado una asociación positiva con rumpiato *Bridgesia incisifolia* (Bertero Ex Cambess, 1834), pasto rey *Stipa plumosa* (Linneo, 1753) y suculentas como copao *Eulychnia acida* (Philippi, 1864) y gatito *Cumulopuntia ovata* (Ritter, 1980), especies características de laderas con exposición norte, las que exhiben distintas dominancias en los sitios con colonias de este roedor (Jiménez 1990). Por otra parte, los sitios con colonias de *C. laniger*, presentan una matriz heterogénea de especies vegetales, lo que es congruente con sus hábitos alimentarios, puesto que los estudios de dieta han caracterizado a esta especie como generalista y oportunista (Serra 1979; Cortés *et al.* 2002).

Los análisis de selección de recursos por *C. laniger* en la Reserva Nacional Las Chinchillas, demuestran que la presencia de puya, afloramientos rocosos y la cobertura vertical, son las variables que mejor explican la distribución de las colonias de esta especie. Todos los estudios indican que la ocurrencia de Chinchilla en la Reserva pareciera estar fuertemente condicionada por las variables enunciadas: Sin embargo, la presencia de puya sería el elemento más importante para la colonización de un área determinada. Tabilo (1992) planteó la hipótesis que las colonias pueden crecer y expandirse en años buenos y que durante tiempos más duros, las colonias de chinchillas se concentran en áreas de refugio que satisfacen sus necesidades. Sin embargo, el establecimiento de nuevas colonias podría indicar que tienen que alejarse más de las áreas centrales en busca de alimento, con el consiguiente aumento del riesgo de depredación.

Así, la conservación de la chinchilla pasa por asegurar la protección y manejo de la puya, porque tiene una importancia central en los hábitos alimentarios y de refugio de esta especie. Es urgente tomar medidas activas de conservación que incluyan restaurar la vegetación donde existen colonias de chinchillas, aumentar la conectividad y otras medidas para mejorar el hábitat, como construir madrigueras o refugios (sitios con rocas), controlar la presencia de perros y conejos dentro de la reserva. Igualmente se hace necesario diseñar un programa de conservación con los actores sociales fuera de la Reserva, para la gestión sostenible de la R.N. Las Chinchilla y la vida silvestre de la zona.

## AGRADECIMIENTOS

Víctor Bravo-Naranjo agradece a Boris Saavedra, guardaparque de la Reserva Nacional Las Chinchillas, quien colaboró en todas las campañas de trabajo. También a Paula

Martínez y Mario Ortíz, profesionales de CONAF Región de Coquimbo por las facilidades para realizar este estudio en la Reserva. Los autores agradecen al proyecto Sustentabilidad & Sistemas Naturales de Chile central DIDULS (2018-2021) y al proyecto Cambio Climático & Sustentabilidad en Zonas Costeras de Chile (PFUE-RED21992) del Ministerio de Educación de Chile por el apoyo a esta investigación.

## REFERENCIAS

- Boyce, M.S. 2006. Scale for resource selection functions. *Diversity and Distributions* 12: 269-276.
- Boyce, M., McDonald, L. 1999. Relating populations to habitats using resource selection function. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 268-272.
- Boyce, M.S. 2006. Scale for resource selection functions. *Diversity and Distributions* 12: 269-276.
- Boyce, M.S., Turner, M.G., Fryxell, J., Turchin, P. 2003. Scale and heterogeneity in habitat selection by elk in Yellowstone National Park. *Ecoscience* 10: 421-431.
- Burnham, K., Anderson, D.R. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer-Verlag. New York, USA.
- Buskirk, S.W., Millsbaugh, J.J. 2006. Metrics for studies of resource selection. *The Journal of Wildlife Management* 72(2): 358-366.
- Calcagno, V., de Mazancourt, C. 2010. glmulti: An R Package for Easy Automated Model Selection with (Generalized) Linear Models. *Journal of Statistical Software* 34(12): 1-29.
- Ciarniello, L.M., Seip, D.R., Heard, D.C. 2007. Grizzly bear habitat selection is scale dependent. *Ecological Applications* 17: 1424-1440.
- CONAF. 1996. Plan de Manejo Reserva Nacional Las Chinchillas. Documento de Trabajo N° 233. Corporación Nacional Forestal (CONAF). La Serena, Chile.
- Cortés, A., Miranda, E., Jiménez, J.E. 2002. Seasonal food habits of the endangered long-tailed Chinchilla (*Chinchilla lanigera*): the effect of precipitation. *Mammalian biology* 67: 167-175.
- Creel, S., Winnie, J.J., Maxwell, B., Hamlin, K., Creel, M. 2005. Elk alter habitat selection as an antipredator response to wolves. *Ecology* 86: 3387-3397.
- Durán, J.C., Rodríguez, J. 1981. Factores que influyen en la distribución de Chinchilla lanigera en la localidad de Aucó. Informe de avance. Departamento de Silvicultura y Manejo Forestal. Illapel, IV Región.
- EDGE. 2019. Evolutionary Distinct & Globally Endangered program (EDGE). Web EDGE Lists 2019 Update April 2019. [https://www.edgeofexistence.org/mammals/top\\_100.php](https://www.edgeofexistence.org/mammals/top_100.php).
- Ferrari, D.M., Pozzolo, O.R., Ferrari, H.J. 2009. Desarrollo de un software para la estimación de cobertura vegetal. Estación Experimental Agropecuaria INTA. Concepción del Uruguay. Entre Ríos, Argentina.
- Gaillard, J.M., Hebblewhite, M., Loison, A., Fuller, M., Powell, R., Basille, M., Van Moorter, B. 2010. Habitat performance relationships: finding the right metric at a given spatial scale. *Philosophical Transactions of Royal Society of London B. Biological Sciences* 365: 2255-2265.
- Gajardo, R. 1994. *La Vegetación Natural de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Godvik, I.M., Loe, L.E., Vik, J.O., Veiberg, V., Langvtn, R., Mysterud, A. 2009. Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection. *Ecology* 90: 699-710.
- Grau, J. 1974. *La chinchilla: su crianza en cualquier clima*. Ediciones Científicas SRL. Buenos Aires, Argentina.
- IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T4652A117975205. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T4652A22190974.en>. Accessed: August 26, 2022.
- Jaksic, F.M. 2001. Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. *Ecography* 24: 241-250.
- Jiménez, J.E. 1990. Bases biológicas para la conservación y manejo de la chinchilla chilena Silvestre. Proyecto conservación de la chinchilla chilena. Resumen del informe final. Marzo 1987-Febrero 1990. Corporación Nacional Forestal. Illapel, IV región, Chile.
- Jiménez, J.E. 1995. Conservation of the last wild chinchilla (*Chinchilla lanigera*) archipelago: A metapopulation approach. *Vida Silvestre Neotropical* 4(2): 89-97.
- Jiménez, J. E., Yañez, J.L., Tabilo, E.L., Jaksic, F.M. 1996. Niche-complementarity of South American foxes: reanalysis and test of a hypothesis. *Revista Chilena de Historia Natural* 69: 113-123.
- Johnson, C.J., Seip, D.R., Boyce, M.S. 2004. A quantitative approach to conservation planning: using resource selection functions to map the distribution of mountain Caribou at multiple spatial scales. *Journal of Applied Ecology* 41: 238-251.
- Johnson, M.D., Sherry, T.W. 2001. Effects of food availability on the distribution of migratory warblers among habitats in Jamaica. *Journal of Animal Ecology* 70: 546-560.
- Launchbaugh, K.L., Mosley, J.C., Sanders, K.D. 1999. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. Wildlife and Range Experiment Station Moscow, Idaho, EEUU.
- Lele, S.R. 2009. A new method for estimation of resource selection probability function. *The Journal of Wildlife Management* 73: 122-127.
- Leopold, A. 1933. *Game Management*. Charles Scribner's Sons, New York, USA.
- Lesley, B.C., Boyce, M.S. 2009. Use of resource selection functions to identify conservation corridors. *Journal of Applied Ecology* 46: 1036-1047.



- Lima, S.L., Dill, L.M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68: 619-640.
- Mangel, M., Clark, C.W. 1986. Towards a unified foraging theory. *Ecology* 67: 1127-1138.
- Manly, B.F.J., McDonald, L.L., McDonald, D.L., Erickson, W.P. 2002. Resource selection by animals. Second edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. New York, USA.
- Mann, G. 1981. Bases para un plan de manejo y conservación de la Chinchilla lanigera. Corporación Nacional Forestal. Documento interno, Chile.
- McGeachy, D.N. 2014. Population distribution and seasonal resource selection by elk (*Cervus elaphus*) in Central Otario. Thesis. Laurentian University, Sudbury, Ontario, Canadá.
- McLoughlin, P. D., Cluff, H.D., Gau, R.J., Mulders, R., Case, R.L., Messier, F. 2002. Population delineation of barren-ground grizzly bears in the central Canadian Arctic. *Wildlife Society Bulletin* 30: 728-737.
- McLoughlin, P.D., Dunford, J.S., Boutin, S. 2005. Relating predation mortality to broad-scale habitat selection. *Journal of Animal Ecology* 74: 701-707.
- Mlandenoff, D. J., Sickley, T.A., Haight, R.G., Wydeven, A.P. 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the northern great-lakes region. *Conservation Biology* 9: 279-294.
- MMA. 2018. Lista de especies nativas según estado de conservación. Sitio web clasificación de especies silvestres. Ministerio del Medio Ambiente, Chile. <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>
- Mohlis, C. 1978. Preliminary information for the conservation and management of wild chinchilla (*Chinchilla lanigera*) in Chile. Informe Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Mohlis, C. 1983. Información preliminar sobre conservación y manejo de la Chinchilla silvestre en Chile. Boletín técnico 3, Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Nelder, J.A., Wedderburn, R.W. 1972. Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society A* 135: 370-384.
- Nielsen, S.E., Boyce, M.S., Stenhouse, G.B., Munro, R.H. 2002. Modeling grizzly bear habitats in the Yellowhead ecosystem of Alberta: taking autocorrelation seriously. *Ursus* 13: 45-56.
- Pearce, J.J., Boyce, M.S. 2006. Modeling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology* 43: 405-412.
- R Core Team. 2015. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Rachlow, J.L., Bowyer, R.T. 1998. Habitat selection by Dall's sheep (*Ovisd alli*): maternal trade-offs. *Journal of Zoology* (2): 457-465.
- Rodríguez, J.A. 1988. Caracterización de Chinchilla lanigera silvestre y de su ecosistema natural. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Zootecnia. Santiago, Chile.
- Rodríguez, J.A., Trevizan, J. 1984. Evaluación de poblaciones, competencia y hábitat de Chinchilla lanigera y roedores simpátricos, en la Reserva Nacional "Las Chinchillas", Aucó - IV Región. Departamento de Silvicultura y Manejo, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Sawyer, H., Nielson, R.M., Lindzey, F., McDondald, L.L. 2006. Winter habitat selection of mule deer before and during development of a natural gas field. *Journal of Wildlife Management* 70: 396-403.
- Schoener, T. 1971. Theory of feedind strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 369-404.
- Serra, M.T. 1979. Composición botánica y variación estacional de la alimentación de Chinchilla lanigera en condiciones naturales. *Ciencias Forestales (Chile)* 1: 11-18.
- Spotorno, A.E., Zuleta, C., Valladares, P., Deane, A.L., Jiménez, J.E. 2004. Chinchilla laniger. *Mammalian Species*: 1-9.
- Tabilo, E. 1992. Proyecto conservación de la Chinchilla Chilena (*Chinchilla lanigera*), CONAF - WWF-US, 1297. Informe a CONAF. US Fish and Wildlife Service. Habitat Evaluation Procedures, Workbook, Chile.
- Thomas, D.L., Taylor, E.J. 1990. Study designs and tests for comparing resource use and availability. *Journal of Wildlife Management* 54(2): 322-330.
- Thomas, D.L., Taylor, E.J. 2006. Study designs and tests for comparing use and availability II. *Journal of Wildlife Management* 70: 324-336.
- Tryon, W. 2001. Evaluating statistical difference, equivalence, and indeterminacy using inferential confidence intervals: An integrated alternative method of conducting null hypothesis statistical tests. *Psychological Methods* 6(4): 371-386.
- Valladares Faúndez, P., Spotorno Oyarzún, A., Zuleta Ramos, C. 2014. Natural history of the *Chinchilla* genus (Bennett, 1829). Considerations of their ecology, taxonomy and conservation status. *Gayana* 78(2): 135-143.
- Willems, E.P., Hill, R.A. 2009. Predator-specific landscapes of fear and resource distribution: effects on spatial range use. *Ecology* 90(2): 546-555.
- Yáñez, M., Floater, G. 2000. Spatial distribution and habitat preference of the endangered tarantula *Brachypelma klaasi* (Araneae: Theraphosidae) in Mexico. *Biodiversity and Conservation* 9: 795-810.

Received: 08.06.2022

Accepted: 07.10.2022

Editor: Alfredo Saldaña