

TESIS
581.982 74
K.22



Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud

“Evaluación de la biodiversidad vegetal, parámetros ecológicos y herpetofauna en el centro-norte de la provincia del Chubut”



Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctora en Ciencias Biológicas

Autora: Lic. María Rosa Klagges

Directores: Dr. José Alejandro Scolaro y Dra. Mabel Sandra Feijóo

Lugar de trabajo: IDEAus, CCT-CENPAT, CONICET, Puerto Madryn, Chubut,
Argentina, C.P. 9120

- 2022 -

TESIS
581.982 74
K.22
C52133

DO-CO-CA: Kloogers, Maria Rosa

FECHA: Abril 2023

SIG. TOP.: TESIS 581.98274 / K-22

Nº INV.: C 5 21 3 3

¹ Foto de tapa: *Maihueniopsis darwinii* (Hensl.) F. Ritter

Dedicada a

Diego y Emilio, sus genuinos creadores

La memoria de Marta y Pepa

Índice

Índice.....	3
Índice de figuras	6
Índice de Tablas	9
Resumen	13
Summary	15
Capítulo 1. Introducción general, objetivos y estructura de la Tesis	17
1.1 Introducción general.....	17
1.1.1 Importancia de la biodiversidad específica.....	18
1.1.2 Caracterización de los ecosistemas patagónicos.....	19
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo general.....	21
1.2.2 Objetivos específicos	22
1.3 Metodología	22
1.3.1 Área de estudio.....	22
1.3.2 Recolección de datos.....	26
1.3.3 Soporte tecnológico	28
1.3.4 Análisis de la información	28
1.4 Estructura general de la tesis	30
Capítulo 2. Las comunidades vegetales del centro-norte de Chubut.....	31
2.1 Introducción.....	31
2.2 Objetivos	32
2.3 Metodología	33
2.3.1 Estudio cuantitativo de las comunidades vegetales	33
2.3.2 Análisis de datos. Índice de Shannon y número efectivo de especies	34
2.4 Resultados	36
2.4.1 Descripción y análisis de las comunidades vegetales	37
2.4.1.1 Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	37
2.4.1.2 Matorral abierto halofítico	42
2.4.1.3 Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	46
2.4.1.4 Estepa arbustiva baja	50
2.4.1.5 Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	54
2.4.1.6 Estepa arbustiva de baja cobertura	58

2.4.1.7 Estepa arbustiva serrana.....	62
2.4.1.8 Estepa subarbustiva baja cobertura	66
2.4.1.9 Estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp.	70
2.4.1.10 Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	74
2.5 Análisis sintético de las comunidades vegetales	78
2.6 Discusión.....	79
Capítulo 3. Situación ambiental de la zona de estudio	83
3.1 Introducción.....	83
3.2 Objetivo	88
3.3 Materiales y métodos	88
3.4 Resultados	90
3.4.1 Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	90
3.4.2 Estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp.	92
3.4.3 Estepa subarbustiva baja cobertura.....	94
3.4.4 Estepa arbustiva baja	96
3.4.5 Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	97
3.5 Discusión.....	99
Capítulo 4. Origen (estatus) de las especies de plantas vasculares presentes en el centro-norte de Chubut y categorías de su estado de conservación	101
4.1 Introducción.....	101
4.2 Objetivos	102
4.3 Metodología	103
4.4 Resultados	103
4.5 Discusión.....	107
Capítulo 5. La herpetofauna herbívora del centro-norte de Chubut.....	109
5.1 Introducción.....	109
5.2 Objetivo	112
5.3 Metodología	112
5.4 Resultados	113
5.4.1 Individuos por prospección	113
5.4.2 Descripción de los ambientes de la herpetofauna herbívora	117
5.5 Discusión.....	121
Conclusiones generales.....	124
Bibliografía.....	127
Agradecimientos	143

Apéndices..... 144

1. Inventario de la flora relevada en el centro-norte de Chubut 144
2. Coordenadas de la ubicación de las transectas 150
3. Resultados estadísticos pruebas *t-test* 159
4. Trabajos publicados 163

400282



61060

Índice de figuras

Figura 1.1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	23
Figura 1.2. Precipitación anual.....	24
Figura 1.3. Dispositivo digital	27
Figura 1.4. Utilización del reloj inteligente	29
Figura 1.5. Captura de pantalla de la base de datos	30
Figura 2.1. Número de especies	36
Figura 2.2. Localización de estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	38
Figura 2.3. Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	39
Figura 2.4. Clasificación de especies	39
Figura 2.5. Localización de comunidades de matorral abierto halofítico.....	42
Figura 2.6. Matorral abierto halofítico.....	43
Figura 2.7. Matorral abierto halofítico clasificación de especies.....	43
Figura 2.8. Localización de comunidades estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	46
Figura 2.9. Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	47
Figura 2.10. Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i> clasificación de especies	47
Figura 2.11. Localización de comunidades estepa arbustiva baja.....	50
Figura 2.12. Estepa arbustiva baja.....	51
Figura 2.13. Estepa arbustiva baja clasificación de especies.....	51
Figura 2.14. Localización de comunidades estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	54
Figura 2.15. Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	55
Figura 2.16. Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i> clasificación de especies.....	55
Figura 2.17. Localización de comunidades estepa arbustiva de baja cobertura	58
Figura 2.18. Estepa arbustiva de baja cobertura	59
Figura 2.19. Estepa arbustiva de baja cobertura clasificación de especies	60
Figura 2.20. Localización de comunidades estepa arbustiva serrana.....	62

Figura 2.21. Estepa arbustiva serrana.....	63
Figura 2.22. Estepa arbustiva serrana clasificación de especies.....	63
Figura 2.23. Localización de comunidades estepa subarbustiva baja cobertura	66
Figura 2.24. Estepa subarbustiva baja cobertura	67
Figura 2.25. Estepa subarbustiva baja cobertura clasificación de especies	67
Figura 2.26. Localización de comunidades estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp.....	70
Figura 2.27. Estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp.....	71
Figura 2.28. Estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp. clasificación de especies	71
Figura 2.29. Localización de las comunidades estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	74
Figura 2.30. Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	75
Figura 3.1. Montículos formados en la base de las plantas en la zona de Telsen, constituidos por el efecto de la erosión eólica	86
Figura 3.2. Pavimento desértico y plantas ramoneadas en la zona de Paso de Indios.	87
Figura 3.3. Pavimento desértico de gran extensión en la zona de Mártires.....	87
Figura 3.4. Coberturas medias en primaveras 2015-2016	91
Figura 3.5. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp.	93
Figura 3.6. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa subarbustiva baja cobertura.....	95
Figura 3.7. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva baja.	97
Figura 3.8. Coberturas medias en veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	99
Figura 3.9. Mantillo medio en verano 2016 y 2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	99
Figura 4.1. Composición de la cobertura (%) por estatus de las especies de plantas vasculares para el centro-norte de Chubut.	104

Figura 5.1. Localización de herpetofauna. Tres de las transectas son identificadas para ejemplificación.....	114
Figura 5.2. Ejemplar de matuasto <i>Leiosaurus bellii</i> . Transecta CP2 T23.....	114
Figura 5.3. Ejemplar de <i>Liolaemus canqueli</i> juvenil.....	115
Figura 5.4. Ejemplar de <i>Liolaemus canqueli</i>	118

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Especies determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	40
Tabla 2.2. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	40
Tabla 2.3. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	41
Tabla 2.4. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	41
Tabla 2.5. Especies determinadas en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.	44
Tabla 2.6. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.	44
Tabla 2.7. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.	45
Tabla 2.8. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.	45
Tabla 2.9. Especies determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanae</i>	48
Tabla 2.10. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanae</i>	48
Tabla 2.11. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanae</i>	49
Tabla 2.12. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanae</i>	49
Tabla 2.13. Especies determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja..	52
Tabla 2.14. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja	52
Tabla 2.15. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja.	53
Tabla 2.16. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja.....	53

Tabla 2.17. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i> ..	56
Tabla 2.18. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	56
Tabla 2.19. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	57
Tabla 2.20. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	57
Tabla 2.21. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura. ..	60
Tabla 2.22. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.....	61
Tabla 2.23. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.....	61
Tabla 2.24. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.....	61
Tabla 2.25. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.....	64
Tabla 2.26. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana. ..	64
Tabla 2.27. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.....	65
Tabla 2.28. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.....	65
Tabla 2.29. Especies en la comunidad vegetal Estepa subarbustiva baja cobertura. .	68
Tabla 2.30. Familias en la comunidad vegetal Estepa subarbustiva baja cobertura. ..	68
Tabla 2.31. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa subarbustiva baja cobertura.....	69
Tabla 2.32. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa subarbustiva baja cobertura.....	69
Tabla 2.33. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de <i>Pappostipa</i> sp.....	72
Tabla 2.34. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de <i>Pappostipa</i> sp.....	72
Tabla 2.35. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de <i>Pappostipa</i> sp.....	73

Tabla 2.36. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de <i>Pappostipa</i> sp.....	73
Tabla 2.37. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	76
Tabla 2.38. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	76
Tabla 2.39. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	77
Tabla 2.40. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	77
Tabla 2.41. Resumen de indicadores promedio por comunidad vegetal.....	78
Tabla 2.42. Nomenclatura de las unidades de vegetación y número de censos realizados para las comunidades vegetales.....	79
Tabla 3.1. Especies indicadores de degradación y recuperación por comunidad. (Soriano y Paruelo, 1990).....	86
Tabla 3.2. Comunidades y cantidad de censos agrupados por año y temporada.....	89
Tabla 3.6. Indicadores de degradación en la comunidad Estepa arbustiva baja.....	96
Tabla 3.7. Indicadores de degradación en la comunidad Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	98
Tabla 4.1. Lista de plantas incluidas en UICN, PlanEAR y CITES.....	104
Tabla 4.2. Procedencia de las especies introducidas.....	107
Tabla 5.1. Herpetofauna determinada para el área de estudio.....	116
Tabla 5.2. Comunidades vegetales en la zona habitada por <i>Phymaturus patagonicus</i> , <i>P. felixi</i> y <i>P. katenke</i>	118
Tabla 5.3. Ranking de especies en censos de cobertura inferior al 20%, área de <i>Phymaturus patagonicus</i> , <i>P. felixi</i> y <i>P. katenke</i>	119
Tabla 5.4. Comunidades vegetales en región habitada por <i>Phymaturus somuncurensis</i> y <i>P. camilae</i>	119
Tabla 5.5. Ranking de especies en censos de cobertura inferior al 20%, área de <i>Phymaturus somuncurensis</i> y <i>P. camilae</i>	120
Tabla 5.6. Comunidades vegetales en región habitada por <i>Phymaturus calcogaster</i>	120

Tabla 5.7. Ranking de especies en censos de cobertura inferior al 20%, área
Phymaturus calcogaster. 121

Resumen

Las estepas y los semidesiertos patagónicos ocupan la mayor parte de las llanuras, mesetas y serranías del extremo sur del continente americano, cubriendo un área superior a los 800.000 km². En todas las subregiones de la estepa patagónica, la vegetación presenta una gran heterogeneidad tanto fisonómica como florística, albergando una gran variedad de estepas arbustivas y gramíneas. Pueden observarse principalmente matorrales achaparrados adaptados a las condiciones de aridez, bajas temperaturas y fuertes vientos. Muchos arbustos son bajos, espinosos o de hojas reducidas. En menor proporción asoman las estepas herbáceas de pastos xerófilos. Tal multiplicidad refleja las restricciones que imponen las características climáticas y edáficas generándose así endemismos característicos. La importancia de la vegetación radica en que crea un elemento clave en cualquier ecosistema terrestre, ya que ampara a todos los demás componentes de la biodiversidad y genera y mantiene condiciones ambientales propicias para la subsistencia de otras especies biológicas. Uno de los principales problemas socio ambientales que padece el centro-norte de Chubut es el avance de la desertificación. Como consecuencia del uso excesivo de los suelos y la combinación de diversos eventos climáticos, se ha observado una reducción en la cobertura vegetal en las últimas décadas. Se realizaron un total de cuatrocientos censos durante las primaveras y veranos de los años 2015/2017 en cuatro departamentos del centro-norte de Chubut. Los sitios de muestreo para establecer las transectas fueron distribuidos cada 5 u 8 km, según la longitud de la ruta provincial. Se utilizaron aplicaciones digitales y tecnologías móviles para los censos, lo que permitió que se consolide una base de datos con 40.000 puntos de información. Para censar la vegetación, se utilizó un método expeditivo que se basa en registrar, a lo largo de una transecta lineal horizontal, la cantidad de veces que una aguja contacta con las distintas especies de plantas. Asimismo se realizó una prospección para intentar relevar las lagartijas herbívoras del género *Phymaturus*. Se identificaron 10 comunidades vegetales, principalmente estepas arbustivas, y si bien en general la biodiversidad vegetal fue baja, la comunidad “estepa arbustiva de baja cobertura” fue la que presentó el valor más alto. Al analizar los distintos parámetros ecológicos, se observó que el promedio de cobertura vegetal es escaso, lo que corrobora un alto grado de deterioro para la zona. También se observó un alto porcentaje de suelo desnudo, posiblemente vinculado a la degradación por erosión hídrica y eólica y manifestada en distintas escalas, desde pequeños parches de suelo descubierto hasta cuencas de deflación. Igualmente, para la broza o mantillo, se

observaron valores bajos para todas las comunidades, lo cual también es un indicador del daño ambiental. Las principales familias dominantes para todas las comunidades fueron Asteraceae y Poaceae, lo que es consecuente con otros estudios, en los que estas familias también fueron las mejor representadas en toda la Patagonia austral. Al considerarse el origen de la vegetación (estatus), se destaca la elevada representatividad de las especies nativas por sobre las introducidas. Al mismo tiempo, es mayor la proporción de especies introducidas con forma de vida anual que perenne y cuyo origen es principalmente europeo. Con respecto a las especies protegidas, sólo se registraron taxones de la familia Cactácea, Ephedraceae y Nyctaginaceae dentro de la categoría "preocupación menor" de la UICN. El resto de las especies se enmarcan en la categoría de "datos insuficientes". En cuanto a la herpetofauna, se realizaron estudios visuales durante el desarrollo de los censos de la vegetación. Para esto se elaboró un listado de lagartijas presentes en la zona de estudio y sus mapas de distribución. Lamentablemente, los resultados de esta parte del estudio no pudieron verificarse en su conjunto. Una de las razones se vincula con el hecho de que hubo días en los que se realizaron los muestreos con mucha nubosidad, viento y temperaturas poco adecuadas para los patrones de actividad diaria de las lagartijas. Esta tesis resume una muy amplia exploración del territorio y constituye un inventario de la composición florística y hábitos, asociados a las distintas comunidades vegetales del centro-norte de Chubut. Estos resultados ponen de manifiesto que tanto la biodiversidad vegetal como los distintos parámetros ecológicos muestran un declive en el área de estudio. Asimismo, no han sido indiferentes a los sucesos relacionados con el clima, la erosión y las diferentes acciones antrópicas que se mantienen desde hace tiempo.

Summary

The Patagonian steppes and semi-deserts occupy most of the plains, plateaus, and mountain ranges of the extreme south of the American continent, covering an area greater than 800,000 km². In all the subregions of the Patagonian steppe, the vegetation presents a great heterogeneity, both physiognomic and floristic, hosting a great variety of shrub and grainy steppes. You can mainly see stunted bushes adapted to arid conditions, low temperatures, and strong winds. Many shrubs are low, thorny, or short-leaved. To a lesser extent, the herbaceous steppes of xerophilous grasses appear. Such multiplicity reflects the restrictions imposed by climatic and edaphic characteristics, thus generating characteristic endemism. The importance of vegetation lies in the fact that it creates a key element in any terrestrial ecosystem since it protects all the other components of biodiversity and generates and maintains environmental conditions conducive to the subsistence of other biological species. One of the main socio-environmental problems that north-central Chubut suffers from is the advance of desertification. As a consequence of the excessive use of soils and the combination of various climatic events, a reduction in vegetation cover has been observed in recent decades. A total of four-hundred censuses were carried out during the springs and summers of the years 2015/2017 in four departments of the north-central part of Chubut. The sampling sites to establish the transects were distributed every 8 or 5 km, depending on the length of the provincial route. Digital applications and mobile technologies were used for the censuses, which allowed a database with 40,000 information points to be consolidated. To survey the vegetation, an expeditious method was used that is based on recording, along a horizontal linear transect, the number of times that a needle contacts the different plant species. Likewise, a survey was carried out to try to relieve the herbivorous lizards of the genus *Phymaturus*. 10 plant communities were identified, mainly shrub steppes, and although plant biodiversity was generally low, the "shrub-steppe with low coverage" community was the one that presented the highest value. When analyzing the different ecological parameters, it was observed that the average vegetation cover is scarce, which corroborates a high degree of deterioration for the area. A high percentage of bare soil was also observed, possibly linked to degradation by water and wind erosion and manifested at different scales, from small patches of bare soil to deflation basins. Similarly, for weeds or mulch, low values were observed for all communities, which is also an indicator of environmental damage. The main dominant families for all the communities were Asteraceae and Poaceae, which is consistent with other studies, in which these

families were also the best represented throughout southern Patagonia. When considering the origin of the vegetation (status), the high representativeness of the native species stands out over the introduced ones. At the same time, the proportion of introduced species with annual rather than perennial life forms and whose origin is mainly European is higher. About protected species, only taxa of the Cactaceae, Ephedraceae and Nyctaginaceae, families were registered within the IUCN "Least Concern" category. The rest of the species fall into the category of "insufficient data". Regarding the herpetofauna, visual studies were carried out during the development of the vegetation surveys. For this, a list of lizards present in the study area and their distribution maps were drawn up. Unfortunately, the results of this part of the study could not be verified as a whole. One of the reasons is related to the fact that there were days in which the samplings were carried out with a lot of cloud cover, wind, and temperatures that were not suitable for the daily activity patterns of the lizards. This thesis summarizes a very broad exploration of the territory and constitutes an inventory of the floristic composition and habits associated with the different plant communities of the north-central region of Chubut. These results show that both the plant biodiversity and the different ecological parameters show a decline in the study area. Likewise, they have not been indifferent to events related to climate, erosion, and the different anthropic actions that have been going on for a long time.

Capítulo 1. Introducción general, objetivos y estructura de la Tesis

1.1 Introducción general

Las tierras áridas y semiáridas ocupan el 41% de la superficie terrestre mundial (MEA, 2005) y, en América Latina son el hogar de más de 80 millones de personas (Portilla *et al.*, 2014). Incluyen a todas las zonas terrestres donde la escasez de agua restringe la producción de cultivos, forraje, madera y otros servicios ecosistémicos de aprovisionamiento (MEA, 2005). De la superficie total que ocupan, existe un área de 33 millones de km² sujeta a procesos de desertificación, en donde las personas que la habitan, poseen medios de vida que se sustentan del pastoreo extensivo de la vegetación natural (Asner *et al.*, 2004; Smith y Huigen, 2009). Asimismo, las regiones áridas se caracterizan principalmente por poseer una baja y muy variable productividad, dependiente de las precipitaciones y de la disponibilidad de nutrientes (Noy-Meir, 1973). La biomasa vegetal es removida por la erosión física en estas zonas, donde hay además, una baja eficiencia en la utilización de la producción vegetal por parte de los herbívoros (Marquet y Jaksic, 1998). Conjuntamente, las precipitaciones son tan escasas que se convierten en el factor dominante que controla los procesos biológicos. Estas precipitaciones son muy variables a lo largo de los años y ocurren en eventos discretos (Noy-Meir, 1973).

En Argentina, las regiones áridas ocupan el 43% de su territorio (Burkart, 2005), siendo las estepas patagónicas, las que se extienden por la mayor parte de las llanuras, mesetas y serranías del extremo sur del continente americano. Tal es así, que cubren un área superior a los 800.000 km² (Paruelo *et al.*, 2005). Incluye a dos ecorregiones: la estepa arbustiva del monte (Morello *et al.*, 2012) y la estepa patagónica (Morello *et al.*, 2012). La primera se halla únicamente representada en Argentina, mientras que, la estepa patagónica, ocupa también una porción de Chile (Burkart *et al.*, 1999; Morello *et al.*, 2012).

La estepa patagónica abarca desde los 39° de Latitud Sur, al sudoeste de Mendoza, oeste de Neuquén y Río Negro, Chubut, Santa Cruz y el norte de Tierra del Fuego, islas Malvinas e islas del Atlántico Sur, hasta los 55° de Longitud Oeste (Morello *et al.*, 2012). Geológicamente, exhibe mesetas escalonadas hacia el este, montañas y colinas erosionadas, dunas, acantilados costeros, playas costeras y los valles de los ríos Chubut, Deseado, Chico, Santa Cruz y Coyle (León *et al.*, 1998; Paruelo *et al.*, 2005; Morello *et al.*, 2012). La Cordillera de los Andes ejerce una gran influencia en la

determinación del clima estepario, donde las temperaturas medias anuales varían entre los 3° y 12°C. Este cordón andino constituye una barrera para las masas de aire húmedo provenientes del Océano Pacífico, lo que crea un gradiente de precipitaciones, que decrece de oeste a este, desde los 600 a los 120 mm anuales. Entre tanto, la escasa precipitación y su distribución invernal, establecen un fuerte déficit hídrico estival (Paruelo *et al.*, 1998; 2000; 2005). En este contexto climático el deterioro de los recursos como el agua, el suelo y la vegetación, asociado al fenómeno de desertificación, modifica la capacidad del ecosistema para proveer servicios ecológicos (Paruelo y Aguiar, 2003). Existe además, una elevada variabilidad climática interanual en estas zonas, que se vincula estrechamente con la sequía, un fenómeno originado naturalmente y muy frecuente en tales entornos (Gaitán *et al.*, 2014).

Ahora bien, la gravedad y duración de las sequías aumentarán como consecuencia del cambio climático global (CCG; Dai, 2013), generándose nuevos escenarios que afectarán negativamente la sustentabilidad de estos ecosistemas y también la de los medios de vida de centenares de hogares (Gaitán *et al.*, 2014). En Argentina se proyecta para las próximas décadas, un calentamiento general en el rango de 0,5 -1,0 °C (Barros *et al.*, 2015). Este incremento de temperatura generará olas de calor, precipitaciones extremas y vientos destructivos (Barros *et al.*, 2015; IPCC, 2021). Estas consecuencias, sumadas a los conflictos de uso de la tierra (*e.g.*, extracción de petróleo, desarrollo de la minería, aumento del pastoreo como consecuencia de la expansión de la ganadería), representan situaciones impulsoras del deterioro de la vegetación nativa y de los suelos (Viglizzo y Jobbágy, 2010). Frente a este deterioro, resulta necesario monitorear a la biodiversidad en su totalidad, no sólo por su valor intrínseco, sino también, por su importancia como sostén del funcionamiento de los ecosistemas (Oberhuber *et al.*, 2010).

Cuando se habla de biodiversidad, se hace referencia al conjunto de todos los seres vivos que habitan e interactúan en el planeta (Altieri, 1999). Está compuesta tanto por los organismos vivos como por los ecosistemas y las relaciones que establecen entre sí (Oberhuber *et al.*, 2010). Si bien se han hecho ingentes esfuerzos por conocer completamente a la biodiversidad existente a nivel mundial (Arbeláez-Cortés, 2013), aún se tiene un entendimiento insuficiente de ésta (Oberhuber *et al.*, 2010).

1.1.1 Importancia de la biodiversidad específica

La biodiversidad de especies es valiosa en los ecosistemas naturales, dado que crea procesos ecológicos que mantienen el equilibrio y la estabilidad tanto de los ecosistemas como de la atmósfera terrestre (Franklin, 1993). También, suministra

numerosos servicios ecológicos, además de los vinculados a la provisión de alimentos, fibras y combustibles. Algunos de estos son: el reciclado de nutrientes, la regulación de procesos hidrológicos o el control de la erosión (Viglizzo y Jobbágy, 2010). La biodiversidad es un bien común, por lo cual, su administración debe realizarse con criterios ecológicos que integren la variable social a la variable ambiental (Boggiano y Berretta, 2006). Poseer conocimiento de la biodiversidad de especies cobra importancia cuando se procura analizar el impacto de las decisiones de manejo sobre la conservación de un área en particular, como por ejemplo la recuperación de áreas degradadas (Perovic *et al.*, 2008).

La pérdida de biodiversidad es una problemática que amenaza a la humanidad y que no está debidamente cuantificada. Aún faltan estudios que puedan caracterizar y resumir sus componentes, especialmente, los considerados significativos para la prestación de servicios (Safriel *et al.*, 2005; Díaz *et al.*, 2006). Las regiones áridas de Argentina sufren una elevada degradación, que trae como consecuencia una pérdida de biodiversidad debido al uso intensivo de los recursos naturales (Campos *et al.*, 2013). En la Patagonia, las principales actividades económicas que se vinculan con este uso intensivo son: la ganadería ovina y la explotación petrolera. Ambas actividades generan cambios en la vegetación y en los suelos (Paruelo y Aguiar, 2003). La primera consiste en el pastoreo selectivo por parte de animales confinados dentro de un alambrado, que los obliga a pastorear siempre las mismas especies. En este caso, el suelo queda descubierto y aumenta la probabilidad de erosión eólica y/o hídrica. En la actividad petrolera, el tráfico de maquinarias promueve la desaparición de la cubierta vegetal y cambios en el suelo, tales como la compactación y la erosión (Paruelo y Aguiar, 2003). Sin embargo, fue el sobrepastoreo ovino el principal causante del progresivo proceso de desertificación en la Patagonia (Soriano y Movia, 1986) y su impacto sobre la biodiversidad es muy difícil de evaluar (McIntyre *et al.*, 2003).

1.1.2 Caracterización de los ecosistemas patagónicos

La vegetación patagónica presenta una gran heterogeneidad tanto fisonómica como florística y alberga una gran variedad de estepas arbustivas y gramíneas (Paruelo *et al.*, 2005). Pueden observarse principalmente matorrales achaparrados adaptados a las condiciones de aridez, bajas temperaturas y fuertes vientos. Muchos arbustos son bajos, espinosos o de hojas reducidas. En menor proporción se presentan las estepas herbáceas de pastos xerófilos. Tal multiplicidad refleja las restricciones que imponen las características climáticas y edáficas generándose así endemismos característicos

(Paruelo *et al.*, 2005; Morello *et al.*, 2012; Morrone, 2014; Oyarzabal *et al.*, 2018). Al mismo tiempo, se crean comunidades vegetales que generan y mantienen condiciones ambientales propicias para la subsistencia de otras especies biológicas (Perovic *et al.*, 2008; Oberhuber *et al.*, 2010). En cuanto a la fauna de vertebrados, los reptiles son el grupo con mayor presencia de endemismos en esta región, y son los géneros *Liolaemus* y *Phymaturus* los que poseen mayor diversidad (Abdala y Quinteros, 2014). Ahora bien, la información sobre la conservación y ecología de reptiles es escasa pero, teniendo en cuenta que muchas especies poseen una distribución restringida, deben ser consideradas sumamente vulnerables a la degradación ambiental (Paruelo *et al.*, 2005).

Asimismo, en los últimos años se ha comprobado que la preservación de la biodiversidad vegetal es fundamental para detener los efectos perjudiciales del CCG y la desertificación en las regiones áridas (Maestre *et al.*, 2012). La riqueza de especies vegetales está directamente relacionada con la estabilidad de los ecosistemas, sobre todo, frente a perturbaciones como las sequías o cambios en el uso de la tierra (McNaughton, 1977). A su vez, el funcionamiento de estos ecosistemas se relaciona también con la temperatura promedio anual. Los modelos de CCG predicen un aumento en la temperatura promedio anual de 4°C (Gaitán *et al.*, 2014; Barros, 2015). Ese incremento reduciría la capacidad de los ecosistemas para realizar múltiples funciones relacionadas con los ciclos biogeoquímicos (Reynolds *et al.*, 2002). La biodiversidad vegetal podría ser esencial para mantener tales ciclos a la vez que promovería una resistencia contra la desertificación al mantener la fertilidad de los suelos (Maestre *et al.*, 2012; Gaitán *et al.*, 2014). La estabilidad de los ecosistemas de zonas áridas depende entonces directamente de la conservación de la biodiversidad de especies tanto vegetales como animales, pues la optimización de tales índices, maximiza el funcionamiento sostenido del sistema (McNaughton, 1977; Schwartz *et al.*, 2000; Hector *et al.*, 2001). Existen dificultades para comprender la relación entre la pérdida de biodiversidad vegetal con la extensión de la degradación ambiental. Estas dificultades podrían subsanarse si se realizaran más investigaciones que evalúen la biodiversidad vegetal y los parámetros ecológicos de las comunidades vegetales asociadas a las zonas áridas (EU Monitor, 2006; Davies *et al.*, 2012).

Ahora bien, uno de los principales problemas socio ambientales que padece la estepa patagónica es el avance de la desertificación (Del Valle *et al.*, 1998). Los indicios del proceso de degradación de la tierra, como consecuencia del pastoreo ovino extensivo por más de un siglo (Andrade, 2002) se detectaron de forma temprana (Mazzonia y Vazquez, 2009). Los primeros cambios en el ecosistema se hicieron evidentes en la composición florística y en la cobertura vegetal. Tal es así que, desde el año 1990, se

utilizan indicadores físicos y biológicos que complementan la información proveniente de imágenes satelitales para estimar y evaluar cuál es el nivel de deterioro (Soriano y Paruelo, 1990; Abraham, 2002; Mazzonia y Vazquez, 2009). Los indicadores tienen gran importancia ya que exponen la magnitud de las modificaciones sufridas por la vegetación. Entre ellos se puede mencionar a indicadores generales como por ejemplo, la cobertura de broza, cobertura total de vegetación, presencia de especies propias de ambientes xéricos, entre las más utilizadas (Soriano y Paruelo, 1990).

Adquirir conocimiento sobre el estado de estos indicadores y de la biodiversidad es de gran importancia en zonas de baja densidad poblacional, ya que esto permite proteger su ambiente. Hay que considerar que los sistemas territoriales fueron establecidos de manera natural y es la sociedad, la que debe procurar que los cambios realizados sobre su hábitat no sean irreversibles. De esta manera, se podrá mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales de los que se hace uso (Madariaga, 2012). La evaluación de la biodiversidad de las regiones áridas demanda el desarrollo de sistemas permanentes de observación terrestre, que operen con instrumentos científicos sólidos (Davies *et al.*, 2012). Considerando la particularidad de la biodiversidad patagónica, que se encuentra considerablemente perjudicada por las actividades antrópicas, el conocimiento que se tiene de esta, aún es insuficiente y fragmentario (Paruelo *et al.* 2005; Breitman *et al.* 2014). El centro-norte de la provincia del Chubut se localiza en una zona árida, que no escapa a esta situación. Por ello, en esta tesis se analizó tanto la biodiversidad vegetal como los parámetros ecológicos e indicadores biológicos a nivel comunitario, en sitios ubicados en los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires. A su vez, se realizó una exploración para poder registrar lagartijas herbívoras propias de la zona, a sabiendas de que la herpetofauna es susceptible y vulnerable ante procesos de degradación (Gibbons *et al.*, 2000).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Describir y analizar la vegetación de los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires, ubicados en el centro-norte de la provincia del Chubut y registrar las lagartijas herbívoras asociadas a la vegetación.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar las unidades de vegetación sobre las que se encuentra la zona de estudio.
- ✓ Determinar la composición florística de la zona de estudio.
- ✓ Estimar la biodiversidad vegetal de las distintas comunidades vegetales.
- ✓ Analizar las comunidades vegetales detectadas, mediante el cálculo de los siguientes parámetros ecológicos: cobertura vegetal viva, material vegetal muerto, porcentaje de suelo desnudo, mantillo, porcentaje de tipos biológicos, porcentaje de familias botánicas, porcentaje de formas de vida.
- ✓ Identificar las especies nativas, las exóticas y las endémicas.
- ✓ Documentar el estado de conservación de la flora presente en la zona de estudio.
- ✓ Sintetizar una lista de indicadores biológicos sobre el estado de conservación del área.
- ✓ Identificar y documentar la herpetofauna herbívora distribuida en el área de estudio asociada a la vegetación.

1.3 Metodología

1.3.1 Área de estudio

El área de estudio abarca una fracción de 90.000 km² del centro-norte de la provincia de Chubut, desde los 42° S hasta los 44° S. En esta superficie quedan comprendidos los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires (Fig. 1.1) situados en la sub-región central de la ecorregión estepa patagónica (Morello *et al.*, 2012) y una pequeña porción de la sub-región austral de la ecorregión de monte de llanuras y mesetas (Morello *et al.*, 2012). El clima se presenta frío, ventoso y seco, exhibiendo las características típicas de un semidesierto (Morello *et al.*, 2012). La precipitación anual es generalmente inferior a los 200 mm y se distribuye fundamentalmente en el período otoño/invierno (Beeskow *et al.*, 1987). Es importante destacar que las lluvias en el centro-norte de Chubut han sido bajas por más de 20 años (Colombani, 2018). Sin embargo, los últimos registros del INTA muestran un incremento en el lapso de los años 2015-2017 (Colombani, 2018; Fig. 1.2).

El índice de aridez (relación entre precipitación media anual y evapotranspiración potencial) oscila entre 0.46 y 0.11 (Paruelo *et al.*, 1998), lo que clasifica al clima principalmente como árido (Le Houérou, 1996). El elemento climático dominante lo constituyen los vientos del Oeste (Morello *et al.*, 2012). Estos adquieren una velocidad media mensual de 9 m/seg a comienzos del verano, con ráfagas importantes que pueden superar los 120 km/h. Las temperaturas medias anuales varían entre los 8 y 14 °C (Morello *et al.*, 2012).



Figura 1.1. Ubicación geográfica del área de estudio. Se muestran la distribución de las transectas (en rojo, su ubicación) y las rutas recorridas.



Figura 1.2. Precipitación anual (mm) registrada para la zona de Paso de Indios (arriba) y para la zona de Telsen (abajo) durante el período 2000-2018. Gráficos obtenidos de Colombani (2018).

En este área se presentan unidades de paisaje que van desde planicies rodeadas de serranías e interrumpidas por depresiones con fondos de lagunas temporarias, hasta paisajes serranos de laderas suaves con afloramientos rocosos de laderas abruptas (Beeskow *et al.*, 1987). Es así que se pueden reconocer 6 grandes unidades de paisaje, distribuidas de manera muy heterogénea: Colinas y Planicies Rocosas; Mesetas Basálticas; Sierras y Colinas; Bajos, Depresiones y Salinas; Planicie Mesetiforme y Relieve Sedimentario Ondulado (Díaz *et al.*, 2011).

En esta zona, la reducida disponibilidad de agua en el suelo, aparece como el factor limitante tanto para la vegetación como para la formación del suelo propiamente dicho. En este sentido, se observan suelos principalmente del orden Aridisoles y en algunos casos, Entisoles (Panigatti, 2010; Pereyra y Bouza, 2019). En la mayoría de los Aridisoles patagónicos, los fundamentales procesos pedogénicos son: iluviación, calcificación, salinización y procesos redox. Por otro lado, los primordiales procesos morfogenéticos son la erosión y la acumulación, o sea, las pérdidas y las adiciones (Pereyra y Bouza, 2019).

En cuanto al ambiente natural, predominan las estepas arbustivo-graminosas y, en los entornos basálticos, las estepas arbustivas (León *et al.*, 1998; Oyarzabal *et al.*, 2018).

Entre las especies nativas se destacan los arbustos como el charcao (*Senecio filaginoides* DC.), el tomillo (*Acantholippia seriphioides* (A. Gray) Moldenke), michay (*Berberis microphylla* G. Forst.), el nardofilo (*Nardophyllum bryoides* (Lam.) Cabrera), entre otros. Y entre las hierbas aparecen principalmente el coirón amargo (*Pappostipa speciosa* (Trin. & Rupr.) Romasch.), el coirón llama (*Pappostipa humilis* (Cav.) Romasch.), el llantén (*Plantago patagonica* Jacq.) y la pata de perdiz (*Hoffmannseggia trifoliata* Cav.).

En cuanto a la fauna, los reptiles son los que presentan el mayor número de endemismos y se pueden citar a las lagartijas de los géneros *Liolaemus* spp, *Phymaturus* spp, *Diplolaemus* spp y a la víbora yarará ñata (*Bothrops ammodytoides* Leybold;Morello *et al.*, 2012). Entre las aves se puede citar al choique (*Rhea pennata* D'Orbigny) y la martineta (*Eudromia elegans* Saint-Hilaire). Los mamíferos más comunes son por ejemplo: el guanaco (*Lama guanicoe*, Müller), el puma (*Puma concolor*, Linnaeus), el zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*, Molina) y la mara patagónica (*Dolichotis patagonum*, Zimmerman;Morello *et al.*, 2012).

En los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires, se encuentran localidades y parajes que constituyen la Comarca de la Meseta Central de Chubut, una subregión de la provincia creada por ley en el año 2005 (ley provincial 5453). Además, se localiza una unidad ambiental derivada de la Meseta de Somuncurá, con sus altiplanicies y llanos particulares (Méndez, 2009). En poblados como por ejemplo Lagunita Salada y El Escorial (departamento Gastre), los recursos económicos provienen principalmente de la cría de ganado ovino y caprino como así también del empleo en servicios públicos tales como la comuna, el juzgado de paz, la escuela, la biblioteca, la cooperativa de servicios eléctricos y delegaciones de vialidad provincial (Richeri *et al.*, 2013). El acceso a las poblaciones rurales se hace por caminos consolidados, pero a veces suele dificultarse en invierno, e interrumpirse por la presencia de nieve o el impacto de la lluvia. Los departamentos de la zona de estudio se destacan por su baja densidad poblacional, la que está asociada a economías rurales, principalmente a la ganadería extensiva ovina. Los pastizales están muy degradados por el sobrepastoreo y junto con la crisis del precio de la lana en el mercado internacional, hubo una pérdida en el peso demográfico. Algunas de las estancias se dedican actualmente al turismo, de manera exclusiva o complementando la cría de ganado ovino y caprino (Morello *et al.* 2012; Hermosilla Rivera, 2013).

1.3.2 Recolección de datos

Se efectuaron relevamientos de la vegetación durante los meses de noviembre y febrero del período 2015-2017. Los sitios de muestreo para establecer las transectas fueron distribuidos cada 5 u 8 km, según la longitud de la ruta provincial a recorrer. Se escogieron por su homogeneidad florística, fisonómica y ecológica (Roig, 1973) lo que permitió identificar las distintas comunidades vegetales asociadas a cada unidad de vegetación (León *et al.*, 1998; Oyarzabal *et al.*, 2018). Se establecieron 200 transectas que se recorrieron en dos ocasiones, en primavera y en verano. Las 200 transectas fueron recorridas durante dos temporadas consecutivas: 100 transectas en primavera 2015 y primavera 2016 y 100 transectas en verano 2016 y verano 2017. De este modo se obtienen 400 censos. La ubicación de cada transecta se registró con el GPS (Sistema Global de Posicionamiento) de una tableta digital (Samsung Galaxy Tab E 2015 SM-T560) y el sentido de la marcha se determinó *in situ* para ejecutar el relevamiento dentro de la misma comunidad vegetal. Se utilizó el método de punto al paso (Passera *et al.*, 1983; Behr *et al.*, 2020). En el lugar de inicio de la transecta se seleccionó el sentido de la marcha y se siguió el rumbo en dirección recta con la asistencia de la brújula del dispositivo digital (Fig. 1.3). Se estableció una transecta lineal horizontal, dividida en 100 puntos equidistantes y se anotó la cantidad de veces que una aguja metálica contactó con especies vegetales cuando esta se soltó en cada punto. La aguja se clavó en el suelo a la altura de la punta del calzado.

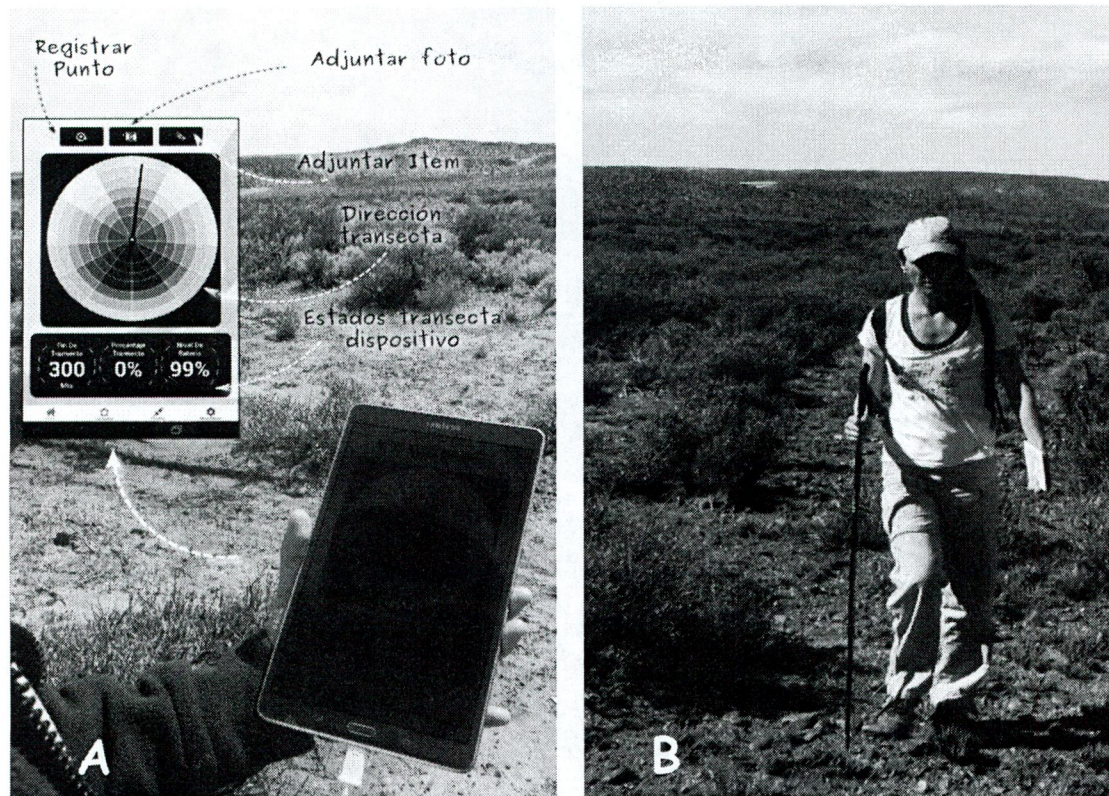


Figura 1.3. Dispositivo digital (tablet) que muestra la interfaz de la aplicación (A) utilizada durante los muestreos (B).

La distancia entre los puntos dependió de la cobertura estimada de la vegetación. En esta instancia del muestreo se sugiere una lectura por cada paso en áreas con coberturas mayores a 65%, cada dos pasos con coberturas entre 45-65% y cada tres pasos con coberturas menores de 45% (Elissalde *et al.*, 2002; Behr *et al.*, 2020). El primer punto se ubicó a 200 metros de los caminos y alambrados. Así, se evitó que la transecta cayera en zonas con efecto de borde vinculadas a estas fragmentaciones (Fahrig, 2003). Para el registro de los datos se utilizó un dispositivo digital (tablet) en la primera visita y se la combinó con un reloj inteligente Sony Smartwatch 3 en las posteriores (Pazos y Morales, 2018; Almonacid *et al.*, 2019; Klagges *et al.*, 2021). En cada punto de la transecta se presentaron las siguientes posibilidades para cargar la información: contacto directo con una o varias especies vegetales y contacto indirecto. En este último caso, al no contactarse directamente con una planta, se registró primero el estado del suelo (suelo desnudo, material vegetal muerto o broza) y luego la planta más cercana a la aguja hacia adelante en un ángulo de 180°.

Las especies vegetales se identificaron con la Flora Patagónica (Correa, 1969 -1998) y para la nomenclatura se siguió el Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur del IBODA (Zuloaga *et al.* 2008), disponible en: www.darwin.edu.ar, versión que está actualizándose de manera permanente.

Los ejemplares de referencia de las especies revisadas y determinadas estarán depositados en el HRP (Herbario Regional Patagónico).

1.3.3 Soporte tecnológico

Junto a un equipo de profesionales informáticos y en el marco del proyecto de investigación “Tecnologías móviles y vestibles para la recolección intensiva de Datos” (Departamento de Informática, sede Trelew, Facultad de Ingeniería, UNPSJB), se desarrollaron aplicaciones experimentales para dar soporte a la implementación del método descrito. Estas aplicaciones fueron construidas utilizando tecnologías móviles, tecnologías webs y tecnologías de bases de datos.

Inicialmente, se utilizaron dispositivos móviles para registrar los datos durante las campañas de relevamiento de la vegetación. En una segunda instancia, se descargaron en la base de datos central a través de la aplicación web utilizada desde el explorador de internet del laboratorio. En las primeras experiencias de transferencia tecnológica, se detectó que la manipulación en la intemperie de la tablet, generaba riesgos de estropeo, por inclemencias climáticas como los fuertes vientos con polvillo y cenizas en suspensión y, como consecuencia, de pérdida de la información recolectada.

Considerando que, en una sola jornada laboral de relevamiento suelen realizarse entre siete y quince transectas de 300 metros como máximo, manteniendo el dispositivo en la mano gran parte del tiempo, fue necesario incorporar reformas. Una de estas fue el desarrollo de una nueva aplicación móvil vestible para ser utilizada en un reloj inteligente que trabaja en conjunto con la aplicación móvil original (Almonacid *et al.* 2019). Así, se pudo realizar el relevamiento interactuando con el reloj (Fig. 1.4) llevando en la mochila la tableta digital en la que se fueron resguardando los datos generados durante el recorrido. La implementación de nuevas tecnologías para el relevamiento vegetal, proporcionó una mejora en la disponibilidad, acceso e intercambio de la información, sumado a la optimización en los tiempos de la adquisición y análisis de datos (Klagges *et al.*, 2021).

1.3.4 Análisis de la información

Los datos registrados con los dispositivos móviles fueron descargados en la base de datos de la computadora utilizada para realizar los análisis posteriores (Fig. 1.5).

Sobre la transecta, la proporción del largo total interceptada por una especie proporciona la medida de la cobertura de esa especie e igualmente indica la proporción del suelo desnudo, entre otras medidas. Es así que, con los datos obtenidos se pudo calcular la cobertura total de vegetación, los atributos del suelo y la cobertura por hábito. Se realizaron evaluaciones descriptivas y estadísticas para cada categoría con el paquete de software R versión 4.2.1. Se obtuvieron varios niveles de análisis en función de distintos criterios taxonómicos.

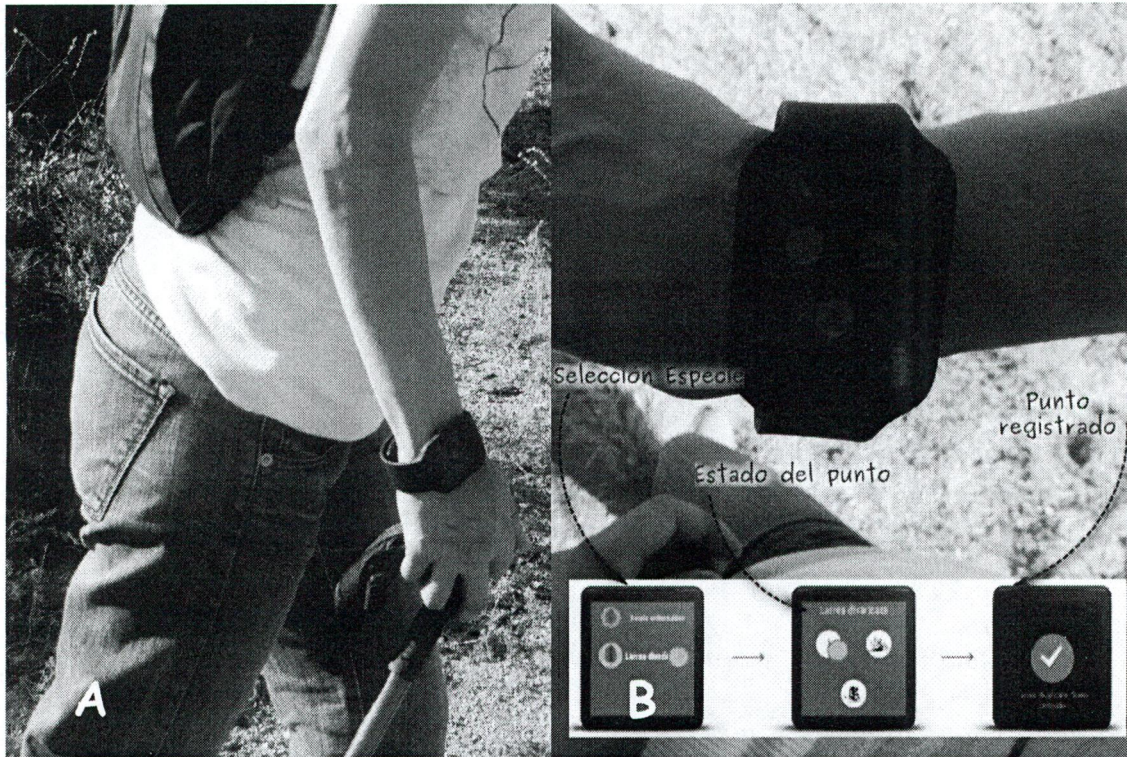


Figura 1.4. Utilización del reloj inteligente durante un relevamiento de la vegetación (A). Interfaz de la aplicación y etapas en las que se cargan los datos (B). Secuencia de imágenes en (B) obtenidas de Pazos y Morales (2018).

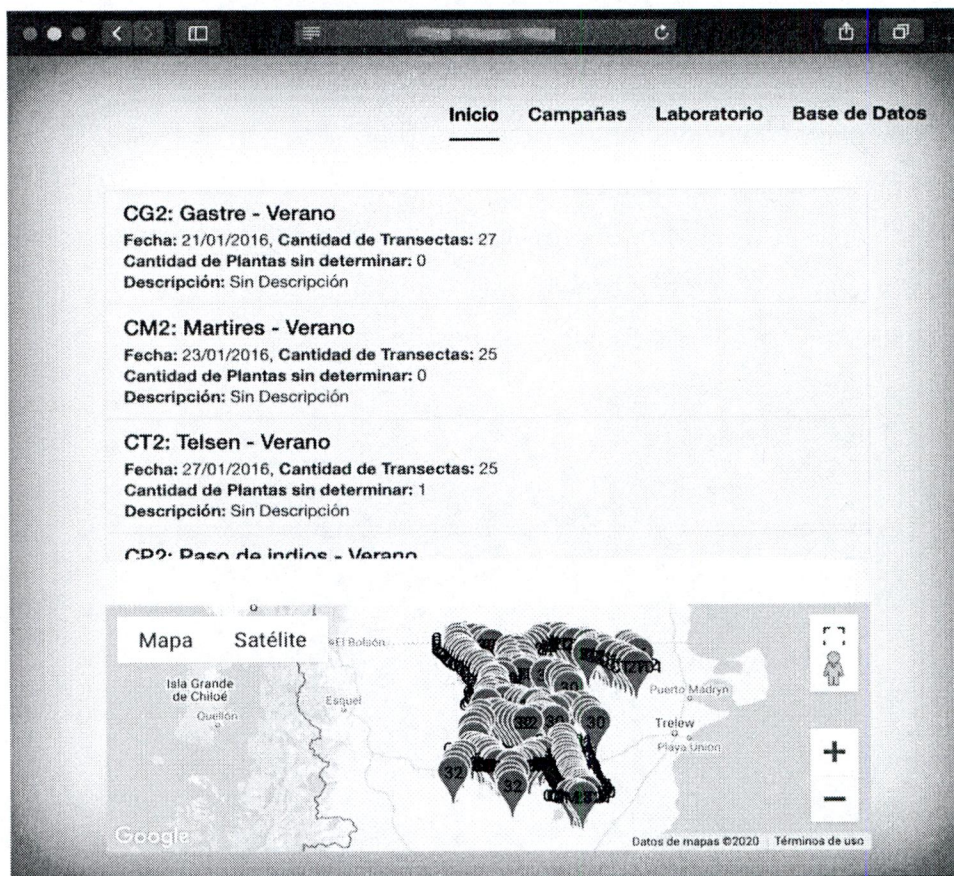


Figura 1.5. Captura de pantalla de la base de datos conseguida luego de la descarga de los datos que fueron obtenidos con los dispositivos móviles.

1.4 Estructura general de la tesis

Además del capítulo precedente, esta tesis se estructura en otros cuatro capítulos en los cuales se presentan los resultados obtenidos a partir del desarrollo del objetivo general planteado. El segundo capítulo presenta una descripción de las comunidades vegetales de la zona de estudio en base a su riqueza florística, a la biodiversidad vegetal y a diferentes parámetros ecológicos. El tercer capítulo sintetiza una lista de indicadores biológicos que describen la situación ambiental del centro-norte de Chubut. En el cuarto capítulo se detalla el estatus de las especies vegetales y su estado de conservación según las distintas listas rojas. Finalmente, el quinto capítulo presenta una descripción de las lagartijas herbívoras que habitan la zona. Esta estructura es a los fines organizativos y la información que se desprende de cada capítulo está vinculada entre sí, lo que contribuye en su conjunto al conocimiento general del área de estudio.

Capítulo 2. Las comunidades vegetales del centro-norte de Chubut

2.1 Introducción

La vegetación es un elemento significativo en la caracterización fitogeográfica de una zona y su descripción constituye la instancia inicial para la interpretación del funcionamiento de los ecosistemas. La República Argentina abarca una gran superficie, equivalente a 278 millones de hectáreas (Gaitán *et al.*, 2017) y es muy variada tanto en lo paisajístico como en lo climático, lo que hace que se presenten distintos tipos de vegetación, adaptados a diferentes condiciones ambientales. Se han realizado innumerables estudios que describen, agrupan o determinan áreas ecológicas y unidades de vegetación para la Argentina (Morello *et al.*, 2012) y que brindan una rica información histórica que cimienta los conocimientos actuales (Cabrera, 1976; Martínez Carretero *et al.*, 2016). Las unidades de vegetación conforman la célula del paisaje, derivada de una jerarquización que distingue ecozonas, ecoprovincias, ecorregiones, ecodistritos y ecotopos (Troll, 2003; Mazzonia, 2014).

Se le da relevancia al estudio de la distribución espacial de la vegetación pues se trata de una variable ecológica trascendente, que expone el resultado de las disímiles condiciones del medio físico que integran el sistema ambiental. Su valor ya había sido destacado en los comienzos del desarrollo de la "Ecología de paisaje" (Troll, 2003), con las primeras clasificaciones fisonómicas, al pensar a la vegetación como un elemento de primer orden en la diferenciación de unidades dentro del paisaje (Mendoza y Herráiz, 2010; Mazzonia, 2014). En la Patagonia extra andina existen trabajos enfocados a caracterizaciones fisonómicas-florísticas, basados principalmente en evidencias cartográficas y bibliográficas (León *et al.*, 1998). En esta región han sido considerados además, atributos tales como el tipo de vegetación más frecuente, las especies florísticas dominantes y su relación con uno o varios tipos geomorfológicos y se han propuesto 16 unidades fisonómico-florísticas. De estas unidades, 12 están incluidas en 6 distritos de la ecorregión estepa patagónica, 2 en la porción de la sub-región austral de la ecorregión de monte de llanuras y mesetas y 2 son de carácter ecotonal (Soriano, 1956; León *et al.*, 1998, Morello *et al.*, 2012). Actualmente, estas unidades están representadas en nuevos mapas de la vegetación espontánea (Oyarzabal *et al.*, 2018).

La estepa patagónica presenta una vegetación de gran heterogeneidad, tanto fisonómica como florística y alberga una gran variedad de estepas arbustivas y gramíneas (Paruelo *et al.*, 2005). Pueden observarse, principalmente, matorrales achaparrados adaptados a las condiciones de aridez, a bajas temperaturas y fuertes vientos (Morello *et al.*, 2012). Muchos arbustos son bajos, espinosos o de hojas reducidas y en menor proporción asoman las estepas herbáceas de pastos xerófilos (Morello *et al.*, 2012; Oyarzabal *et al.*, 2018). Tal multiplicidad refleja las restricciones que imponen las características climáticas y edáficas, generándose así endemismos característicos (Morrone, 2014). La importancia de la vegetación radica en que crea un elemento clave en cualquier ecosistema terrestre, ya que ampara a todos los demás componentes de la biodiversidad y genera y mantiene condiciones ambientales propicias para la subsistencia de otras especies biológicas (Perovic *et al.*, 2008; Oberhuber *et al.*, 2010).

En el centro-norte de Chubut, se observan sitios homogéneos desde el punto de vista de los ecotopos (San Vicente y Valencia, 2008), en los que predominan componentes fisonómico-florísticos particulares, influenciados fundamentalmente por factores geomorfológicos, climáticos y edáficos (Conti, 2000; Panigatti, 2010). En la actualidad no se encuentra información cabal sobre la biodiversidad vegetal del centro-norte de Chubut y las contribuciones botánicas publicadas para esta zona corresponden en su mayoría a resúmenes de trabajos realizados en diferentes jornadas (Simón *et al.*, 2015; Lista y González, 2015; Klagges y González, 2015). En este capítulo se presentan las distintas comunidades vegetales registradas en los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires, su biodiversidad vegetal y los siguientes parámetros ecológicos: su cobertura, el material vegetal muerto, el porcentaje de suelo desnudo, el mantillo y el porcentaje de familias botánicas.

2.2 Objetivos

- ✓ Identificar las unidades de vegetación sobre las que se encuentra la zona de estudio.
- ✓ Determinar la composición florística de la zona de estudio.
- ✓ Estimar la biodiversidad vegetal de las distintas comunidades vegetales.
- ✓ Analizar las comunidades vegetales detectadas, mediante el cálculo de los siguientes parámetros ecológicos: cobertura vegetal viva, material vegetal

muerto, porcentaje de suelo desnudo, mantillo, porcentaje de tipos biológicos, porcentaje de familias botánicas, porcentaje de formas de vida.

2.3 Metodología

La zona de estudio se ubica sobre 5 grandes unidades de vegetación reseñadas bibliográficamente: a) estepa de Zigofiláceas de baja cobertura; b) estepa arbustivo graminosa; c) estepa arbustiva; d) estepa arbustiva serrana y e) estepa arbustiva baja (León *et al.*, 1998; Oyarzabal *et al.*, 2018). Para la selección de los sitios de muestreo se analizó la región a partir de imágenes satelitales y cartas geológicas. Se ubicaron a lo largo de los mismos para facilitar su acceso dentro de los límites políticos de los departamentos Telsen, Gastre, Paso de Indios y Mártires. Con el propósito de registrar en gran detalle la riqueza florística y vegetal del área de estudio, fueron escogidos 200 sitios de muestreo. Estos se seleccionaron en formaciones vegetales con fisonomía uniforme y en parcelas con vegetación homogénea. Dentro de cada formación se realizaron los relevamientos vegetales mediante transectas. Con el análisis de las especies vegetales y su asociación, se definió a cada comunidad. En estas comunidades se calculó la biodiversidad vegetal observada y diferentes parámetros ecológicos para poder caracterizarlas. Los relevamientos fueron clasificados a campo con la utilización de la clave fisonómica de comunidades vegetales para la región árida y semiárida del Chubut desarrollada por Juan Anchorena (Elissalde *et al.*, 2002). Esta clasificación utiliza estrategias jerárquicas y aglomerativas (Matteucci y Colma, 1982). Los muestreos se realizaron durante los años 2015, 2016 y 2017, en los meses de noviembre, diciembre y enero, período en el que las especies vegetales poseen estructuras reproductivas que permiten su identificación taxonómica.

2.3.1 Estudio cuantitativo de las comunidades vegetales

El muestreo se realizó sobre una línea imaginaria dividida en 100 puntos equidistantes:

- a) Para determinar la composición florística, se contabilizó el número de puntos donde una especie fue encontrada. Como los puntos de lectura fueron 100, la cobertura expresó en forma directa la presencia de la especie *i* en porcentaje (Behr *et al.*, 2020).

- b) La cobertura total fue la sumatoria de la cobertura de las especies vegetales. Esto también permitió calcular como categoría taxonómica, el porcentaje de familias botánicas.
- c) El material vegetal muerto, es material vegetal muerto que aún forma parte de una planta y, al igual que con la cobertura, se realizó la sumatoria de los puntos donde se registró.
- d) El suelo desnudo es la suma de puntos donde la aguja tocó en forma directa el suelo desnudo.
- e) La broza o mantillo (material vegetal muerto o en descomposición en superficie), se registra de la misma manera.
- f) La cobertura por hábito o formas de vida, corresponde a las distintas formas biológicas (arbustos, hierbas, subarbustos, suculentas). Es relativo al aspecto general y forma de crecimiento de las plantas (Font Quer, 1993).
- g) Por último, el porcentaje de tipos biológicos corresponde al número de plantas del tipo eudicotiledóneas, monocotiledóneas y gimnospermas.
- h) Uno de los elementos que componen la biodiversidad vegetal es el **número o riqueza** de especies. Se realizaron curvas de acumulación para determinar si el número de especies estaba siendo correctamente evaluado. Las curvas exponen el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en el área. Esto significa que la riqueza aumentará hasta llegar un momento en el que el número de especies se estabilizará en una asíntota, lo cual corresponde teóricamente al número total de especies que se pueden encontrar en la zona de estudio (Martella *et al.*, 2001). En todas las comunidades vegetales recorridas, se alcanzó la estabilización en una asíntota en el punto 90 de cada transecta (Fig. 2.1).

2.3.2 Análisis de datos. Índice de Shannon y número efectivo de especies

Se calculó la biodiversidad observada de las comunidades vegetales mediante el índice de Shannon (Shannon, 2001) y el número efectivo de especies (equitabilidad)², este último se asumió como una medida de diversidad de interpretación más intuitiva (Moreno *et al.*, 2011). El índice de Shannon (H') otorga mayor preponderancia a la riqueza florística, por lo que, la aparición de plantas raras puede ser considerable (Peet, 1974). H' deriva de la teoría de la información y resume el grado de entropía

² Se traduce equitabilidad a partir del término en inglés *evenness* o *equitability* (Jost y González-Oreja, 2012)

que contiene un conjunto de elementos. Puede tomar valores de entre 1.5 y 5 (Margalef, 1957). Este índice otorga una medida de la complejidad biológica de una comunidad. Sin embargo, la expresión logarítmica del índice de Shannon:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

donde, p_i es la proporción de la i -ésima especie en una comunidad vegetal³ de S especies, arroja valores de difícil interpretación. Por ello, sus valores fueron transformados en números efectivos (D) (MacArthur, 1965; Jost, 2006):

$$D = \exp(-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i)$$

Como el interés biológico estuvo en conocer la magnitud de la **diversidad** para cada comunidad vegetal, se realizó la comparación de la siguiente manera: si la comunidad vegetal "x" poseía una diversidad D_x mayor que la diversidad D_y de la comunidad vegetal "y", entonces, la comunidad vegetal "x" tuvo D_x/D_y veces más diversidad que la comunidad vegetal "y". También se lo expresó como un porcentaje, es decir, $100 \cdot (D_x - D_y)/D_x$ (Jost, 2006).

Con el análisis de la diversidad real, mediante el número equivalente de especies, se obtuvo un cotejo mucho más informativo, que no tiene relación con la significancia que otorgaría un contraste estadístico mediante la prueba t de *Student* para los índices de Shannon (Zar, 1999; Jost y González-Oreja, 2012).

³ Entendiendo por comunidades vegetales a aquellas constituidas por conjuntos de poblaciones específicas interrelacionadas en mayor o menor grado (Matteucci y Colma, 1982).

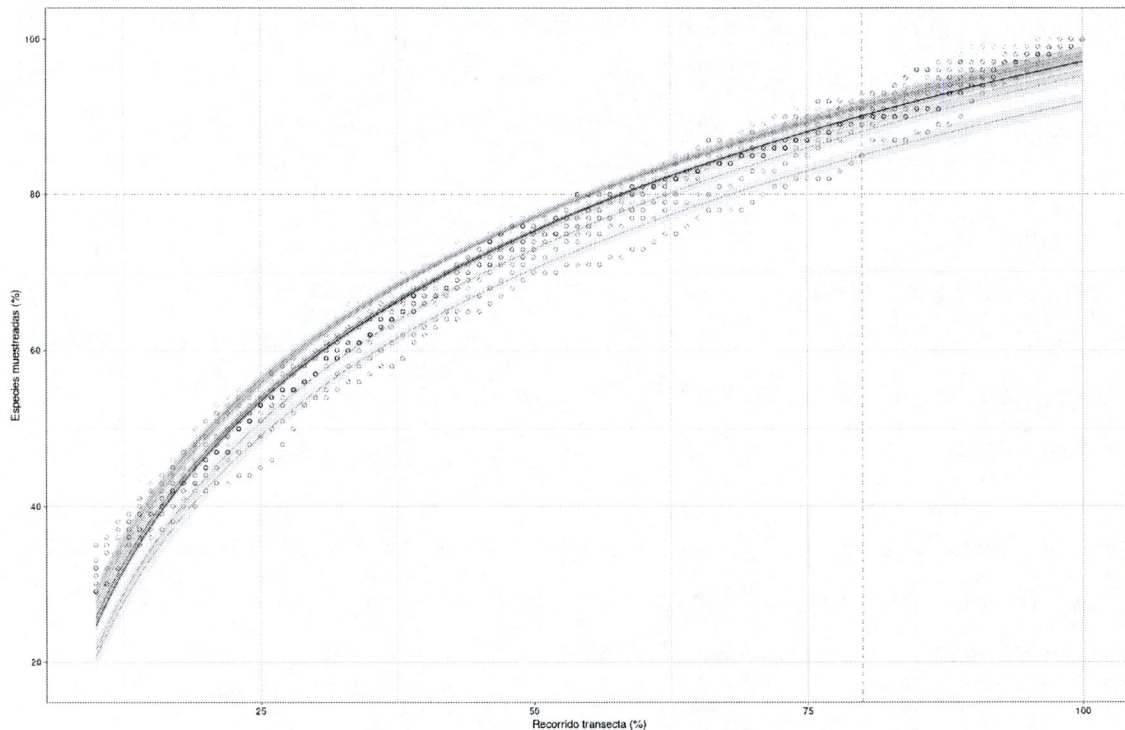


Figura 2.1. Número de especies acumuladas en función del recorrido de la transecta para cada comunidad vegetal del área de estudio.

2.4 Resultados

Para cada unidad, fue posible detectar comunidades con asociaciones específicas, sumando en total 10 comunidades vegetales para la zona de estudio. La base de datos se consolidó con un total de 40.000 puntos de información. De cada punto se registró el estado del suelo y la especie vegetal correspondiente a ese punto, tanto de toques directos como indirectos. Se identificaron 172 especies pertenecientes a 41 familias, distribuidas en 10 comunidades vegetales (estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanedae*, estepa arbustiva con *Atriplex lampa*, estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*, estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*, estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp., estepa arbustiva de baja cobertura, matorral abierto halofítico, estepa subarbustiva de baja cobertura, estepa arbustiva baja y estepa arbustiva serrana con *Colliguaja integerrima*, ver Tabla 2.22).

Del total de taxones, 170 corresponden a angiospermas y 2 a gimnospermas. No se registraron pteridófitas.

La comunidad vegetal que mostró en promedio una mayor proporción de suelo desnudo y una menor proporción de cobertura total fue la **estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*** (comunidad determinada a campo). Mientras que la **estepa**

arbustiva con *Colliguaja integerrima*, arrojó valores diferentes, esto es, una menor proporción de suelo desnudo y una mayor proporción de cobertura total (Tabla 2.41).

La comunidad con una mayor proporción de broza fue el **matorral abierto halofítico** (comunidad determinada a campo) y la de menor porcentaje fue la **estepa arbustiva de baja cobertura**. Mientras que, al considerar el material vegetal muerto, fue mayor en la **estepa arbustivo graminosa** y menor en la **estepa arbustiva con *Frankenia patagonica***.

El índice de Shannon, arrojó valores similares para cada comunidad vegetal (Tabla 2.41). Al convertir estos valores a sus números equivalentes de especies (D) se observó que la comunidad **estepa arbustiva de baja cobertura** es un 36,24% más diversa que el **matorral abierto halofítico**.

2.4.1 Descripción y análisis de las comunidades vegetales

2.4.1.1 Estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*

Se ubica en la estepa patagónica, distrito central (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.2). Esta estepa arbustiva tiene una cobertura vegetal promedio de 17,5%. Posee un estrato achaparrado que no supera los 50 cm de altura (Fig. 2.3).

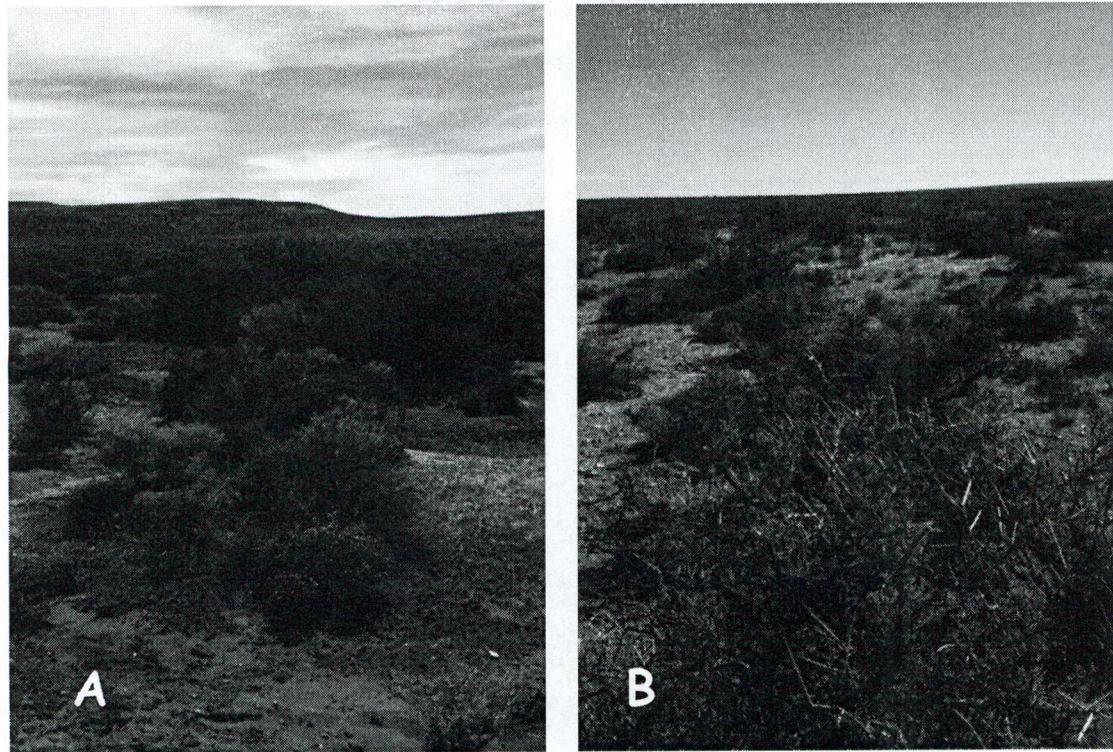


Figura 2.3. Estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*. CPIT06(A) CM2T13(B). Nomenclatura Fig. 2.2.

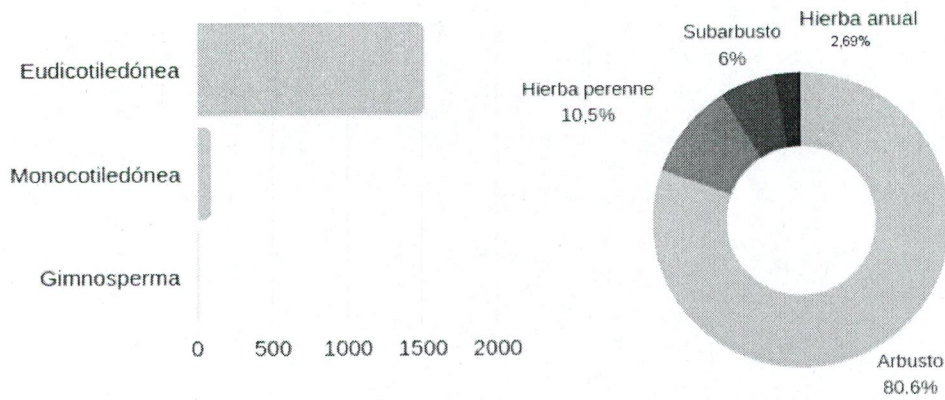


Figura 2.4. Clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.1. Especies determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*.

Especie	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Frankenia patagonica</i>	366	22,89%	22,89%
2. <i>Lycium ameghinoi</i>	269	16,82%	39,71%
3. <i>Nassauvia ulicina</i>	164	10,26%	49,97%
4. <i>Chuquiraga avellaneda</i>	146	9,13%	59,10%
5. <i>Prosopis denudans</i>	94	5,88%	64,98%
6. <i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	86	5,38%	70,36%
7. <i>Atriplex lampa</i>	69	4,32%	74,67%
8. <i>Mulguraea ligustrina</i>	38	2,38%	77,05%
9. <i>Pappostipa speciosa</i>	32	2,00%	79,05%
10. <i>Lycium chilense</i>	24	1,50%	80,55%
11. <i>Acantholippia seriphoides</i>	23	1,44%	81,99%
12. <i>Fabiana patagonica</i>	19	1,19%	83,18%
Otras (47)	269	16,82%	100,00%

Tabla 2.2. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Asteraceae	375	23,45%	23,45%
2. Frankeniaceae	366	22,89%	46,34%
3. Solanaceae	314	19,64%	65,98%
4. Fabaceae	181	11,32%	77,30%
5. Poaceae	86	5,38%	82,68%
6. Chenopodiaceae	83	5,19%	87,87%
7. Verbenaceae	79	4,94%	92,81%
8. Oleaceae	18	1,13%	93,93%
9. Plantaginaceae	17	1,06%	95,00%
Otras (14)	80	5,00%	100,00%

Tabla 2.3. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	1289	80,61%	80,61%
2. Hierba perenne	168	10,51%	91,12%
3. Subarbusto	96	6,00%	97,12%
4. Hierba anual	43	2,69%	99,81%
5. Suculenta	3	0,19%	100,00%

Tabla 2.4. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Frankenia patagonica*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	1509	94,37%	94,37%
2. Monocotiledónea	86	5,38%	99,75%
3. Gimnosperma	4	0,25%	100,00%

2.4.1.2 Matorral abierto halofítico

Pertenece al monte de llanuras y mesetas (Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.5). Esta comunidad azonal se caracteriza por ubicarse sobre suelos anegadizos y cuaternarios de origen lacustre, donde predomina la concentración de sales (Oyarzabal *et al.*, 2018).

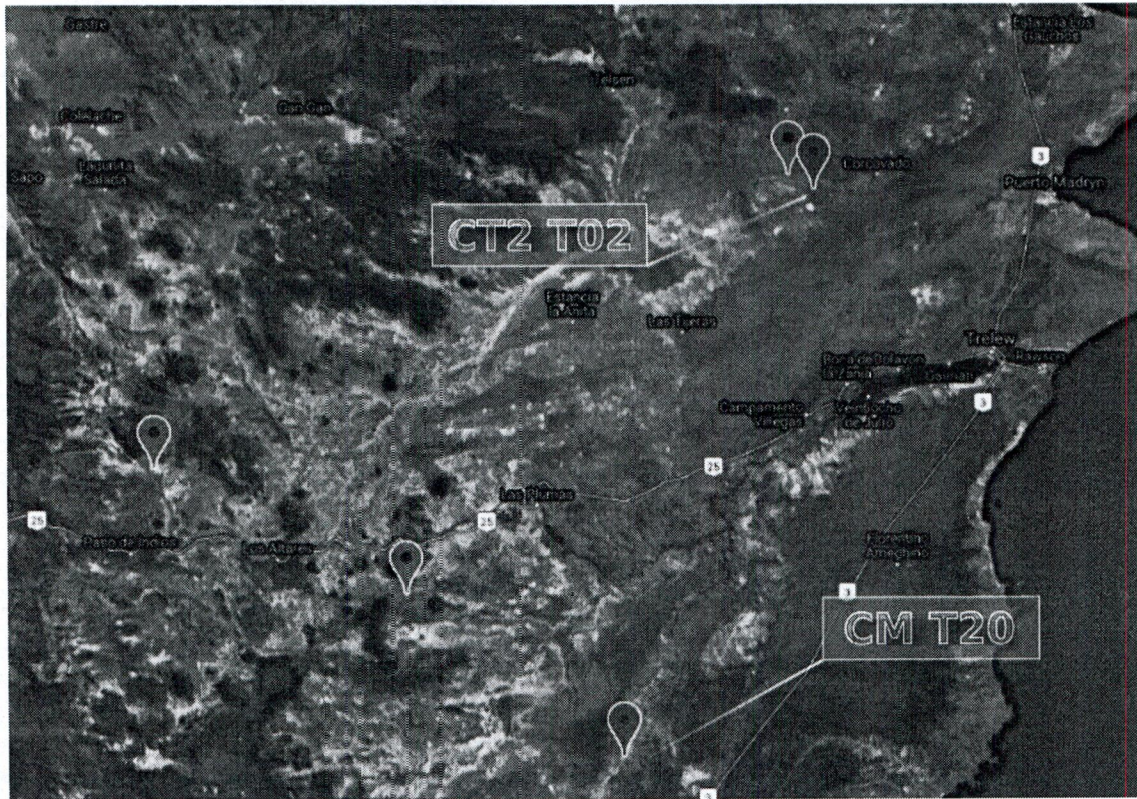


Figura 2.5. Localización de comunidades de matorral abierto halofítico. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Posee una cobertura vegetal promedio de 19,9%. Presenta un estrato arbustivo superior que raramente supera los 100 cm de altura y uno herbáceo inferior de 30 cm (Fig. 2.6). Son frecuentes los suelos areno-arcillosos (Pereyra y Bouza, 2019) donde crecen especies como *Lycium ameghinoi*, *Suaeda divaricata*, *Atriplex lampa* y *Distichlis spicata* (Tabla 2.5). El porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 76%, el de material vegetal muerto fue de 4,56% y el de broza de 13,56%. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (60,4%) y la menor proporción pertenece a hierbas anuales (4,5%; Fig. 2.7, Tabla 2.7). Según el tipo biológico, el 84,5% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 15,4% monocotiledóneas y el 0% gimnospermas (Fig. 2.7, Tabla 2.8). Esta unidad está representada por 21 familias, siendo Solanaceae la de mayor proporción (20,3%), junto a Poaceae (15,2%). Las demás se

encuentran por debajo del 15% (Tabla 2.6). El índice de Shannon fue $H' = 2$ y el número efectivo de especies $D = 7,38$.

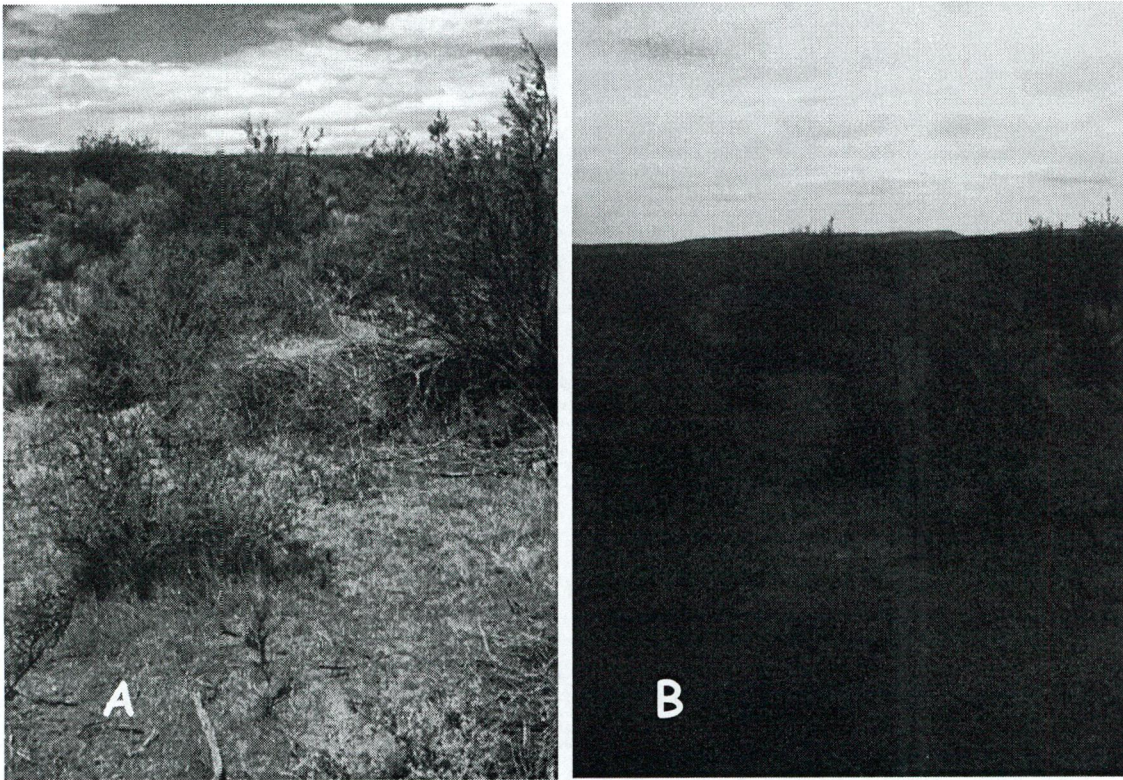


Figura 2.6. Matorral abierto halofítico. *CTT02* (A) *CMT20* (B). Nomenclatura Fig. 2.5.

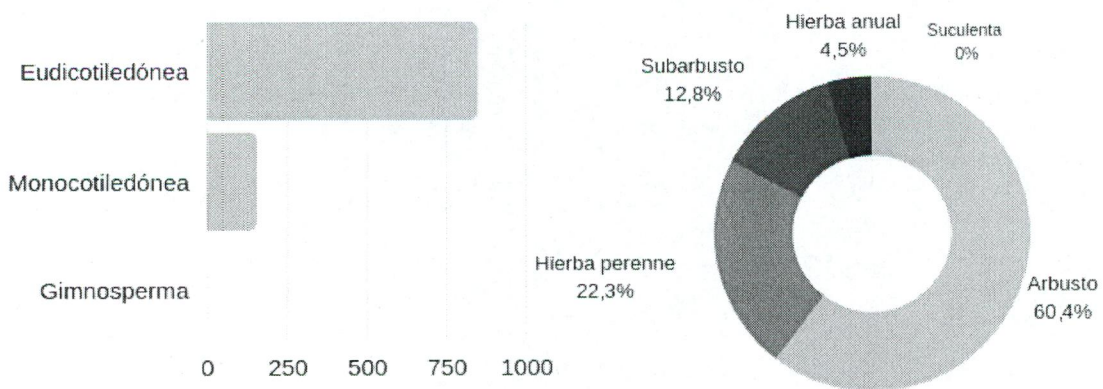


Figura 2.7. Matorral abierto halofítico clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.5. Especies determinadas en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.

Especie	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Lycium ameghinoi</i>	153	15,28%	15,28%
2. <i>Suaeda divaricata</i>	135	13,49%	28,77%
3. <i>Atriplex lampa</i>	125	12,49%	41,26%
4. <i>Distichlis spicata</i>	97	9,69%	50,95%
5. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	53	5,29%	56,24%
6. <i>Lycium chilense</i>	46	4,60%	60,84%
7. <i>Frankenia patagonica</i>	40	4,00%	64,84%
8. <i>Lepidium appelianum</i>	36	3,60%	68,43%
9. <i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	29	2,90%	71,33%
10. <i>Plantago patagonica</i>	26	2,60%	73,93%
11. <i>Pappostipa speciosa</i>	20	2,00%	75,92%
12. <i>Larrea divaricata</i>	19	1,90%	77,82%
13. <i>Atriplex sagittifolia</i>	19	1,90%	79,72%
14. <i>Acantholippia seriphoides</i>	16	1,60%	81,32%
Otras (36)	187	18,68%	100,00%

Tabla 2.6. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Solanaceae	204	20,38%	20,38%
2. Poaceae	152	15,18%	35,56%
3. Chenopodiaceae	146	14,59%	50,15%
4. Asteraceae	100	9,99%	73,63%
5. Fabaceae	60	5,99%	79,62%
6. Frankeniaceae	40	4,00%	83,62%
7. Brassicaceae	39	3,90%	87,51%
8. Zygophyllaceae	34	3,40%	90,91%
Otras (12)	91	9,09%	100,00%

Tabla 2.7. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	605	60,44%	60,44%
2. Hierba perenne	223	22,28%	82,72%
3. Subarbusto	128	12,79%	95,50%
4. Hierba anual	45	4,50%	100,00%
5. Suculenta	0	0%	100,00%

Tabla 2.8. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Matorral abierto halofítico.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	846	84,52%	84,52%
2. Monocotiledónea	155	15,48%	100,00%
3. Gimnosperma	0	0%	100,00%

28 familias, siendo Asteraceae la de mayor proporción (43,7%), junto a Poaceae (10,7%). Las demás se encuentran por debajo del 10% (Tabla 2.10). El índice de Shannon fue $H' = 2,16$ y el número efectivo de especies $D = 8,67$.

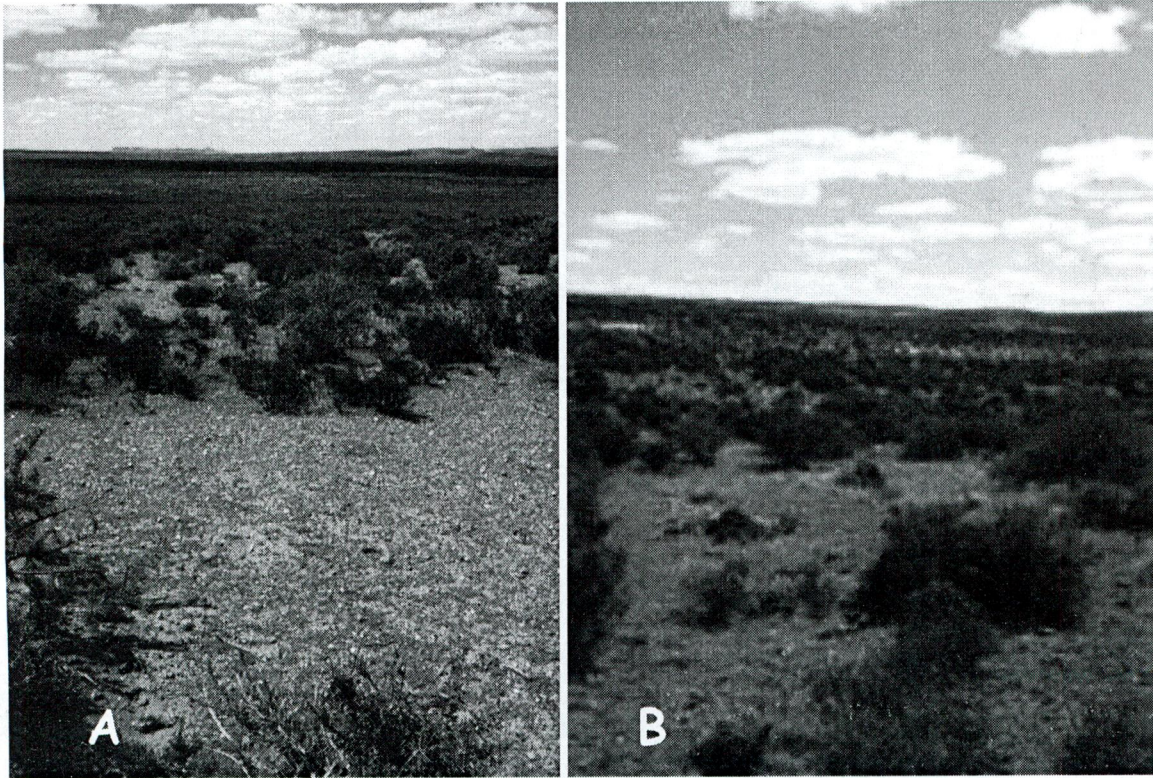


Figura 2.9. Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae*. CPIT03(A) CG2T20(B). Nomenclatura Fig. 2.8.

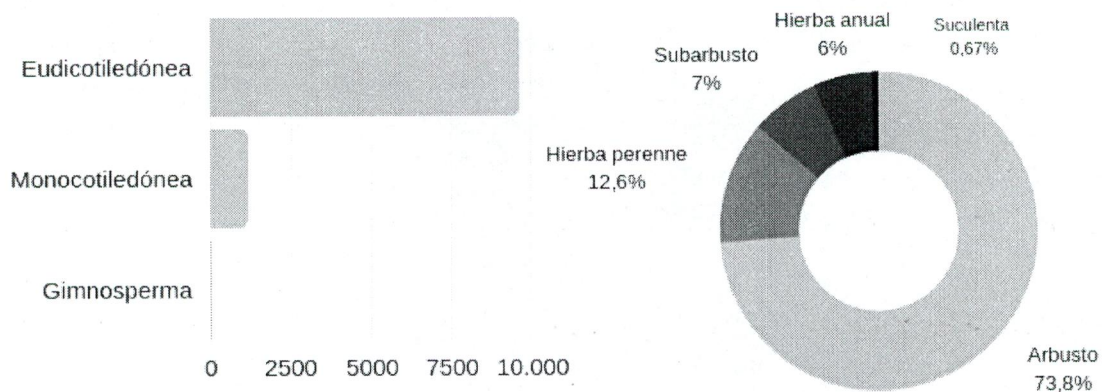


Figura 2.10. Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae* clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.9. Especies determinadas en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae*.

Espece	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	2725	25,21%	25,21%
2. <i>Nassauvia ulicina</i>	900	8,32%	33,53%
3. <i>Lycium ameghinoi</i>	727	6,72%	40,26%
4. <i>Prosopis denudans</i>	496	4,59%	44,84%
5. <i>Frankenia patagonica</i>	482	4,46%	49,30%
6. <i>Pappostipa speciosa</i>	479	4,43%	53,73%
7. <i>Nassauvia glomerulosa</i>	437	4,04%	57,77%
8. <i>Atriplex lampa</i>	398	3,68%	61,46%
9. <i>Mulguraea ligustrina</i>	330	3,05%	64,51%
10. <i>Lycium chilense</i>	306	2,83%	67,34%
11. <i>Erodium cicutarium</i>	276	2,55%	69,89%
12. <i>Poa lanuginosa</i>	240	2,22%	72,11%
13. <i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	192	1,78%	73,89%
14. <i>Acantholippia seriphoides</i>	185	1,71%	75,60%
Otras (103)	2470	24,4%	100,00%

Tabla 2.10. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae*.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Asteraceae	4727	43,72%	43,72%
2. Poaceae	1166	10,79%	54,51%
3. Solanaceae	1071	9,91%	64,42%
4. Fabaceae	802	7,42%	71,83%
5. Verbenaceae	784	7,25%	79,09%
6. Frankeniaceae	482	4,46%	83,54%
7. Chenopodiaceae	453	4,19%	87,73%
8. Geraniaceae	276	2,55%	90,29%
9. Anacardiaceae	233	2,16%	92,44%
Otras (19)	817	7,55%	100,00%

Tabla 2.11. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanedae*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	7976	73,78%	73,78%
2. Hierba perenne	1359	12,57%	86,35%
3. Subarbusto	756	6,99%	93,34%
4. Hierba anual	648	5,99%	99,33%
5. Suculenta	72	0,67%	100,00%

Tabla 2.12. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanedae*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	9621	88,99%	88,99%
2. Monocotiledónea	1154	10,67%	99,67%
3. Gimnosperma	36	0,33%	100,00%

2.4.1.4 Estepa arbustiva baja

Se ubica en la estepa patagónica, en el erial del distrito central (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.11). Esta estepa arbustiva tiene una cobertura vegetal promedio de 23,07%. Posee un solo estrato de no más de 60cm, conformado por arbustos enanos y hierbas en su mayoría perennes (Fig. 2.12).

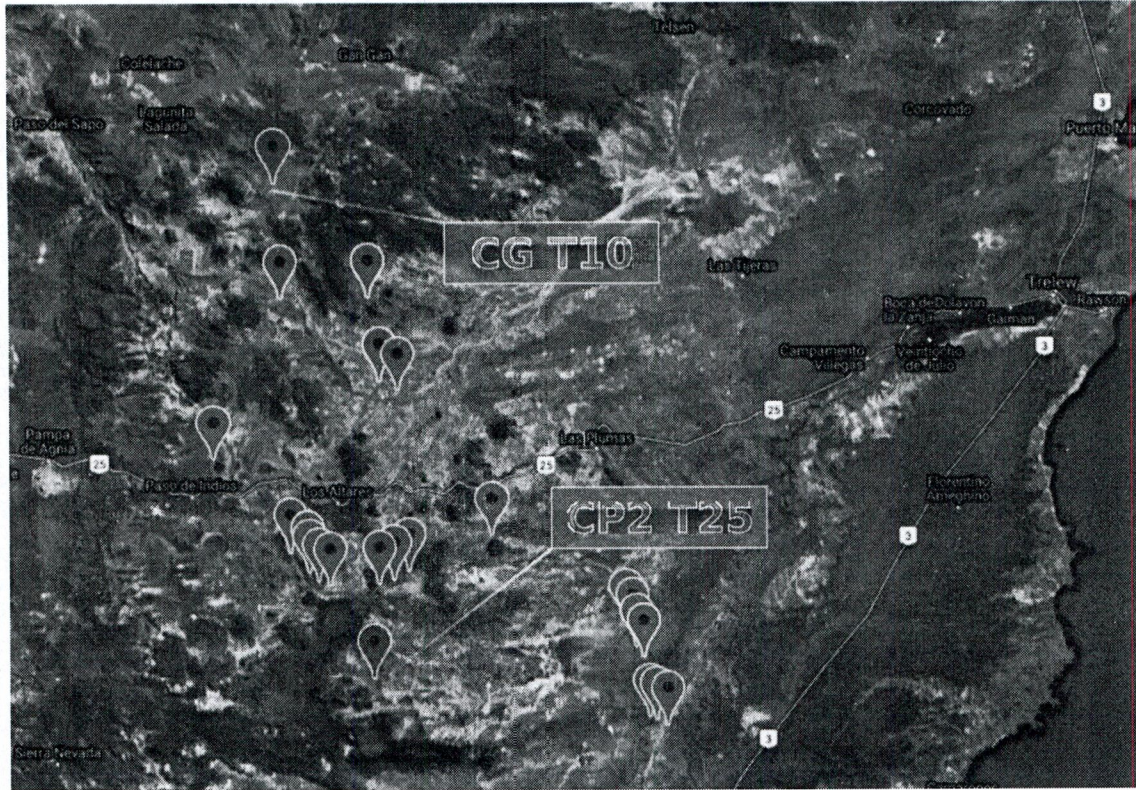


Figura 2.11. Localización de comunidades estepa arbustiva baja. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Se encuentran *Nassauvia ulicina*, *Chuquiraga avellanadae*, *Nassauvia glomerulosa*, *Lycium ameghinoi*, *Frankenia patagonica*, *Pappostipa speciosa*, *Mulguraea ligustrina* entre las más representadas (Tabla 2.13). El porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 72,63%, el de material vegetal muerto fue de 4,71% y el de broza de 5,92%. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (70,4%) y la menor proporción pertenece a suculentas (0,8%) (Fig. 2.13, Tabla 2.15). Según el tipo biológico, el 88,7% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 10,9% monocotiledóneas y el 0,28% gimnospermas (Fig. 2.13, Tabla 2.16). Esta comunidad está representada por 29 familias, siendo Asteraceae la de mayor proporción (41,8%), junto a Poaceae

(11,01%). Las demás se encuentran por debajo del 10% (Tabla 2.14). El índice de Shannon fue $H' = 2,19$ y el número efectivo de especies $D = 8,93$.

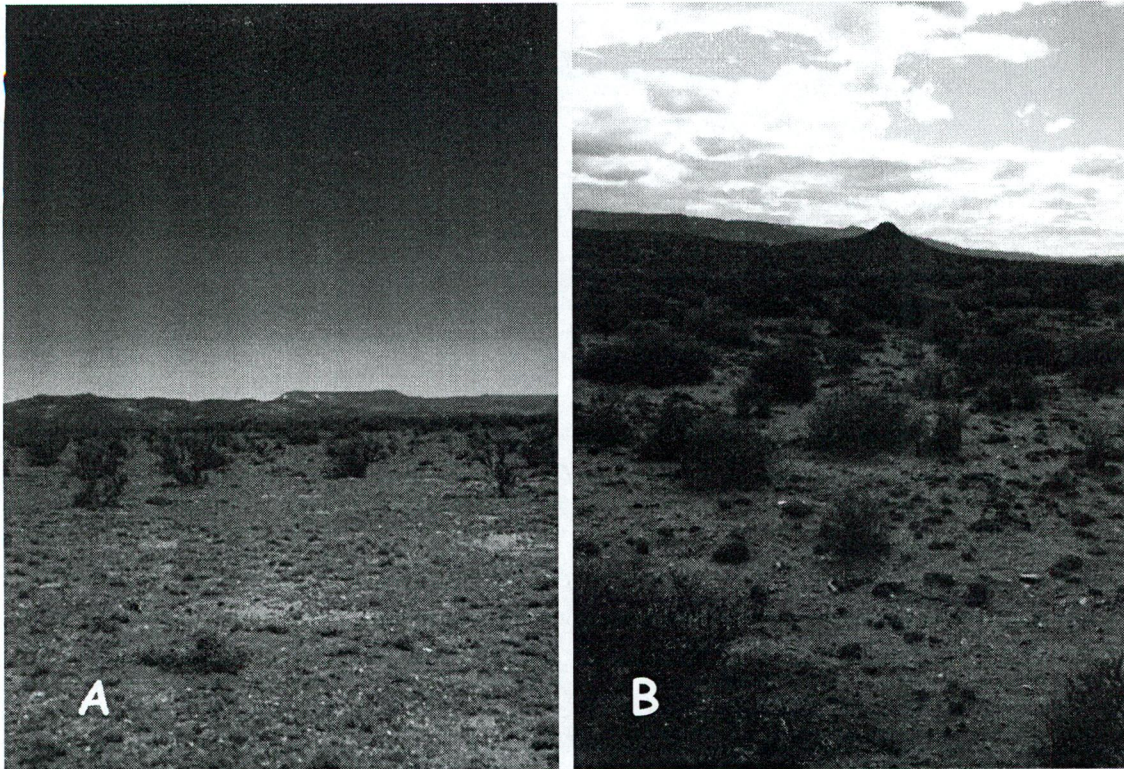


Figura 2.12. Estepa arbustiva baja. CP2T25 (A) CGT10 (B). Nomenclatura Fig. 2.11.

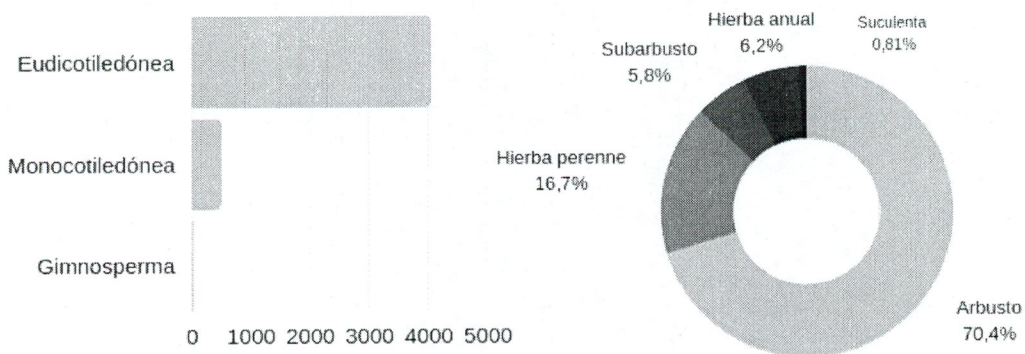


Figura 2.13. Estepa arbustiva baja clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.13. Especies determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja.

Especie	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Nassauvia ulicina</i>	747	16,35%	16,35%
2. <i>Chuquiraga avellaneda</i>	631	13,81%	30,15%
3. <i>Nassauvia glomerulosa</i>	297	6,50%	36,65%
4. <i>Lycium ameghinoi</i>	288	6,30%	42,95%
5. <i>Frankenia patagonica</i>	262	5,73%	48,69%
6. <i>Pappostipa speciosa</i>	225	4,92%	53,61%
7. <i>Mulguraea ligustrina</i>	189	4,14%	57,75%
8. <i>Atriplex lampa</i>	146	3,19%	60,94%
9. <i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	142	3,11%	64,05%
10. <i>Erodium cicutarium</i>	142	3,11%	67,16%
11. <i>Prosopis denudans</i>	133	2,91%	70,07%
12. <i>Diplotaxis tenuifolia</i>	108	2,36%	72,43%
13. <i>Poa lanuginosa</i>	81	1,77%	74,20%
14. <i>Plantago patagonica</i>	79	1,73%	75,93%
Otras (84)	1.110	24,07%	100,00%

Tabla 2.14. Familias biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Asteraceae	1912	41,84%	41,84%
2. Poaceae	503	11,01%	52,84%
3. Solanaceae	382	8,36%	61,20%
4. Verbenaceae	329	7,20%	68,40%
5. Fabaceae	308	6,74%	75,14%
6. Frankeniaceae	262	5,73%	80,88%
7. Chenopodiaceae	204	4,46%	85,34%
8. Geraniaceae	142	3,11%	88,45%
9. Brassicaceae	108	2,36%	90,81%
Otras (20)	420	9,19%	100,00%

Tabla 2.15. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	3216	70,37%	70,37%
2. Hierba perenne	765	16,74%	87,11%
3. Hierba anual	285	6,24%	93,35%
4. Subarbusto	267	5,84%	99,19%
5. Suculenta	37	0,81%	100,00%

Tabla 2.16. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva baja.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	9621	88,99%	88,99%
2. Monocotiledónea	1154	10,67%	99,67%
3. Gimnosperma	36	0,33%	100,00%

2.4.1.5 Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*

Se ubica en la estepa patagónica, distrito central (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.14). Si bien la zampa (*Atriplex lampa*) se caracteriza por predominar en suelos con altos grados de salinidad, también está presente en otros tipos de suelos, como los alcalinos de ambientes áridos (Frayssinet *et al.*, 2007; Fig. 2.15).

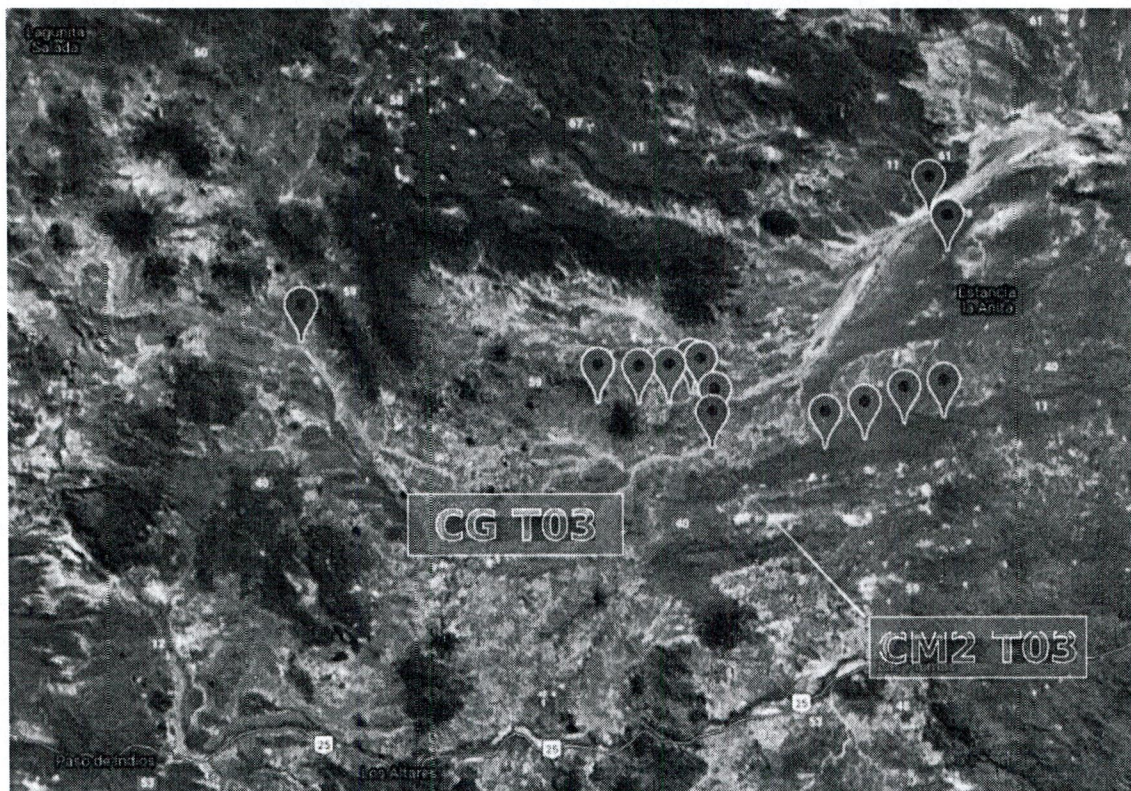


Figura 2.14. Localización de comunidades estepa arbustiva con *Atriplex lampa*. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Esta estepa arbustiva tiene una cobertura vegetal promedio de 23,11%. Posee dos estratos: el superior que no sobrepasa los 150cm de altura y el inferior de hasta 20 cm (Fig. 2.15). Además de *Atriplex lampa*, se encuentran *Chuquiraga avellanadae*, *Acantholippia seriphoides* y *Prosopidastrum striatum* entre las más representadas (Tabla 2.17). De acuerdo a los relevamientos realizados, el porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 70,68%, el de material vegetal muerto fue de 6,21% y 9,58% de broza. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (44%) y la menor proporción pertenece a suculentas (0,43%; Fig. 2.16, Tabla 2.19). Según el tipo biológico, el 86,4% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 13,1% monocotiledóneas y el 0,3% gimnospermas (Fig. 2.16, Tabla 2.20). Esta comunidad

está representada por 22 familias, siendo Chenopodiaceae la de mayor proporción (31,9%), junto a Asteraceae (14,5%). Las demás se encuentran por debajo del 14,5% (Tabla 2.18). El índice de Shannon fue $H' = 2,21$ y el número efectivo de especies $D = 9,11$.

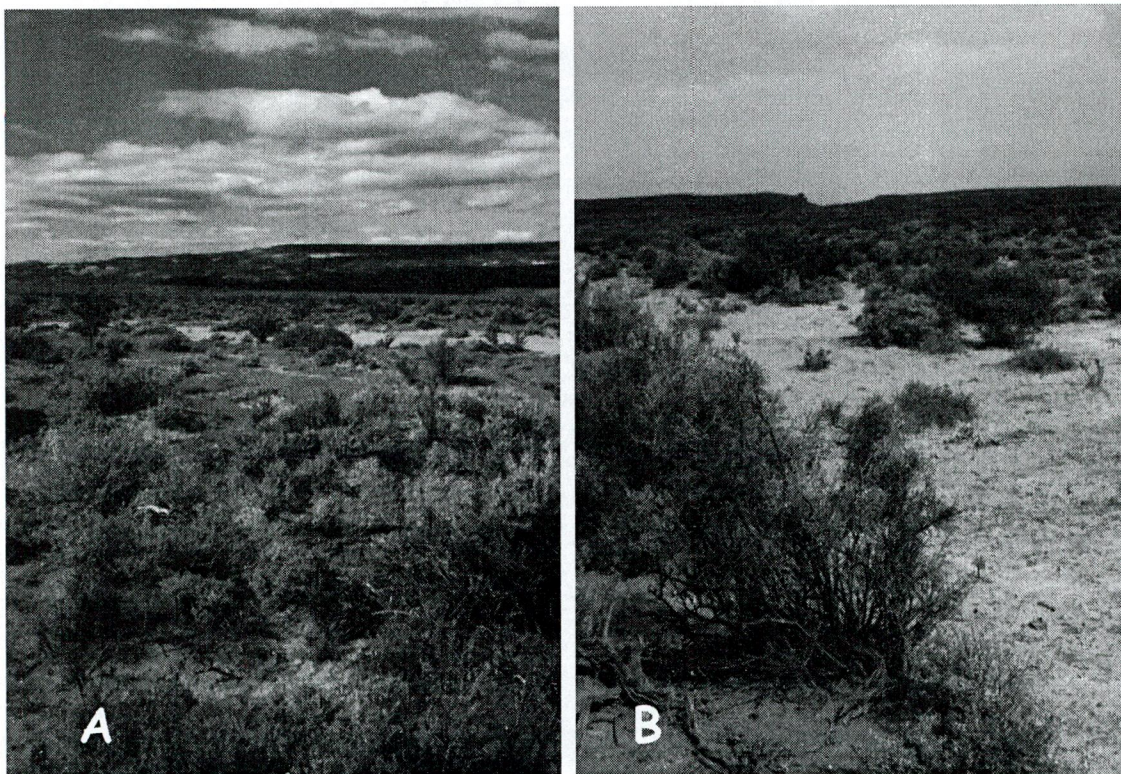


Figura 2.15. Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*. CGT03 (A) CM2T03 (B). Nomenclatura Fig. 2.14.

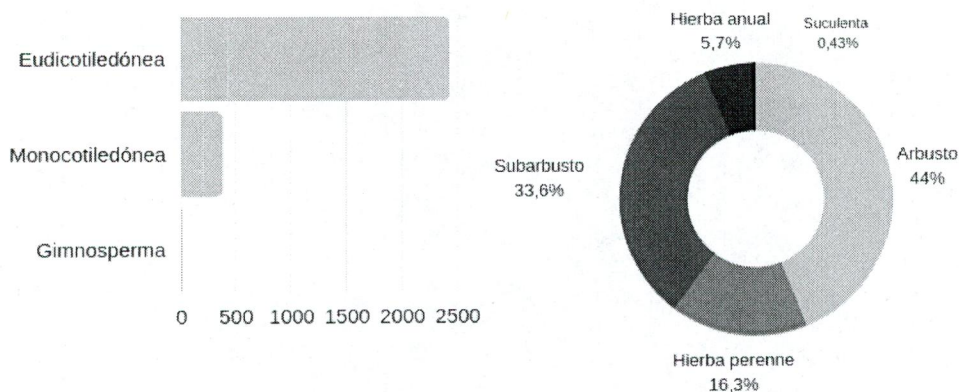


Figura 2.16. Estepa arbustiva con *Atriplex lampa* clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.17. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

Especie	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Atriplex lampa</i>	890	31,66%	31,66%
2. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	197	7,01%	38,67%
3. <i>Acantholippia seriphoides</i>	114	4,06%	42,73%
4. <i>Prosopidastrum striatum</i>	109	3,88%	46,60%
5. <i>Prosopis denudans</i>	100	3,56%	50,16%
6. <i>Pappostipa speciosa</i>	96	3,42%	53,58%
7. <i>Nassauvia ulicina</i>	79	2,81%	56,39%
8. <i>Mulguraea ligustrina</i>	68	2,42%	58,80%
9. <i>Lycium ameghinoi</i>	67	2,38%	61,19%
10. <i>Schinus johnstonii</i>	67	2,38%	63,57%
11. <i>Poa lanuginosa</i>	66	2,35%	65,92%
12. <i>Lycium chilense</i>	63	2,24%	68,16%
13. <i>Chuquiraga erinacea</i>	61	2,17%	70,33%
14. <i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	61	2,17%	72,50%
Otras (64)	773	27,49%	100,00%

Tabla 2.18. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Chenopodiaceae	899	31,98%	31,98%
2. Asteraceae	409	14,55%	46,53%
3. Poaceae	389	13,84%	60,37%
4. Fabaceae	335	11,92%	72,29%
5. Verbenaceae	252	8,96%	81,25%
6. Solanaceae	139	4,94%	86,20%
7. Anacardiaceae	92	3,27%	89,47%
8. Geraniaceae	55	1,96%	91,43%
9. Nyctaginaceae	53	1,89%	93,31%
Otras (13)	188	6,68%	100,00%

Tabla 2.19. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	1238	44,04%	44,04%
2. Subarbusto	942	33,51%	77,55%
3. Hierba perenne	458	16,29%	93,85%
4. Hierba anual	161	5,73%	99,57%
5. Suculenta	12	0,43%	100,00%

Tabla 2.20. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	2431	86,48%	86,48%
2. Monocotiledónea	370	13,16%	99,64%
3. Gimnosperma	10	0,36%	100,00%

2.4.1.6 Estepa arbustiva de baja cobertura

Se la ubica en el monte de llanuras y mesetas, austral o típico (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.17). Esta estepa arbustiva tiene una cobertura vegetal promedio de 32,5%. Se observan principalmente, comunidades de zigofiláceas, aunque también hay presencia de especies arbustivas como *Acantholippia seriphioides* y *Grindelia* sp. (Fig. 2.18).



Figura 2.17. Localización de comunidades estepa arbustiva de baja cobertura. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

El estrato superior alcanza los 250 cm, el estrato medio llega a los 150 cm y el inferior no supera los 50cm (Fig. 2.18). Entre los arbustos del estrato superior se encuentran *Mulguraea cedroides*, *Mulguraea tetragonocalyx* y *Ephedra ochreatea*. Este estrato se caracteriza por la dispersión de sus especies vegetales en el espacio (Oyarzabal *et al.*, 2018). En el estrato medio se hallan *Nassauvia glomerulosa*, *Acantholippia seriphioides* (4,36%), *Tetraglochin caespitosa*, entre las más representadas. En el estrato inferior se presentan gramíneas y arbustos en cojín como *Pappostipa humilis*, *Nardophyllum bryoides*, entre las más representadas (Tabla 2.21).

Según las transectas realizadas, el porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 63,38%, el de material vegetal muerto fue de 5,5% y 2% de broza. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (62,6%) y la menor proporción pertenece a subarbustos (2,4%; Fig. 2.19, Tabla 2.23). Según el tipo biológico, el 78,4% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 16,8% monocotiledóneas y el 4,7% gimnospermas (Fig. 2.19, Tabla 2.24). Esta comunidad está representada por 25 familias, siendo Verbenaceae (23,9%) la de mayor proporción, junto a Asteraceae (21,1%). Las demás se encuentran por debajo del 20% (Tabla 2.22). El índice de Shannon fue $H' = 2,45$ y el número efectivo de especies $D = 11,58$.

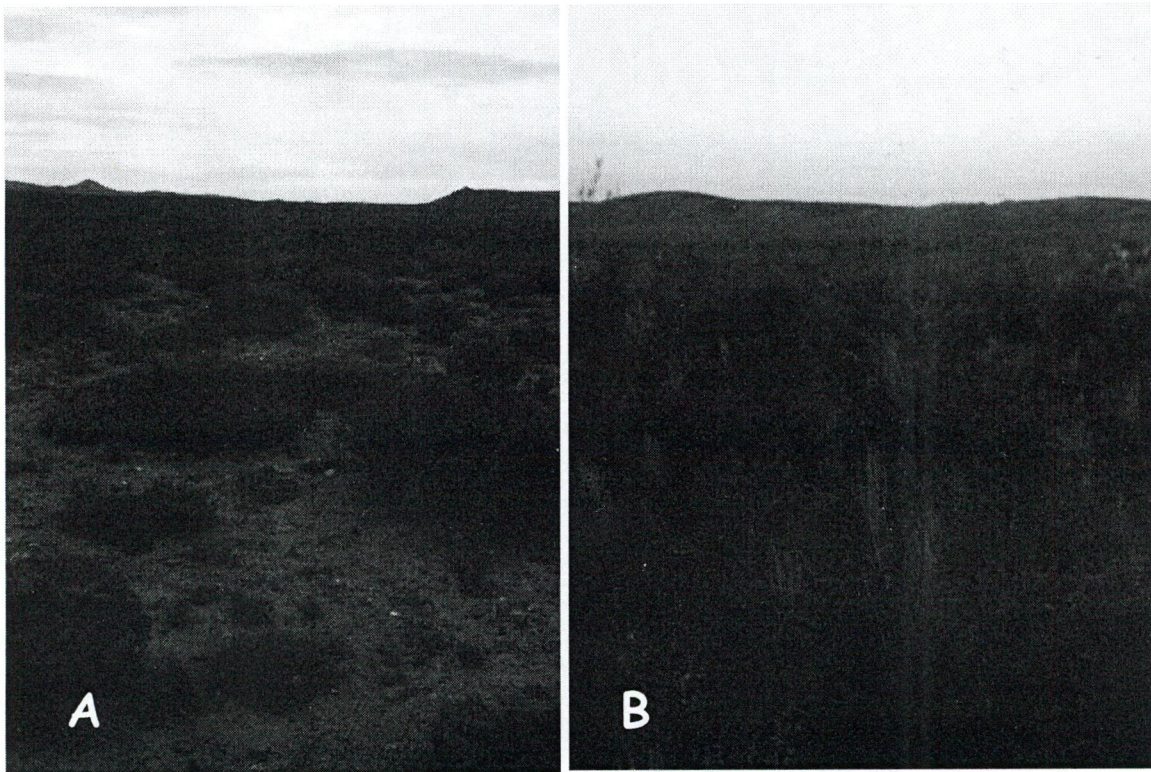


Figura 2.18. Estepa arbustiva de baja cobertura. *CGT12 (A) CTT20 (B)*. Nomenclatura Fig. 2.17.

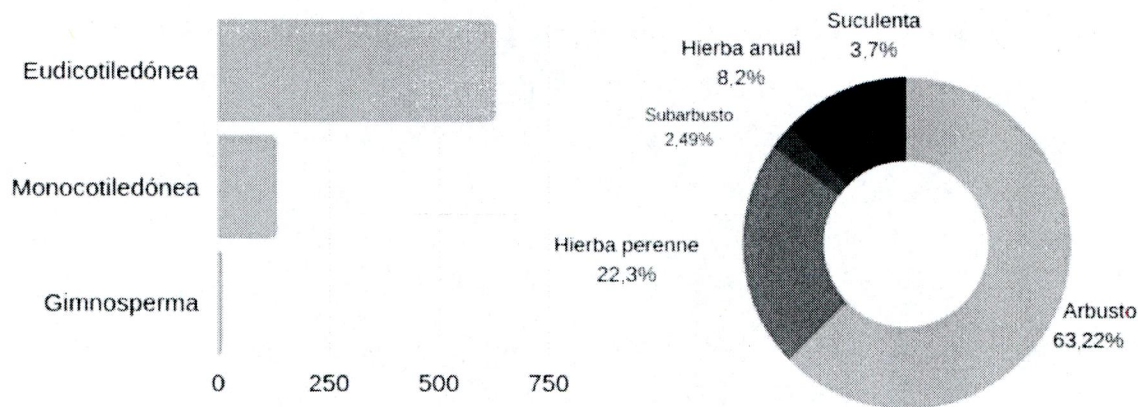


Figura 2.19. Estepa arbustiva de baja cobertura clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.21. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.

Espece	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Mulguraea cedroides</i>	79	9,84%	9,84%
2. <i>Pappostipa humilis</i>	74	9,22%	19,05%
3. <i>Nassauvia glomerulosa</i>	69	8,59%	27,65%
4. <i>Mulguraea tetragonocalyx</i>	66	8,22%	35,87%
5. <i>Ephedra ochreatea</i>	38	4,73%	40,60%
6. <i>Fabiana patagonica</i>	36	4,48%	45,08%
7. <i>Acantholippia seriphoides</i>	35	4,36%	49,44%
8. <i>Nardophyllum bryoides</i>	30	3,74%	53,18%
9. <i>Maihuenia patagonica</i>	28	3,49%	56,66%
10. <i>Tetraglochin caespitosa</i>	28	3,49%	60,15%
11. <i>Cyclolepis genistoides</i>	26	3,24%	63,39%
12. <i>Erodium cicutaium</i>	21	2,62%	66,00%
13. <i>Colliguaja integerrima</i>	19	2,37%	68,37%
14. <i>Lycium chilense</i>	16	1,99%	70,36%
Otras (49)	238	29,63%	100,00%

Tabla 2.22. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Verbenaceae	192	23,91%	23,91%
2. Asteraceae	170	21,17%	45,08%
3. Poaceae	137	17,06%	62,14%
4. Solanaceae	52	6,48%	68,62%
5. Ephedraceae	38	4,73%	73,35%
6. Cactaceae	30	3,74%	77,09%
7. Rosaceae	30	3,74%	80,82%
8. Geraniaceae	21	2,62%	83,44%
9. Anacardiaceae	19	2,37%	85,80%
Otras (16)	114	14,19%	100,00%

Tabla 2.23. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	503	63,03%	63,03%
2. Hierba perenne	179	22,43%	85,46%
3. Hierba anual	66	8,27%	93,73%
4. Suculenta	30	3,76%	97,49%
5. Subarbusto	20	2,51%	100,00%

Tabla 2.24. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva de baja cobertura.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	625	78,32%	78,32%
2. Monocotiledónea	135	16,92%	95,24%
3. Gimnosperma	38	4,76%	100,00%

2.4.1.7 Estepa arbustiva serrana

Se ubica en la estepa patagónica, en el distrito central (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.20). Esta estepa arbustiva tiene una cobertura vegetal promedio de 32,89%. Posee un estrato de no más de 170 cm, conformado principalmente por arbustos.

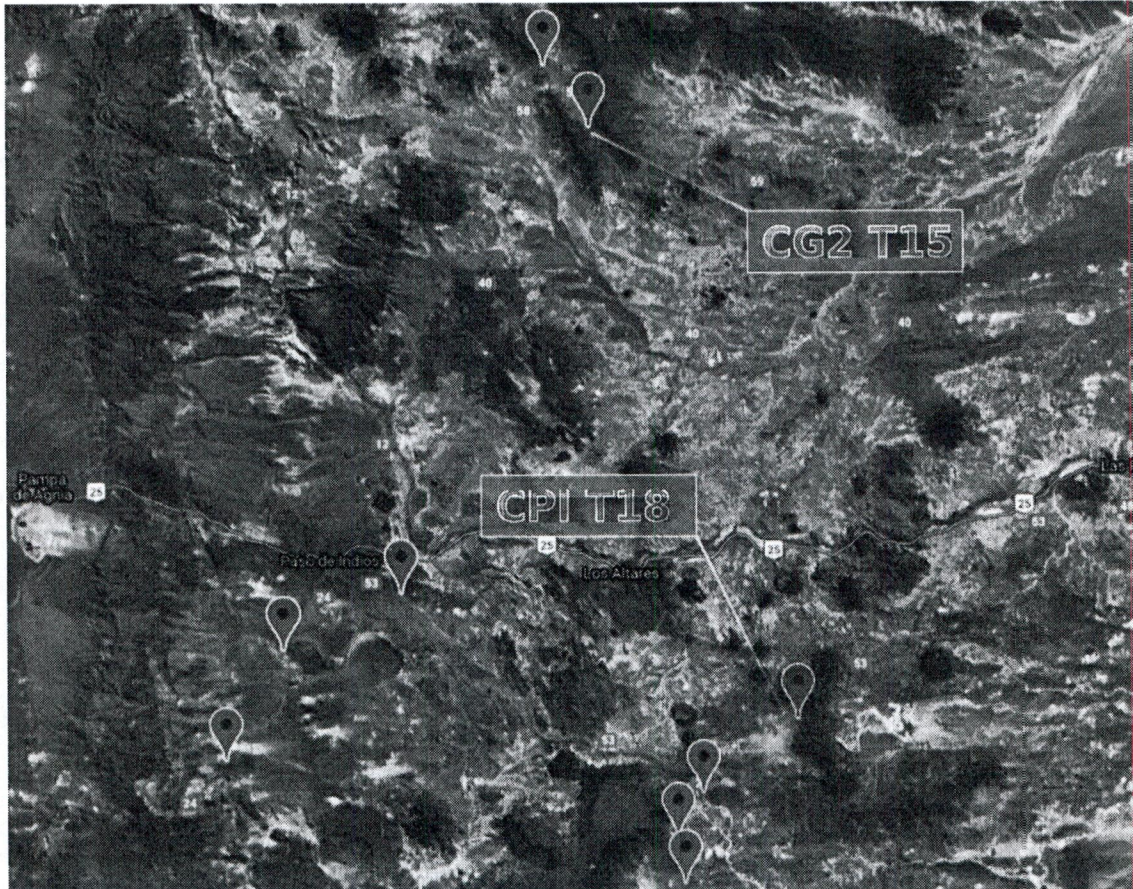


Figura 2.20. Localización de comunidades estepa arbustiva serrana. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Se encuentran especies como *Chuquiraga avellanadae*, *Colliguaja integerrima*, *Nassauvia glomerulosa*, *Erodium cicutaium*, *Nardophyllum bryoides*, *Pleurophora patagonica*, *Prosopis denudans*, *Pappostipa speciosa* entre las más representadas (Tabla 2.25). De acuerdo a los relevamientos realizados, el porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 61,44%, el de material vegetal muerto fue de 6% y 4,23% de broza. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (71,1%) y la menor proporción pertenece a suculentas (10,7%; Fig. 2.22, Tabla 2.27). Según el tipo biológico, el 83,9% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 15,4%

monocotiledóneas y el 0,6% gimnospermas (Fig. 2.22, Tabla 2.28). Esta comunidad está representada por 23 familias, siendo Asteraceae (37,6%) la de mayor proporción, junto a Poaceae (15,4%). Las demás se encuentran por debajo del 15% (Tabla 2.26). El índice de Shannon fue $H' = 2,12$ y el número efectivo de especies $D = 8,33$.

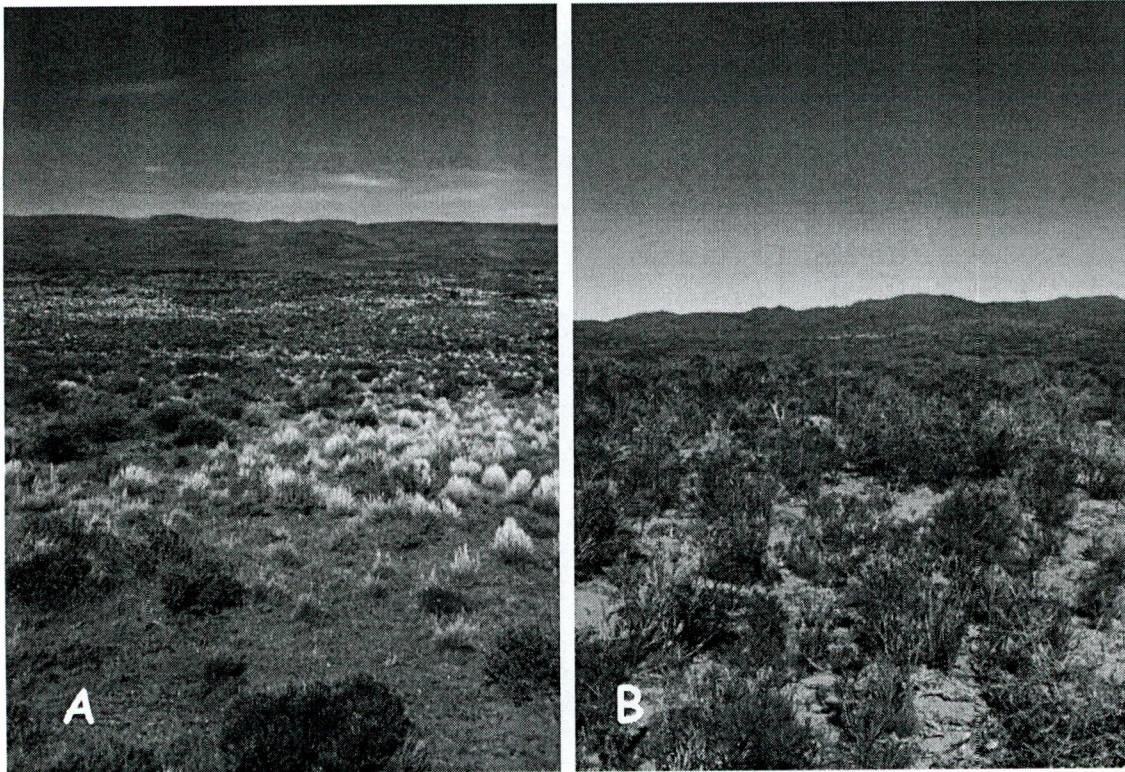


Figura 2.21. Estepa arbustiva serrana. CG2T15 (A) CPIT18 (B). Nomenclatura Fig. 2.20.

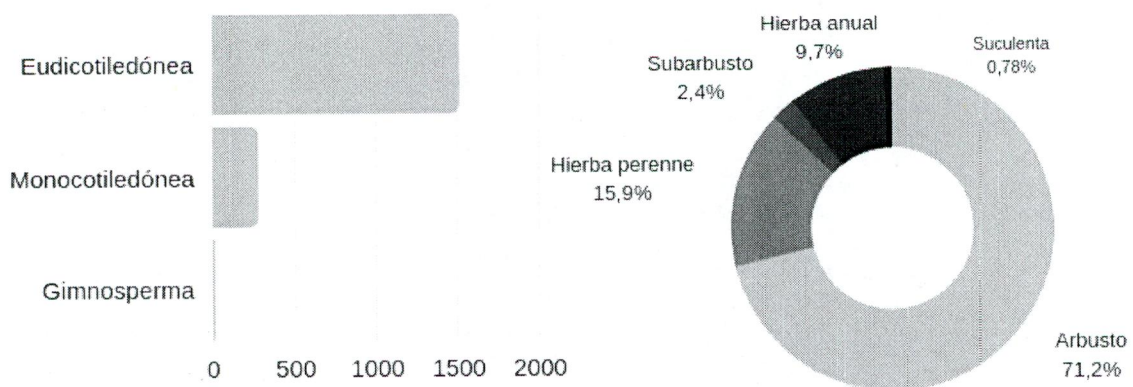


Figura 2.22. Estepa arbustiva serrana clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.25. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.

Especie	N° de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	312	17,35%	17,35%
2. <i>Colliguaja integerrima</i>	264	14,68%	32,04%
3. <i>Nassauvia glomerulosa</i>	159	8,84%	40,88%
4. <i>Erodium cicutarium</i>	95	5,28%	46,16%
5. <i>Nardophyllum bryoides</i>	76	4,23%	50,39%
6. <i>Pleurophora patagonica</i>	73	4,06%	54,45%
7. <i>Prosopis denudans</i>	67	3,73%	58,18%
8. <i>Pappostipa speciosa</i>	65	3,62%	61,79%
9. <i>Pappostipa humilis</i>	57	3,17%	64,96%
10. <i>Mulguraea ligustrina</i>	56	3,11%	68,08%
11. <i>Nassauvia ulicina</i>	52	2,89%	70,97%
12. <i>Poa lanuginosa</i>	50	2,78%	73,75%
13. <i>Plantago patagonica</i>	39	2,17%	75,92%
14. <i>Lycium ameghinoi</i>	37	2,06%	77,98%
Otras (58)	396	22,02%	100,00%

Tabla 2.26. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.

Familia	N° de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Asteraceae	677	37,65%	37,65%
2. Poaceae	278	15,46%	53,11%
3. Euphorbiaceae	264	14,68%	67,80%
4. Fabaceae	114	6,34%	74,14%
5. Verbenaceae	99	5,51%	79,64%
6. Geraniaceae	95	5,28%	84,93%
7. Lythraceae	73	4,06%	88,99%
8. Solanaceae	67	3,73%	92,71%
9. Plantaginaceae	39	2,17%	94,88%
Otras (14)	74	5,11%	100,00%

Tabla 2.27. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	1280	71,19%	71,19%
2. Hierba perenne	285	15,85%	87,04%
3. Hierba anual	175	9,73%	96,77%
4. Subarbusto	44	2,45%	99,22%
5. Suculenta	14	0,78%	100,00%

Tabla 2.28. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva serrana.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	1510	83,98%	83,98%
2. Monocotiledónea	277	15,41%	99,39%
3. Gimnosperma	11	0,61%	100,00%

2.4.1.8 Estepa subarbusciva baja cobertura

Se la ubica en el monte de llanuras y mesetas, austral o típico (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.23). Esta estepa subarbusciva tiene una cobertura vegetal promedio de 39,05%. Posee un estrato que no supera los 60 cm (Fig. 2.24).

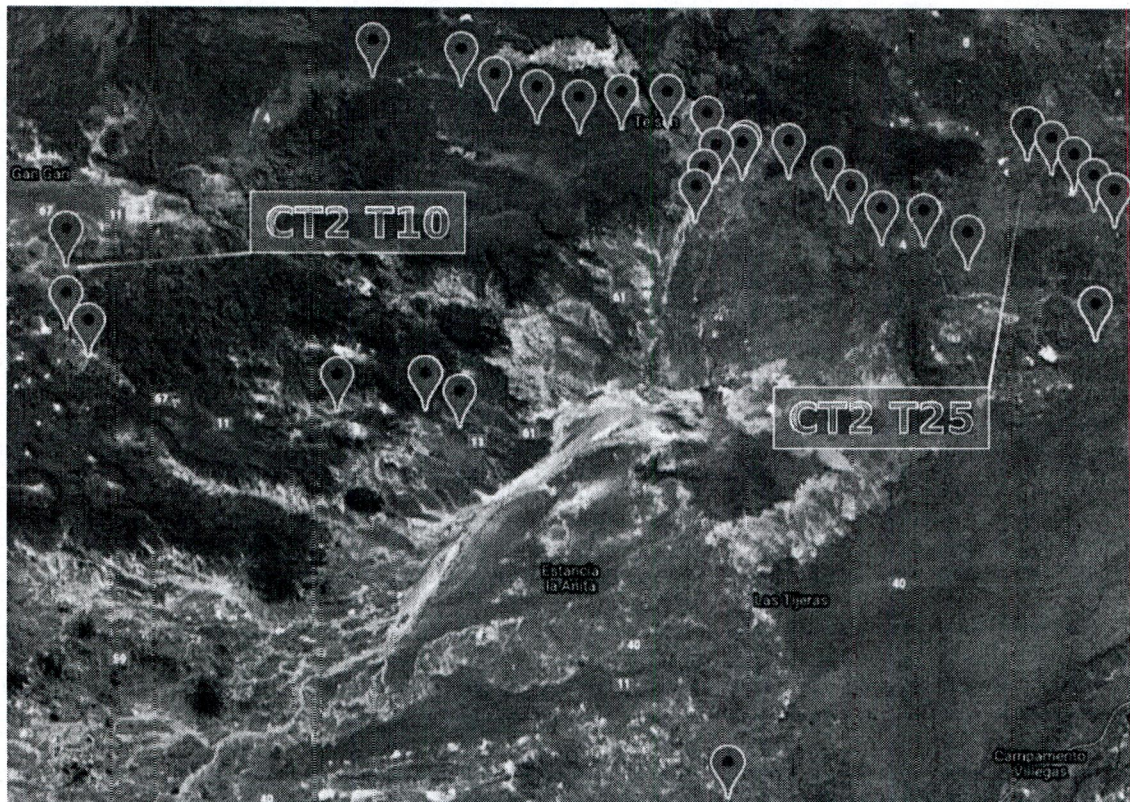


Figura 2.23. Localización de comunidades estepa subarbusciva baja cobertura. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Se observan especies como *Larrea divaricata*, *Prosopis alpataco*, *Acantholippia seriphioides*, *Larrea nítida* y *Atriplex lampa*, entre las más representadas (Tabla 2.29). Según las transectas realizadas, el porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 55,88%, el de material vegetal muerto fue de 5,15% y 6,68% de broza. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (65,85%) y la menor proporción pertenece a suculentas (0,39%; Fig. 2.25, Tabla 2.31). Según el tipo biológico, el 82,8% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 16,6% monocotiledóneas y el 0,5% gimnospermas (Fig. 2.25, Tabla 2.32). Esta comunidad está representada por 33 familias, siendo Zygothylaceae la de mayor proporción (20,1%), junto a Poaceae (16,8%) y Asteraceae (16,3%). Las demás se encuentran por debajo del 10% (Tabla 2.30). El índice de Shannon fue $H' = 2,13$ y el número efectivo de especies $D = 8,41$.

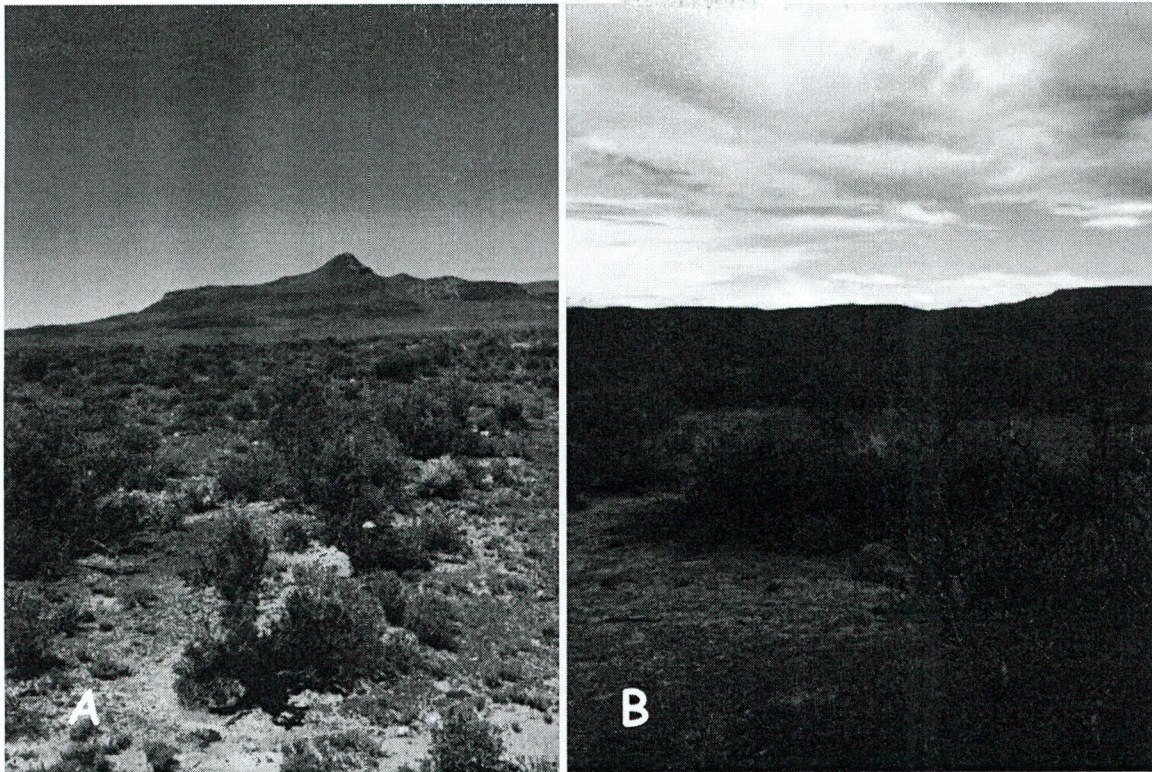


Figura 2.24. Estepa subarbusitiva baja cobertura. CT2T10 (A) CT2T25 (B). Nomenclatura Fig. 2.23.

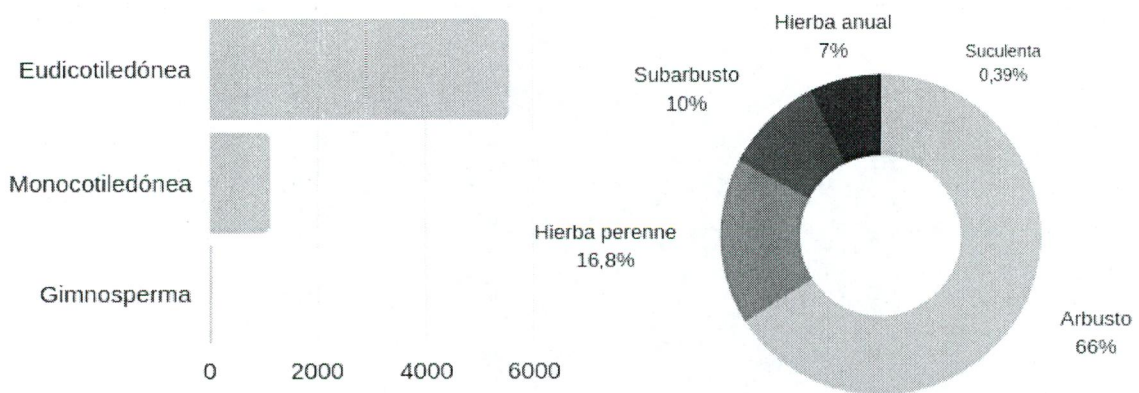


Figura 2.25. Estepa subarbusitiva baja cobertura clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.29. Especies en la comunidad vegetal Estepa subarbusciva baja cobertura.

Especie	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Larrea divaricata</i>	832	12,43%	12,43%
2. <i>Prosopis alpataco</i>	496	7,41%	19,84%
3. <i>Acantholippia seriphoides</i>	482	7,20%	27,05%
4. <i>Larrea nitida</i>	447	6,68%	33,73%
5. <i>Atriplex lampa</i>	417	6,23%	39,96%
6. <i>Pappostipa humilis</i>	280	4,18%	44,14%
7. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	177	2,64%	46,79%
8. <i>Chuquiraga erinacea</i>	177	2,64%	49,43%
9. <i>Lycium chilense</i>	175	2,62%	52,05%
10. <i>Pappostipa speciosa</i>	163	2,44%	54,48%
11. <i>Schinus johnstonii</i>	161	2,41%	56,89%
12. <i>Fabiana patagonica</i>	143	2,14%	59,03%
13. <i>Poa lanuginosa</i>	143	2,14%	61,16%
14. <i>Nassauvia ulicina</i>	107	1,60%	62,76%
Otras (104)	2.492	37,23%	100,00%

Tabla 2.30. Familias en la comunidad vegetal Estepa subarbusciva baja cobertura.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Zygophyllaceae	1351	20,19%	20,19%
2. Poaceae	1126	16,83%	37,01%
3. Asteraceae	1094	16,35%	53,36%
4. Fabaceae	654	9,77%	63,14%
5. Verbenaceae	647	9,67%	72,80%
6. Chenopodiaceae	427	6,38%	79,18%
7. Solanaceae	427	6,38%	85,56%
8. Anacardiaceae	181	2,70%	88,27%
9. Euphorbiaceae	147	2,20%	90,47%
Otras (24)	638	9,53%	100,00%

Tabla 2.31. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa subarbusativa baja cobertura.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	4407	65,85%	65,85%
2. Hierba perenne	1123	16,78%	82,64%
3. Subarbusto	671	10,03%	92,66%
4. Hierba anual	465	6,95%	99,61%
5. Suculenta	26	0,39%	100,00%

Tabla 2.32. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa subarbusativa baja cobertura.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	5544	82,85%	82,85%
2. Monocotiledónea	1112	16,62%	99,46%
3. Gimnosperma	36	0,54%	100,00%

2.4.1.9 Estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp.

Se ubica en la estepa patagónica, distrito occidental (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.26). Esta estepa arbustivo graminosa tiene una cobertura vegetal promedio de 39,24%. Posee dos estratos: el arbustivo (superior) alcanza los 150 cm de altura y la graminosa (inferior) no supera los 30 cm (Fig. 2.27).

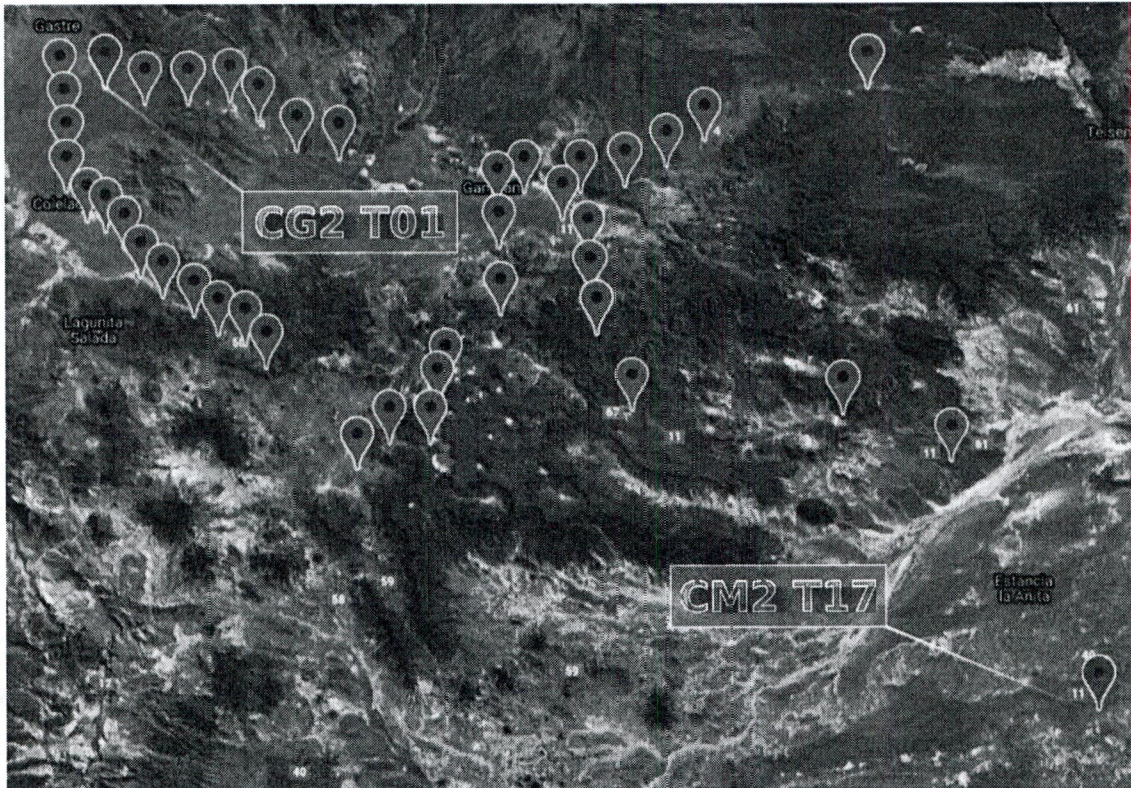


Figura 2.26. Localización de comunidades estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Se encuentran especies como *Pappostipa speciosa*, *Pappostipa humilis*, *Nassauvia glomerulosa*, *Senecio filaginoides*, *Azorella monantha*, *Festuca pallescens*, *Festuca* sp., *Grindelia chiloensis*, *Junellia tonini*, entre las más representadas (Tabla 2.33). El porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 51,78%, el de material vegetal muerto fue de 9,08% y el de broza de 3,29%. La cobertura más abundante corresponde a las hierbas perennes (48,7%) y la menor proporción pertenece a suculentas (0,9%; Fig. 2.28, Tabla 2.35). Según el tipo biológico, el 55,68% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 43,29% monocotiledóneas y el 1,04% gimnospermas (Fig. 2.28, Tabla 2.36). Esta comunidad está representada por 40 familias, siendo Poaceae (45,3%) la de mayor proporción, junto a Asteraceae (24,6%). Las demás se

encuentran por debajo del 5% (Tabla 2.34). El índice de Shannon fue $H' = 2,08$ y el número efectivo de especies $D = 8,00$.

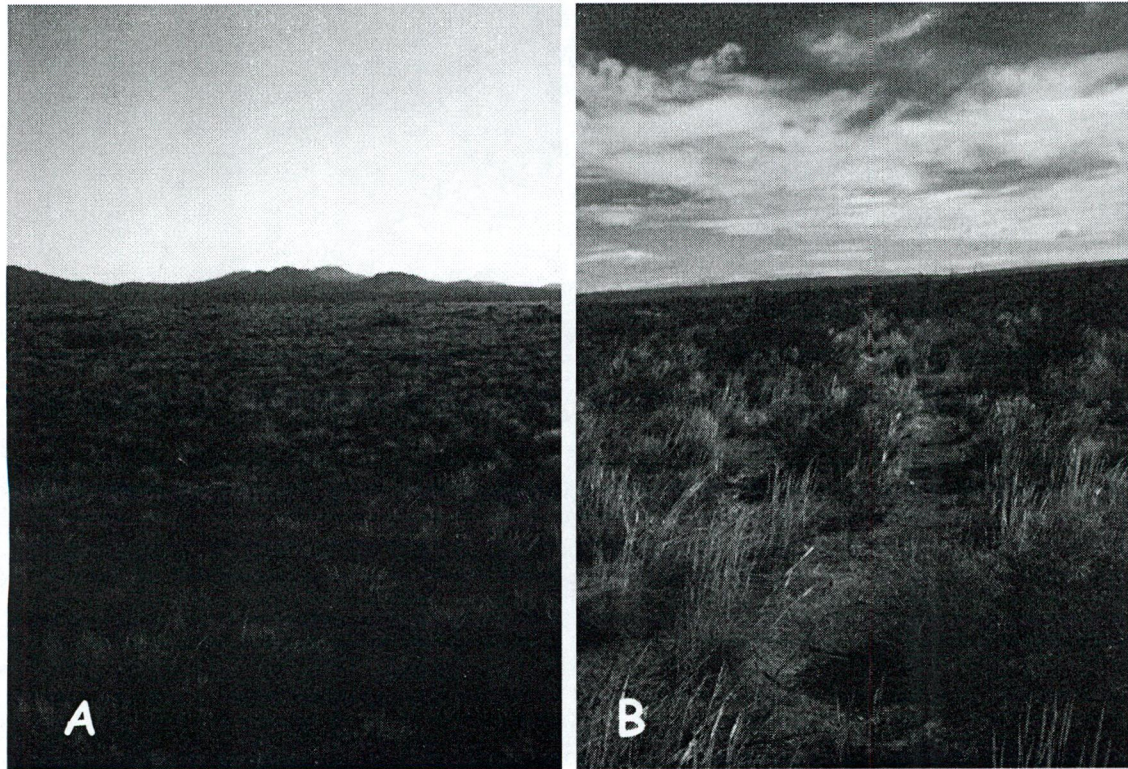


Figura 2.27. Estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp. CG2T01 (A) CM2T17(B). Nomenclatura Fig. 2.26.

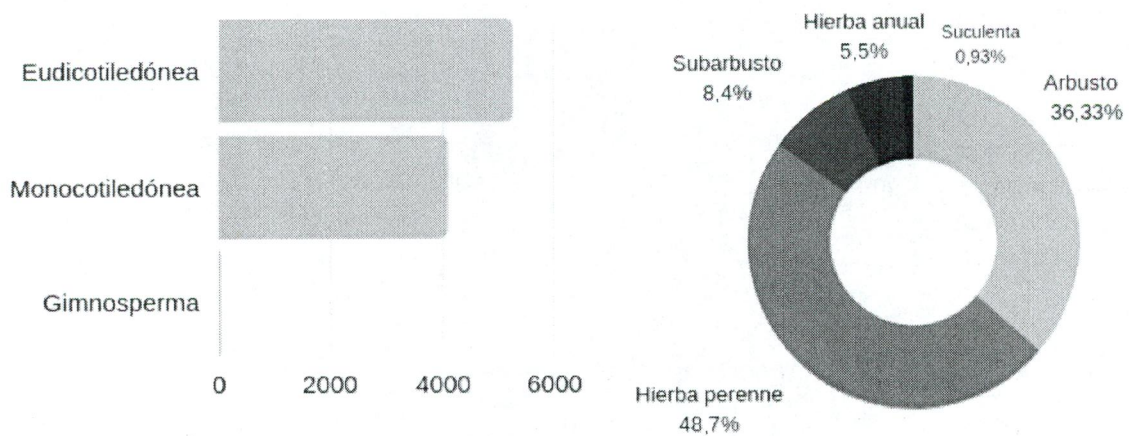


Figura 2.28. Estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp. clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.33. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp.

Espece	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Pappostipa speciosa</i>	1396	14,79%	14,79%
2. <i>Pappostipa humilis</i>	1145	12,13%	26,91%
3. <i>Nassauvia glomerulosa</i>	975	10,33%	37,24%
4. <i>Senecio filaginoides</i>	514	5,44%	42,68%
5. <i>Azorella monantha</i>	383	4,06%	46,74%
6. <i>Festuca pallescens</i>	314	3,33%	50,06%
7. <i>Festuca</i> sp	299	3,17%	53,23%
8. <i>Grindelia chiloensis</i>	290	3,07%	56,30%
9. <i>Poa lanuginosa</i>	218	2,31%	58,61%
10. <i>Spegazziniophytum patagonicum</i>	191	2,02%	60,63%
11. <i>Poa ligularis</i>	186	1,97%	62,60%
12. <i>Berberis microphylla</i>	177	1,87%	64,48%
13. <i>Plantago patagonica</i>	160	1,69%	66,17%
14. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	158	1,67%	67,85%
Otras (142)	3.036	32,15%	100,00%

Tabla 2.34. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Poaceae	4284	45,37%	45,37%
2. Asteraceae	2325	24,62%	70,00%
3. Apiaceae	393	4,16%	74,16%
4. Fabaceae	295	3,12%	77,28%
5. Verbenaceae	285	3,02%	80,30%
6. Euphorbiaceae	232	2,46%	82,76%
7. Solanaceae	199	2,11%	84,87%
8. Berberidaceae	177	1,87%	86,74%
9. Plantaginaceae	160	1,69%	88,43%
Otras (31)	1.092	11,56%	100,00%

Tabla 2.35. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Hierba perenne	4602	48,76%	48,76%
2. Arbusto	3431	36,35%	85,10%
3. Subarbusto	793	8,40%	93,51%
4. Hierba anual	522	5,53%	99,04%
5. Suculenta	91	0,96%	100,00%

Tabla 2.36. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustivo gramínea de *Pappostipa* sp.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	5254	55,66%	55,66%
2. Monocotiledónea	4087	43,30%	98,96%
3. Gimnosperma	98	1,04%	100,00%

2.4.1.10 Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*

Se ubica en la estepa patagónica, distrito central (Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012; Fig. 2.29). Esta estepa arbustiva tiene una cobertura vegetal promedio de 50,33%. Posee dos estratos: el superior alcanza los 200 cm de altura y el inferior no supera los 30 cm (Fig. 2.30).



Figura 2.29. Localización de las comunidades estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*. Dos de las transectas de esta comunidad son etiquetadas en color rosa para ejemplificación posterior (coordenadas en Apéndice 2).

Además de *Colliguaja integerrima*, especie predominante, se encuentran *Ephedra ochreatea*, *Pappostipa speciosa*, *Pleurophora patagonica*, *Nassauvia glomerulosa*, *Pappostipa humilis*, *Chuquiraga avellanadae*, *Mulguraea tetragonocalyx* entre las más representadas (Tabla 2.37). El porcentaje promedio de suelo desnudo fue de 46%, el de material vegetal muerto fue de 4,4% y el de broza de 7%. La cobertura más abundante corresponde a los arbustos (82,8%) y la menor proporción pertenece a suculentas (0,65%; Fig. 2.31, Tabla 2.39). Según el tipo biológico, el 75,9% de las especies fueron eudicotiledóneas, el 12,9% monocotiledóneas y el 11,1% gimnospermas (Fig. 2.31, Tabla 2.40). Esta unidad está representada por 17 familias, siendo Euphorbiaceae (32,7%) la de mayor proporción, junto a Asteraceae (13,5%) y

Poaceae (13,09%). Las demás se encuentran por debajo del 12% (Tabla 2.38). El índice de Shannon fue $H' = 2,05$ y el número efectivo de especies $D = 7,76$.



Figura 2.30. Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*. CT2T14 (A) CT2T15 (B). Nomenclatura Fig. 2.29.

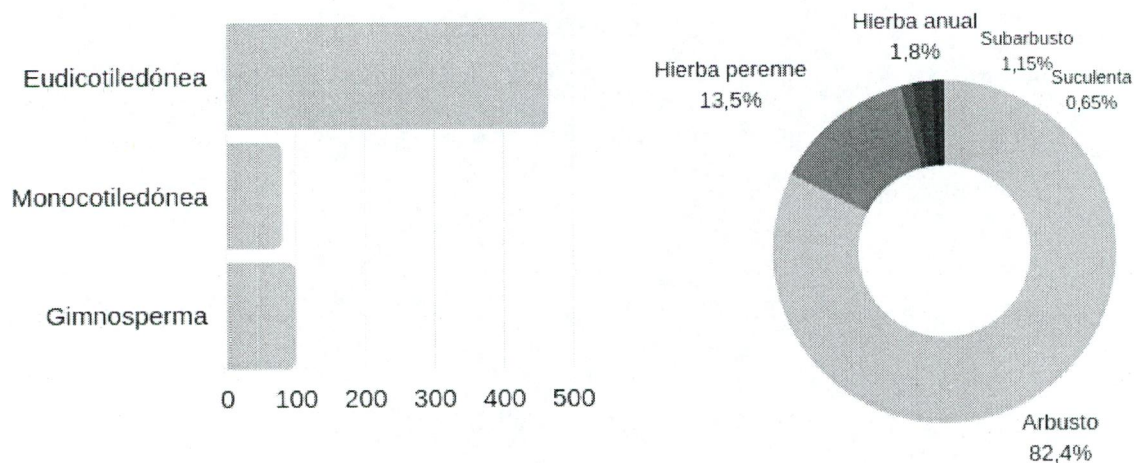


Figura 2.31. Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima* clasificación de especies: por tipo (izquierda) y por forma (derecha).

Tabla 2.37. Especies en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*.

Especie	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. <i>Colliguaja integerrima</i>	197	32,24%	32,24%
2. <i>Ephedra ochreatea</i>	68	11,13%	43,37%
3. <i>Pappostipa speciosa</i>	39	6,38%	49,75%
4. <i>Pleurophora patagonica</i>	37	6,06%	55,81%
5. <i>Nassauvia glomerulosa</i>	35	5,73%	61,54%
6. <i>Pappostipa humilis</i>	31	5,07%	66,61%
7. <i>Chuquiraga avellanadae</i>	27	4,42%	71,03%
8. <i>Mulguraea tetragonocalyx</i>	24	3,93%	74,96%
9. <i>Schinus roigii</i>	23	3,76%	78,72%
10. <i>Berberis microphylla</i>	21	3,44%	82,16%
11. <i>Adesmia volckmannii</i>	14	2,29%	84,45%
12. <i>Nardophyllum bryoides</i>	13	2,13%	86,58%
13. <i>Schinus johnstonii</i>	13	2,13%	88,71%
14. <i>Mulguraea ligustrina</i>	10	1,64%	90,34%
Otras (20)	59	9,65%	100,00%

Tabla 2.38. Familias biológicas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*.

Familia	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Euphorbiaceae	200	32,73%	32,73%
2. Asteraceae	83	13,58%	46,32%
3. Poaceae	80	13,09%	59,41%
4. Ephedraceae	68	11,13%	70,54%
5. Verbenaceae	41	6,71%	77,25%
6. Lythraceae	37	6,06%	83,31%
7. Anacardiaceae	36	5,89%	89,20%
8. Berberidaceae	21	3,44%	92,64%
9. Fabaceae	16	2,62%	95,25%
Otras (8)	29	4,74%	100,00%

Tabla 2.39. Formas biológicas determinadas en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Arbusto	506	82,82%	82,82%
2. Hierba perenne	83	13,58%	96,40%
3. Hierba anual	11	1,80%	98,20%
4. Subarbusto	7	1,15%	99,35%
5. Suculenta	4	0,65%	100,00%

Tabla 2.40. Tipos biológicos determinados en la comunidad vegetal Estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima*.

Forma	Nº de ejemplares	Porcentaje de cobertura	Total acumulado
1. Eudicotiledónea	464	75,94%	75,94%
2. Monocotiledónea	79	12,93%	88,87%
3. Gimnosperma	68	11,13%	100,00%

2.5 Análisis sintético de las comunidades vegetales

En esta sección se presenta, por un lado, un cuadro comparativo sintético de las comunidades vegetales, con sus respectivos indicadores (Tabla 2.41). Por otro lado, se presenta también un cuadro que muestra la clasificación de las comunidades vegetales con el número de transectas realizadas para esta tesis (Tabla 2.42). Se puede apreciar que, en una primera aproximación, la estepa arbustiva de baja cobertura, fue la que presentó una mayor diversidad, mientras que el resto de las comunidades arrojaron los valores más bajos en cuanto a su diversidad. Por el contrario, puede observarse que la comunidad de menor diversidad, fue la que arrojó un mayor valor en la cobertura vegetal total (Ver discusión).

Tabla 2.41. Resumen de indicadores promedio por comunidad vegetal. Cobertura total (C t), Suelo desnudo (S d), Muerto en pie (M p), Broza (B), índice de Shannon (H') y números equivalentes de especies (D) para cada comunidad vegetal.

Comunidad vegetal	C t %	S d %	M p %	B %	H'	D
Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	50,33	46	4,4	7	2,05	7,767901
Estepa arbustivo gramínea de <i>Pappostipa</i> sp.	39,24	51,78	9,08	3,29	2,08	8,004469
Estepa subarbustiva baja cobertura	39,05	55,88	5,15	6,68	2,13	8,414867
Estepa arbustiva serrana	32,89	61,44	6	4,23	2,12	8,331137
Estepa arbustiva de baja cobertura	32,5	63,38	5,5	2	2,45	11,58835
Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	23,11	70,68	6,21	9,58	2,21	9,115716
Estepa arbustiva baja	23,07	72,63	4,71	5,92	2,19	8,935213
Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	20,93	73,99	5,6	8,16	2,16	8,671138
Matorral abierto halófito	19,9	76	4,56	13,56	2	7,389056
Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	17,5	79,25	3,47	11,08	2,17	8,758284

Tabla 2.42. Nomenclatura de las unidades de vegetación y número de transectas para las comunidades vegetales.

Unidad de vegetación	Comunidad vegetal	Transectas
Estepa arbustiva	Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	54
	Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	14
	Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	8
	Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	3
Estepa arbustivo graminosa	Estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa</i> sp.	47
Estepa de zigofiláceas de baja cobertura	Estepa arbustiva de baja cobertura	4
	Matorral abierto halofítico	5
	Estepa subarbustiva de baja cobertura	33
Estepa arbustiva baja	Estepa arbustiva baja	23
Estepa arbustiva serrana	Estepa arbustiva serrana con <i>Colliguaja integerrima</i>	9
Total		200

2.6 Discusión

En este capítulo se obtuvo una compilación de la biodiversidad vegetal de una fracción de las ecorregiones estepa arbustiva del monte y de la estepa patagónica. Se realizó una descripción de la cobertura vegetal viva, del material vegetal muerto, del porcentaje de suelo desnudo, del mantillo, entre otros parámetros ecológicos, del centro-norte de Chubut, en los departamentos Telsen, Mártires, Paso de Indios y Gastre.

Existen numerosas formas de clasificar a la vegetación. Hay una tendencia a pensar que las clasificaciones numéricas son mejores que las no numéricas, pero esto no es así en todas las circunstancias (Matteucci, 1982). En este trabajo se utilizó el método informal (no numérico) basado en las observaciones a campo, el cual fue ventajoso para cumplir con los objetivos planteados. De esta manera, se prescindió de técnicas estadísticas en la formación de grupos al inicio del muestreo, lo que hizo que fuera más fácil y rápido el estudio en un área tan extensa. El método utilizado tiene cada etapa muy especificada, por lo que puede ser repetido sin dificultad y obtener resultados similares (Matteucci, 1982).

Los resultados obtenidos del índice de Shannon (H') para todas las comunidades vegetales fueron bajos y en un rango del 2 al 2,45, tal cual era lo esperado para zonas semiáridas como las del presente caso de estudio (Magurran, 1988). El H' muestra

una gran sensibilidad frente a la presencia de plantas poco frecuentes (plantas raras) (Peet, 1974) y se puede observar que presenta un movimiento muy parecido entre las comunidades, donde los valores varían poco entre sí (Tabla 2.41).

Ahora bien, si se observa el número equivalente de especies (D), se puede constatar que la comunidad de mayor diversidad fue la estepa arbustiva de baja cobertura ($D=11,58835$; Tabla 2.41) en un porcentaje mucho mayor que si se hubiesen comparado solamente los valores de H' . En el otro extremo, la comunidad matorral abierto halofítico tiene una diversidad igual a la que tendría una comunidad de 7,39 especies efectivas. Esto significa que la comunidad estepa arbustiva de baja cobertura es 1,57 veces más diversa que la comunidad matorral abierto halofítico (*i. e.* $D=11,58/D=7,38$). Posiblemente los resultados obtenidos reflejen que la comunidad matorral abierto halofítico se trata de una comunidad ubicada en suelos anegadizos, salinos y arcillosos (Oyarzabal *et al.*, 2018), donde prosperan pocas especies vegetales (Matteucci y Rodríguez, 2017). Del mismo modo para el resto de las comunidades, se obtuvo que la diversidad expresada en D, muestra la diversidad que tiene cada comunidad integrada por i especies igualmente comunes. Es así que, por ejemplo, la estepa arbustiva con *Atriplex lampa*, en la que se relevaron 78 especies, posee una *diversidad* igual a la *diversidad* que poseería una comunidad teórica de 9,11 especies vegetales en la que todas las especies tuvieran la misma abundancia. Asimismo, se observa que los valores más altos en diversidad se manifiestan en ambientes de cobertura total intermedia, mientras que, por el contrario, cuando hay mayor cobertura total, parece haber menores valores de diversidad (Tabla 2.41). Esta situación es opuesta a las hipótesis que sugieren que a mayor biomasa, mayor es la biodiversidad vegetal de un ecosistema (Tilman *et al.*, 1997; Safriel y Adeel, 2005).

Una considerable parte de las angiospermas está comprendida, en términos de biodiversidad, dentro de las monocotiledóneas y eudicotiledóneas (Fig. 2.4, 2.7, 2.10, 2.13, 2.16, 2.19, 2.22, 2.25, 2.28 y 2.31). Las primeras contienen el 22% aproximadamente de todas las angiospermas, mientras que las segundas abarcan el 75% aproximadamente (Doyle, 1993). En este trabajo, esto también se evidenció para todas las comunidades. Por otro lado, dentro del grupo de las gimnospermas, para la zona sólo se relevaron dos especies pertenecientes al género *Ephedra*, un arbusto muy común en zonas áridas (Simpson, 2019).

Las principales familias dominantes para todas las comunidades fueron Asteraceae y Poaceae, lo que es consecuente con otros estudios, en los que estas familias también fueron las mejores representadas en toda la Patagonia austral (Bremer, 1994; Katinas

et al., 2007; Biganzoli y Zuloaga, 2015). Quizás su preponderancia esté vinculada directamente a su capacidad adaptativa frente a los climas adversos de la región, a su eficacia reproductiva y a sus estrategias para la dispersión y germinación de semillas (Katinas *et al.*, 2007). Estas estrategias están basadas en adaptaciones morfológicas, como puede observarse en las hojas angostas y recurvadas del *Brachyclados caespitosus* o en el mesófilo isolateral de *Grindelia chiloensis*, por citar algunos ejemplos (Pyykkö, 1966). En general poseen semillas compactas y de tamaño reducido por lo que no germinan cuando están enterradas, lo que constituye una óptima adaptación para la dispersión en el tiempo. Además este tamaño les otorga a veces una protección contra la depredación (Ghermandi, 1992).

Del resto de los parámetros evaluados, se observó que la comunidad con menor cobertura vegetal promedio fue la estepa arbustiva con *Frankenia patagonica* (17,5%) y la de mayor valor fue la estepa arbustiva con *Colliguaja integerrima* (50,33%; Tabla 2.41). Sin embargo, estos valores indican que el promedio de cobertura vegetal es escaso para todas las comunidades evaluadas⁴, con lo cual, se puede corroborar un elevado grado de deterioro, mismo patrón encontrado por Oliva y colaboradores (Oliva *et al.*, 2017). Asimismo, se observó un alto porcentaje de suelo desnudo, posiblemente vinculado a la degradación por erosión hídrica y eólica y manifestada en distintas escalas, desde pequeños parches de suelo descubierto hasta cuencas de deflación. La cartografía de erosión minimiza los efectos a pequeña escala, pues sólo detecta dimensiones del orden de cientos de hectáreas y no incluye a los parches de suelo desnudo en zonas con cobertura vegetal (Oliva *et al.*, 2017). No obstante, en las últimas décadas se ha observado un aumento en la fragmentación de parches de vegetación que dan lugar a más áreas con suelo desnudo (Bertiller *et al.*, 2004).

Del mismo modo, para la broza o mantillo, se observaron valores bajos (Tabla 2.41) en todas las comunidades, lo cual también es un indicador del deterioro ambiental⁵. Tanto esta situación como la tendencia a la disminución en la cobertura total, fueron encontradas por otros autores para la región patagónica y se atribuyen principalmente al sobrepastoreo ovino (Oliva *et al.*, 1998; Gaitán, 2009). Siguiendo esta línea, se destaca la predominancia de los arbustos, por sobre las demás formas de vida, siendo estos los que mejor aprovechan la humedad del suelo cuando hay remoción de pastos por sobrepastoreo (Sala *et al.*, 1989). Este sobrepastoreo, se evidencia, no sólo por la

⁴ La red de monitores MARAS establece que un promedio de cobertura vegetal del 50 % es escaso para el centro-norte de Chubut (Oliva *et al.*, 2017).

⁵ En zonas con baja intensidad de uso, el mantillo está presente en un 14% (Buono *et al.*, 2011).

observación de ovejas sobre las transectas de estudio, por la entrevista a dueños de diferentes estancias de la zona de estudio, sino también por el estado del pastizal.

Varios modelos ya han señalado que tanto la sequía como la presión ejercida por el ganado sobre el sistema, incrementan la tasa de crecimiento de los arbustos por encima de las gramíneas (Sala *et al.*, 1989; Schlesinger *et al.*, 1990). Estas se ven reducidas en biomasa, por lo tanto, no utilizan el recurso hídrico de las capas superiores del suelo, por lo que el agua puede penetrar las capas más profundas y favorecer su utilización por parte de los arbustos (Knoop y Walker, 1985). Entonces, si se considera además del patrón de uso del agua de arbustos y hierbas perennes (pastos), a la sequía, se puede advertir la amenaza ambiental que presenta la zona. En Chubut, el último período de sequía comenzó, aproximadamente, en el año 2007 y se prolongó hasta el año 2012 (Ejarque, 2020), lo que, probablemente, ha contribuido a la invasión de arbustos. Estos han sido considerados como iniciadores de parches de menor tamaño en los sitios con suelo desnudo, observándose que, por ejemplo, en áreas pastoreadas, aumenta el establecimiento de sus plántulas (Bertiller *et al.*, 2004). En cuanto a las hierbas anuales, su baja densidad no escapa al promedio regional, que establece sólo un 3% de cobertura para las plantas efímeras (Oliva *et al.*, 2019).

Los resultados presentados demuestran que es muy difícil establecer hipótesis generales acerca del comportamiento de la biodiversidad vegetal y de los demás parámetros ecológicos, debido a que obedecen a condiciones físico-ambientales particulares. Tanto la biodiversidad vegetal como el resto de los parámetros ecológicos, no han sido indiferentes a eventos climáticos como las prolongadas sequías y a diferentes procesos de erosión. A estos fenómenos, se les yuxtapuso el depósito de cenizas volcánicas procedentes de la erupción del Complejo Cordón Caulle Puyehue ocurrido en el año 2011 en Chile (Flueck, 2016). El presente capítulo proporciona un inventario integral de la biodiversidad vegetal, composición florística y formas de vida (hábito), asociadas a las distintas comunidades vegetales del centro-norte de Chubut, que podrían utilizarse como base de datos para otros estudios posteriores (Apéndices I y II).

Capítulo 3. Situación ambiental de la zona de estudio

3.1 Introducción

La aridez de la Patagonia se relaciona principalmente con la influencia de los vientos del oeste y la topografía del continente (Marcos *et al.*, 2014). El relieve y la influencia de una masa de aire húmedo marítimo del océano Pacífico, determinan un fuerte gradiente de precipitación de oeste a este (Jobbágy *et al.*, 1996). Así, se establece también un gradiente vegetal que va desde los bosques húmedos y que atraviesa las estepas herbáceas, arbustivo-graminosas y arbustivas (Soriano, 1956). Esta estructura florística, habría sido el resultado directo de varios sucesos climáticos y tectónicos, que condujeron al desarrollo de la aridez y extrema estacionalidad en la Patagonia extrandina (Barreda y Palazzesi, 2007).

Las comunidades vegetales adaptadas a las condiciones de intensa aridez, se propagaron durante el período Neógeno tardío, momento en el que se produjeron eventos de dispersión de elementos xerofíticos, que luego se volvieron importantes con la expansión de los ambientes secos durante el Mioceno (Barreda y Palazzesi, 2007). En este sentido, con la interpretación de indicadores palinológicos y paleobotánicos, se han podido inferir los cambios en la vegetación a lo largo de las distintas épocas geológicas (Marcos *et al.*, 2014). Es por esto que hoy se puede deducir que, hace 6000 a. A. P. (Barreda *et al.*, 2007), y luego de numerosas fluctuaciones, la estepa patagónica presentaba una fisonomía similar a la actual (Regan *et al.*, 2015). Las modificaciones producidas a lo largo de la historia natural, han derivado en que los ecosistemas patagónicos exhiban una elevada fragilidad ambiental (Ormaechea *et al.*, 2019). Previo a las alteraciones antrópicas, como las generadas por la ganadería ovina, la vegetación se hallaba en un estado de equilibrio dinámico con el clima, el suelo y la fauna silvestre. En ese entonces, la tríada vegetación-clima-suelo tenía la propiedad de ser flexible, lo que le permitía absorber los disturbios normales que se producían a nivel climático, como por ejemplo, los generados por una sequía. No obstante, cuando los disturbios, por su intensidad o persistencia, superan la capacidad de adaptación del sistema, su estructura se ve deteriorada (Coppa, 2004).

Uno de los principales problemas vinculados al deterioro que padece la estepa patagónica, es el avance de la desertificación (Del Valle *et al.*, 1998; Mazzonia y Vazquez, 2009), un proceso altamente dinámico que incluye factores biofísicos y socioeconómicos (Reynolds y Smith, 2002) y que trae serias consecuencias para los

ambientes áridos y semiáridos. Se trata de un problema complejo, en el que se combinan el uso excesivo de los suelos, base de la explotación extensiva del ganado ovino por más de cien años (Andrade, 2002), y factores climáticos. Esta sinergia produce una reducción tanto en la cobertura vegetal como en la biodiversidad (Mazzonia y Vazquez, 2009), lo que genera a su vez, que los suelos queden más expuestos y menos protegidos ante otros procesos como la erosión eólica (Fig. 3.1 - 3.3), que remueve los nutrientes y la materia orgánica a través del viento (Rostagno *et al.*, 2004). Concretamente, la pérdida de la cobertura vegetal es una situación que desencadena procesos de degradación de suelos y de erosión (Martínez Carretero, 1983). Difícilmente se puede establecer que la tierra está desertificada hasta que los síntomas del deterioro no aparecen de manera evidente en el ecosistema (Prince, 2002; Verón *et al.*, 2006). La desertificación constituye el grado más extremo de degradación (Sobrinho *et al.*, 2016) y previo a ésta, se pueden detectar los cambios ocurridos mediante el estudio de diversos indicadores biológicos, entendiendo a éstos como los componentes que describen de manera simplificada la realidad, o sea, el estado de una determinada situación ambiental (Navone *et al.*, 2006).

No existe un único método para la identificación o formulación de uno o varios indicadores pues, sencillamente, se intenta hallar un parámetro que pueda proporcionar información relevante y que constituya un instrumento para evaluar los cambios, *i. e.* si un ambiente de interés está “mejor” o “peor” que antes (Navone *et al.*, 2006). Tanto es así, que los indicios del proceso de degradación de los ambientes patagónicos áridos y semiáridos pudieron percibirse de manera temprana como se describe a continuación (Soriano y Paruelo, 1990). Los primeros cambios se hicieron evidentes en indicadores como son la composición florística y la cobertura vegetal. Desde 1990 que éstos y otros indicadores físicos y biológicos se utilizan como complementos de la información brindada por imágenes satelitales para evaluar el estado de la desertificación en la Patagonia (Soriano y Paruelo, 1990; Abraham, 2002; Mazzonia y Vázquez, 2009). Si bien la teledetección ha mejorado la capacidad de monitoreo (Fensholt *et al.*, 2012), los sistemas terrestres de zonas áridas con sus respectivos protocolos de muestreo, siguen siendo difícilmente ineludibles para rastrear variaciones en la cobertura vegetal, en invasiones biológicas o extinciones específicas (Oliva *et al.*, 2019). En vez de realizar un seguimiento de los ciclos anuales de indicadores de variables *rápidas* como la productividad primaria, estos sistemas terrestres, pueden centrarse en indicadores de variables *lentas* que pueden determinar el estado de la desertificación, como lo son la cobertura o la biodiversidad vegetal (Reynolds *et al.*, 2007; Oliva *et al.*, 2019).

Posiblemente los indicadores biológicos posean una gran importancia para exponer la magnitud de las modificaciones sufridas por la vegetación. Entre ellos se pueden mencionar los indicadores generales como la cobertura de broza (mantillo), la cobertura total de vegetación, presencia de especies propias de ambientes más xéricos; indicadores de erosión como por ejemplo, especies indicadoras positivas como la presencia de distintas especies apetecidas por el ganado ovino; especies indicadoras negativas, tales como la presencia de distintos arbustos en estepas gramíneas, cuyas especies se presentan en la Tabla 3.1 (Soriano y Paruelo, 1990).

En este capítulo se presenta una descripción de los cambios de cobertura en el centro-norte de Chubut durante el período 2015-2017. La dinámica del cambio es compleja y se identifican factores ambientales como las causas principales. Por lo tanto, es necesario documentar las modificaciones de cobertura del suelo para entender cuáles son sus fuerzas conductoras, así como sus consecuencias, especialmente, en el contexto de los cambios ambientales globales, y el incremento de las demandas hacia la sustentabilidad del ambiente (Escandón Calderón *et al.*, 2018). Por cuestiones dispendiosas en términos operativos y económicos, este tipo de estudios no se realizan anualmente. Aquí se expone un período de análisis entre dos ciclos de crecimiento consecutivos que analizan la cobertura vegetal. Se considera que, al ser estos ecosistemas tan frágiles, cualquier variación ambiental o antrópica generará cambios perceptibles de un año a otro. Además, se sintetizan otros indicadores biológicos que expresan la situación ambiental de la zona de estudio.

Tabla 3.1. Especies indicadores de degradación y recuperación por comunidad (Soriano y Paruelo, 1990).

Comunidad	Presencia de especies indicadoras positivas	Presencia de especies indicadoras negativas
Estepas arbustiva, subarbustiva y arbustivo graminosa	<i>Bromus setifolius</i> , <i>Arjona sp.</i> , <i>Jarava psylantha</i> , <i>Hordeum comosum</i> , <i>Polygala darwiniana</i> , <i>Pappostipa speciosa</i> , <i>Loasa sp.</i> , <i>Hypochaeris sp.</i> , <i>Adesmia lotoides</i> , <i>Calceolaria sp.</i> , <i>Leucheria sp.</i>	<i>Poa lanuginosa</i> , <i>Euphorbia collina</i> , <i>Senecio filaginoides</i> , <i>Mulguraea tridens</i>
Estepas arbustivas bajas	Hierbas perennes en general (Poaceae)	



Figura 3.1. Montículos formados en la base de las plantas en la zona de Telsen, constituidos por el efecto de la erosión eólica.



Figura 3.2. Pavimento desértico y plantas ramoneadas en la zona de Paso de Indios.



Figura 3.3. Pavimento desértico de gran extensión en la zona de Mártires.

3.2 Objetivo

- ✓ Sintetizar una lista de indicadores biológicos sobre el estado de conservación del área.

3.3 Materiales y métodos

Se realizaron los muestreos como se indicó en la metodología del Capítulo 1. Las 200 transectas fueron recorridas durante dos temporadas consecutivas: 100 transectas en primavera 2015 y primavera 2016 y 100 transectas en verano 2016 y verano 2017. De este modo se obtienen 400 censos. A los efectos estadísticos, el N es establecido para cada una de las comunidades vegetales determinadas en función de la cantidad de transectas que se determinaron en ellas y se encuentra explicitado en la cabecera de las tablas. Como se indicó en materiales y métodos del Capítulo 2, se detectaron 10 comunidades con asociaciones específicas (Tabla 2.42). La cantidad de censos que fueron realizados en las dos primaveras consecutivas (2015 y 2016) y los dos veranos consecutivos (2016 y 2017), se resumen en la Tabla 3.2. Puede apreciarse que las primeras cinco comunidades vegetales de la Tabla 3.2 (estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanae*, estepa arbustivo gramínea *Pappostipa* sp., estepa subarbustiva baja cobertura, estepa arbustiva baja, estepa arbustiva con *Atriplex lampa*) son las más representativas, y se evidencia que abarcan el 85% de los censos muestreo. La otra porción de los censos están repartidos en las comunidades restantes, en una proporción muy pequeña.

De cada uno de estos censos, se calculó la cobertura vegetal (cobertura de las especies vegetales), el mantillo y se contabilizó la aparición de especies indicadoras positivas y negativas de degradación Tabla 3.1 (Soriano y Paruelo, 1990). Luego, estos valores se agruparon por comunidad vegetal y temporada para calcular las medias de sus valores junto a sus desviaciones estándar. De allí se obtuvieron los indicadores medios para cada una de las comunidades y para cada temporada. Para verificar la variabilidad manifestada por estos indicadores de un año al siguiente, se realizaron pruebas t-test de variables independientes con el software R versión 4.2.1, cuando los datos cumplieron con los supuestos correspondientes de aleatoriedad, normalidad y homocedasticidad. Como se ha descrito, cada transecta fue recorrida dos veces durante dos años consecutivos, y los dos censos correspondientes a cada una se realizaron sobre el mismo ambiente. Sin embargo, se ha verificado que con las

herramientas utilizadas, no sucede que los 100 puntos del segundo censo coincidan con los del primero en el terreno. Es por ello que se realiza el test estadístico de muestras independientes. Para facilitar la lectura de la siguiente sección, solo se especifican los valores estadísticos para los t-test que resultaron significativos, mientras que en el Apéndice 3 se especifican todos los resultados de los t-test , tanto cuando los resultados fueron significativos, como cuando no lo fueron.

Tabla 3.2. Cantidad de censos agrupados por año y temporada (conteo). El porcentaje en negrita refiere a la proporción de las comunidades que mayor representación tuvieron en los censos.

Comunidad	Primavera 2015	Primavera 2016	Verano 2016	Verano 2017	Totales	Acumulado (%)
Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	29	29	25	25	108	27,0%
Estepa arbustivo graminosa <i>Pappostipa</i> sp.	20	20	27	27	94	50,5%
Estepa subarbustiva baja cobertura	16	16	17	17	66	67,0%
Estepa arbustiva baja	18	18	5	5	46	78,5%
Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	1	1	13	13	28	85,5%
Estepa arbustiva serrana	3	3	6	6	18	90,0%
Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	6	6	2	2	16	94,0%
Matorral halofítico	4	4	1	1	10	96,5%
Estepa arbustiva de baja cobertura	3	3	1	1	8	98,5%
Estepa arbustiva con <i>Colliguaja integerrima</i>	0	0	3	3	6	100,0%
Totales	100	100	100	100	400	

3.4 Resultados

3.4.1 Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanedae*

En la tabla 3.3 se resumen los valores obtenidos al calcular cada uno de los indicadores de degradación utilizados junto a sus desvíos estándar.

Tabla 3.3. Indicadores de degradación en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanedae*. Se presentan los valores medios y entre paréntesis sus desvíos estándar.

Indicador	Primavera 2015 29 censos	Primavera 2016 29 censos	Verano 2016 25 censos	Verano 2017 25 censos
Cobertura media	8,59%* ¹ (5,06)	28,83%* ¹ (13,42)	15,80%* ² (6,27)	31,20%* ² (10,67)
Mantillo medio	4,52% (7,01)	7,76% (9,40)	8,44% (7,85)	6,68% (7,42)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras positivas.	4,51 (4,64)	5,48 (5,17)	4,00 (4,94)	5,24 (6,54)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras negativas.	1,41* ³ (1,99)	4,31* ³ (6,37)	2,28 (5,96)	1,04 (1,81)

*¹ Prueba t-test de resultado significativo (N = 29; DF = 35,824; T = -7,5978; P < 0,001).

*² Prueba t-test de resultado significativo (N= 25; DF = 38,8; T = -6,2183; P < 0,001).

*³ Prueba t-test de resultado significativo (N = 29; DF = 33,421; T = -2,3371; P < 0,05).

La Fig. 3.4 muestra los gráficos de cajas para la media de cobertura en primavera 2015 y primavera 2016 donde puede apreciarse que de un año al siguiente, la cobertura media fue significativamente superior. En la misma figura puede apreciarse el mismo escenario en los gráficos de cajas para la media de cobertura en verano 2016 y verano 2017 (Tabla 3.3). En el caso del mantillo medio, éste no ha mostrado cambios significativos en sus medias de un año al siguiente (Apéndice 3). En cuanto a la media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras, solo fue significativa para las especies indicadoras negativas, que se evidencia con el registro de ejemplares de *Poa lanuginosa*.

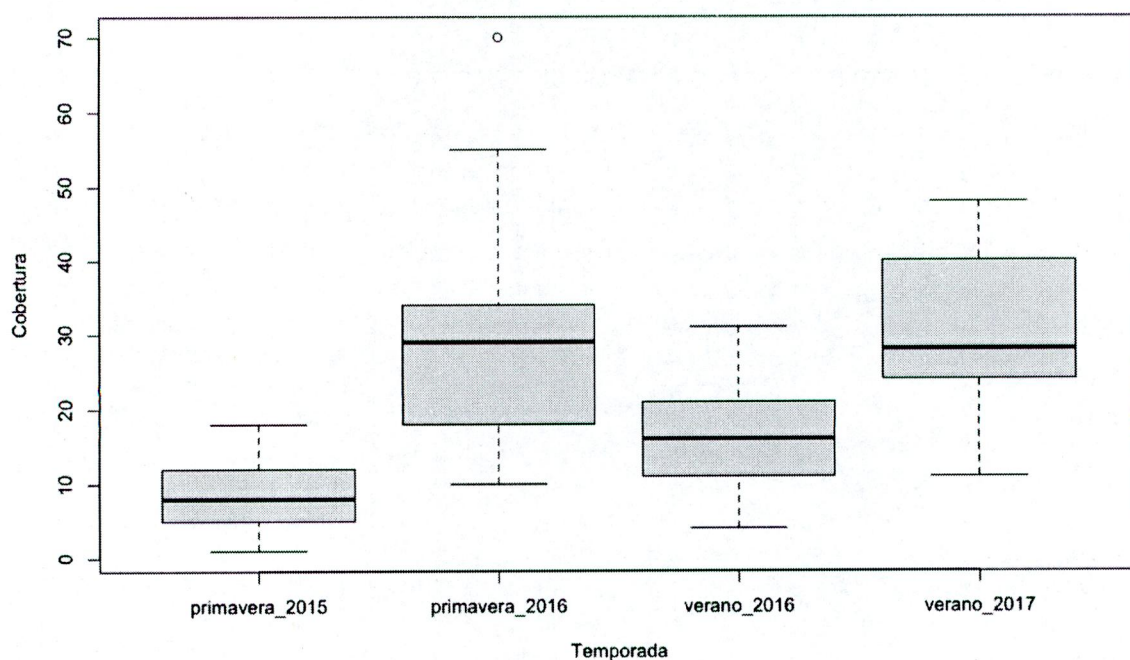


Figura 3.4. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae*.

3.4.2 Estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp.

En la tabla 3.4 se resumen los valores obtenidos al calcular cada uno de los indicadores de degradación utilizados junto a sus desvíos estándar.

Tabla 3.4. Indicadores de degradación en la comunidad vegetal estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp. Se presentan los valores medios y entre paréntesis sus desvíos estándar.

Indicador	Primavera 2015 20 censos	Primavera 2016 20 censos	Verano 2016 27 censos	Verano 2017 27 censos
Cobertura media	14,47%* ¹ (5,84)	57,80%* ¹ (12,31)	29,81%* ² (10,56)	53,11%* ² (11,23)
Mantillo medio	0,60% (1,42)	1,50% (2,43)	2,30% (2,47)	2,37% (4,56)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras positivas.	4,15* ³ (8,21)	14,30* ³ (12,5)	23,07 (18,55)	19,70 (15,62)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras negativas.	9,00 (6,89)	11,00 (8,09)	6,96 (7,10)	6,37 (5,91)

*¹ Prueba t-test de resultado significativo (N = 20, DF = 27,16; T = -14,138; P < 0,001).

*² Prueba t-test de resultado significativo (N = 27, DF = 51,802; T = -7,8474; P < 0,001).

* Prueba t-test de resultado significativo (N = 20, DF = 32,754; T = -3,0255; P < 0,01).

La Fig. 3.5 muestra los gráficos de cajas para la medias de cobertura en primavera 2015 y primavera 2016 y en verano 2016 y verano 2017 y puede apreciarse graficamente que de un año al siguiente, en ambas temporadas, la cobertura fue significativamente superior (Tabla 3.4). En el caso del mantillo medio no ha mostrado cambios significativos en sus medias de un año al siguiente (Apéndice 3). Al considerar la aparición de individuos de especies indicadoras positivas se observa que hay un incremento significativo de estos en primavera 2015 y en primavera 2016. Al considerar la aparición de especies indicadoras negativas y positivas de verano, estas representan valores muy pequeños y sus medias no han variado significativamente de un año al siguiente (Apéndice 3).

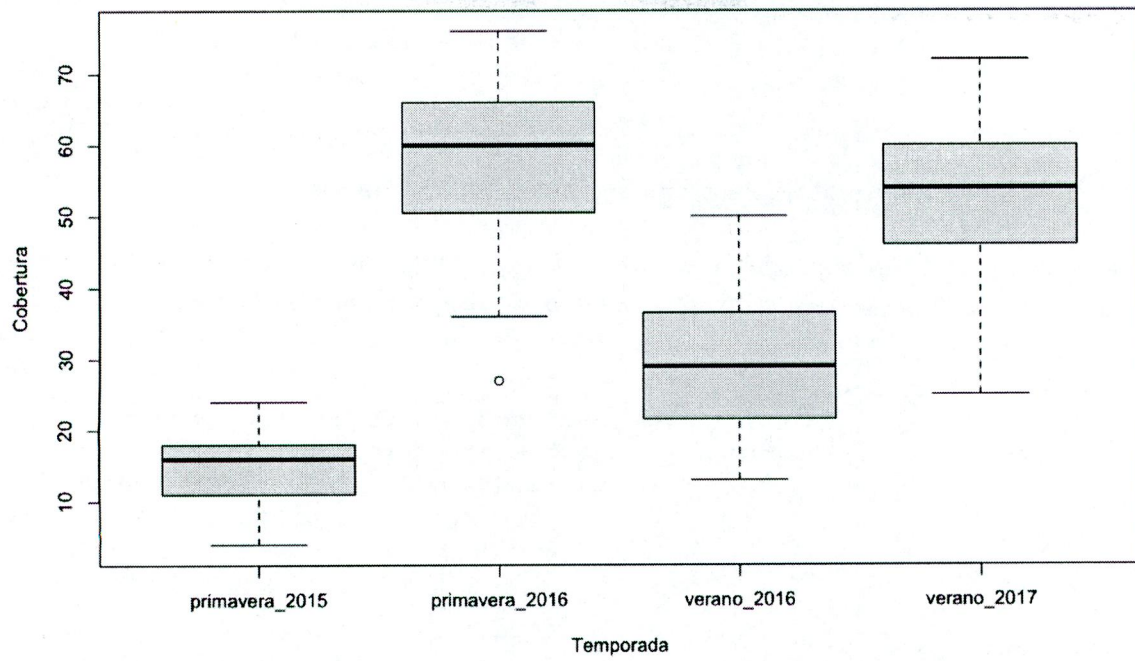


Figura 3.5. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp.

3.4.3 Estepa subarbustiva baja cobertura

En la Tabla 3.5 se resumen los valores obtenidos al calcular cada uno de los indicadores de degradación utilizados junto a sus desvíos estándar.

Tabla 3.5. Indicadores de degradación en la comunidad vegetal estepa subarbustiva baja cobertura. Se presentan los valores medios y entre paréntesis sus desvíos estándar.

Indicador	Primavera 2015 16 censos	Primavera 2016 16 censos	Verano 2016 17 censos	Verano 2017 17 censos
Cobertura media	24,63%* ¹ (10,28)	56,88%* ¹ (8,73)	34,18% (12,63)	40,71% (11,87)
Mantillo medio	5,69% (4,57)	5,50% (6,72)	6,29% (3,90)	6,76% (4,13)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras positivas.	1,13 (1,62)	1,94 (2,46)	3,76 (5,12)	4,47 (4,97)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras negativas.	1,06 (1,61)	2,06 (2,35)	3,71 (4,52)	2,94 (6,80)

*¹ Prueba t-test de resultado significativo (N = 16; DF = 29,228; T = -9,5595; P < 0,001).

La Fig. 3.6 muestra los gráficos de cajas para la media de cobertura en primavera 2015 y primavera 2016 donde puede apreciarse que de un año al siguiente, en ambas temporadas, la cobertura fue significativamente superior (Tabla 3.5). En la misma figura se muestran los gráficos de cajas para la media de cobertura en verano 2016 y verano 2017, que si bien fue superior, la varianza no es significativa (Apéndice 3). En el caso del mantillo medio, no ha mostrado cambios significativos de un año al siguiente (Apéndice 3). Representando la cantidad de ejemplares registrados de estas especies, en relación al total de los registrados en esta comunidad, se registraron valores muy pequeños (<3%), por lo cual sus medias no variaron significativamente (Apéndice 3).

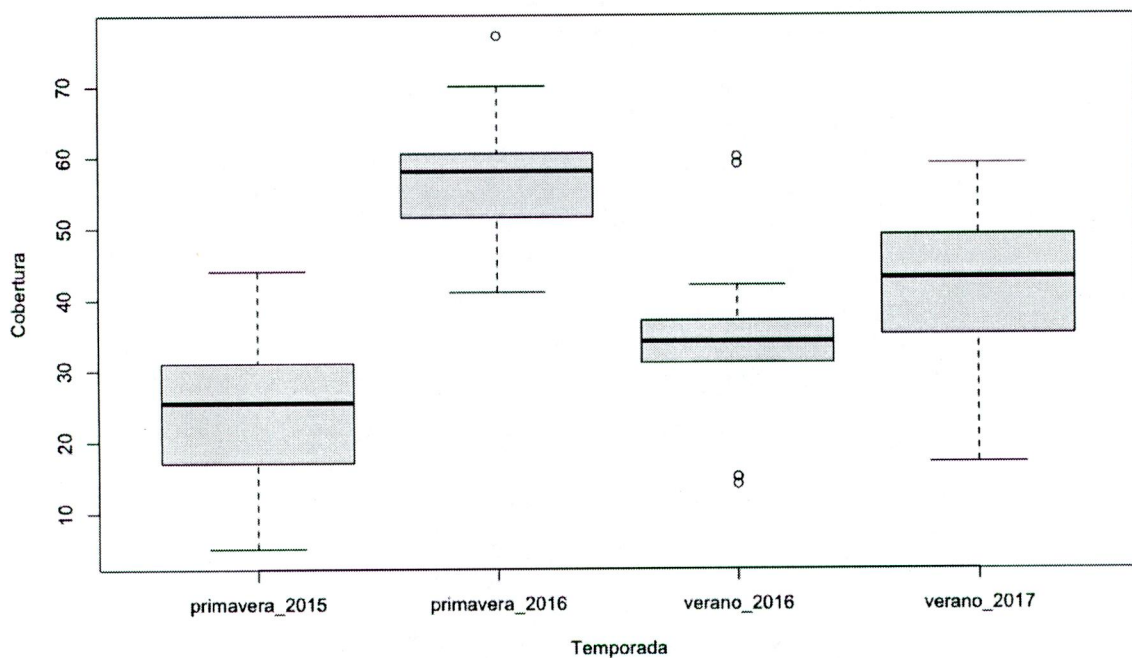


Figura 3.6. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa subarbustiva baja cobertura.

3.4.4 Estepa arbustiva baja

En la Tabla 3.6 se resumen los valores obtenidos al calcular cada uno de los indicadores de degradación utilizados junto a sus desvíos estándar. En esta comunidad vegetal particular, no habiendo especies que se consideren indicadoras negativas de degradación, solo se considera la aparición de individuos de la familia Poaceae como un indicador positivo (Tabla 3.1, Soriano y Paruelo, 1990).

Tabla 3.6. Indicadores de degradación en la comunidad vegetal estepa arbustiva baja. Se presentan los valores medios y entre paréntesis sus desvíos estándar.

Indicador	Primavera 2015 18 censos	Primavera 2016 18 censos	Verano 2016 5 censos	Verano 2017 5 censos
Cobertura media	12,0%* ¹ (6,37)	31,5%* ¹ (11,66)	13,8%* ² (4,96)	41,8%* ² (4,54)
Mantillo medio	2,33%* ³ (2,35)	6,94%* ³ (9,32)	4,2% (3,83)	5,0% (6,63)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras positivas.	8,22 (6,76)	12,17 (12,05)	14,4 (8,29)	12,8 (11,18)

*¹ Prueba t-test de resultado significativo (N = 18; DF = 26,309; T = -6,2231; P < 0,001).

*² Prueba t-test de resultado significativo (N = 5; DF = 7,9384; T = -9,2921; P < 0,001).

*³ Prueba t-test de resultado significativo (N = 18; DF = 19,155; T = -2,0351; P < 0,05).

La Fig. 3.7 muestra los gráficos de cajas para las medias de coberturas en primavera 2015, primavera 2016 y en verano 2016, verano 2017 en los dos años consecutivos, que registró un incremento significativo en ambos períodos. Puede apreciarse en la Tabla 3.6 que de un año al siguiente el mantillo registró un leve incremento significativo en primavera 2015 y primavera 2016, y no significativo en sus medias de un año al siguiente en verano. Al considerar la cantidad total de individuos de especies indicadoras positivas, se obtienen valores menores al 12% del total de ejemplares registrados, y por no haberse superado los supuestos para el t-test en sus medias, o porque éste no resultare significativo (Apéndice 3), no es posible más que llegar a la conclusión de que estas especies se encuentran presentes en esta comunidad (ejemplares de *Hoffmannseggia trifoliata* y de *Plantago patagonica*).

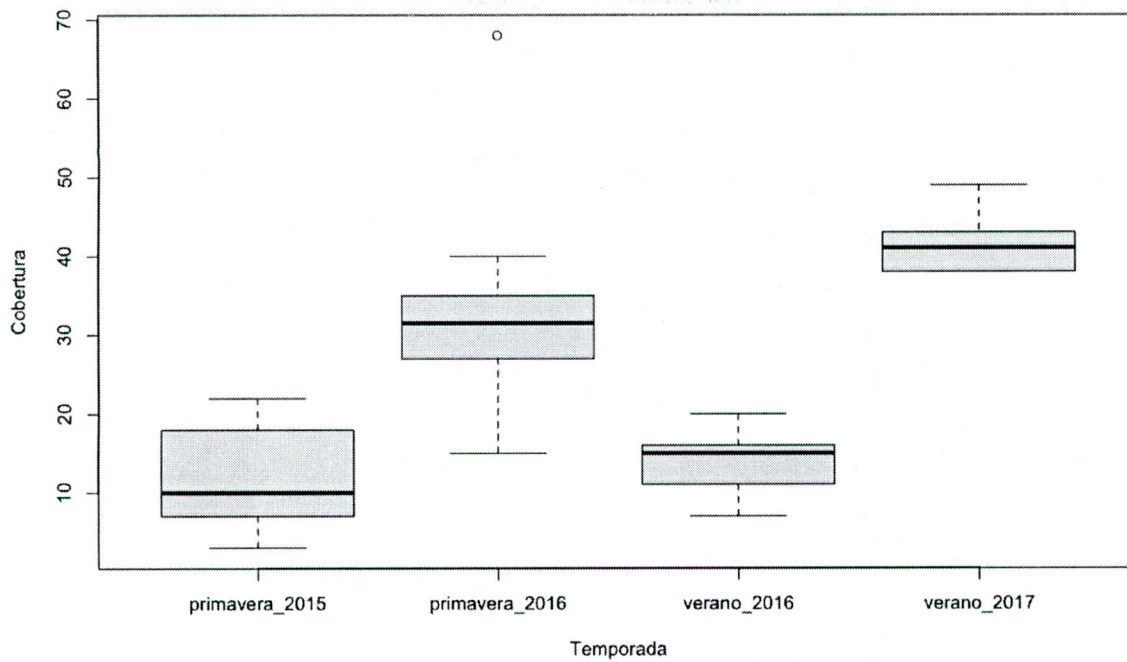


Figura 3.7. Coberturas medias en primaveras 2015-2016 y veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva baja.

3.4.5 Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*

En la tabla 3.7 se resumen los valores obtenidos al calcular cada uno de los indicadores de degradación utilizados junto a sus desvíos estándar. En las temporadas de primavera, para esta comunidad vegetal, hubo un solo censo impidiendo obtener indicadores contrastables en este período.

Tabla 3.7. Indicadores de degradación en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Atriplex lampa*. Se presentan los valores medios y entre paréntesis sus desvíos estándar cuando hay más de un censo.

Indicador	Primavera 2015 1 censo	Primavera 2016 1 censo	Verano 2016 13 censos	Verano 2017 13 censos
Cobertura media	5,0%	48,0%	15,23%* ¹ (5,41)	30,46%* ¹ (6,56)
Mantillo medio	0,0%	0,0%	13,0%* ² (8,22)	6,15%* ² (3,67)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras positivas.	0	5,0	3,62 (2,53)	4,0 (2,88)
Media de cantidad de ejemplares de especies indicadoras negativas.	2,0	0,0	1,69 (2,17)	3,23 (5,27)

*¹ Prueba t-test de resultado significativo (N = 13; DF = 23,167; T = -6,4512; P < 0,001).

*² Prueba t-test de resultado significativo (N = 13; DF = 16,597; T = 2,7403; P < 0,05).

La Fig. 3.8 muestra los gráficos de cajas para la medias de coberturas en verano. Puede apreciarse que de un año al siguiente, la cobertura fue significativamente superior en verano 2016 y en verano 2017 (Tabla 3.7). Para la temporada de primavera, al contarse con un único censo, no fue posible realizar una comparación. El mantillo medio registró una disminución notable en términos relativos en verano, donde de un año al siguiente las medias variaron significativamente, en verano 2016 y verano 2017 (Tabla 3.7). Pueden observarse las variaciones entre medias de un año al siguiente en la Fig. 3.9. Al considerar la aparición de especies indicadoras positivas y negativas, estas representan valores muy pequeños y sus medias no han variado significativamente de un año al siguiente (Apéndice 3).

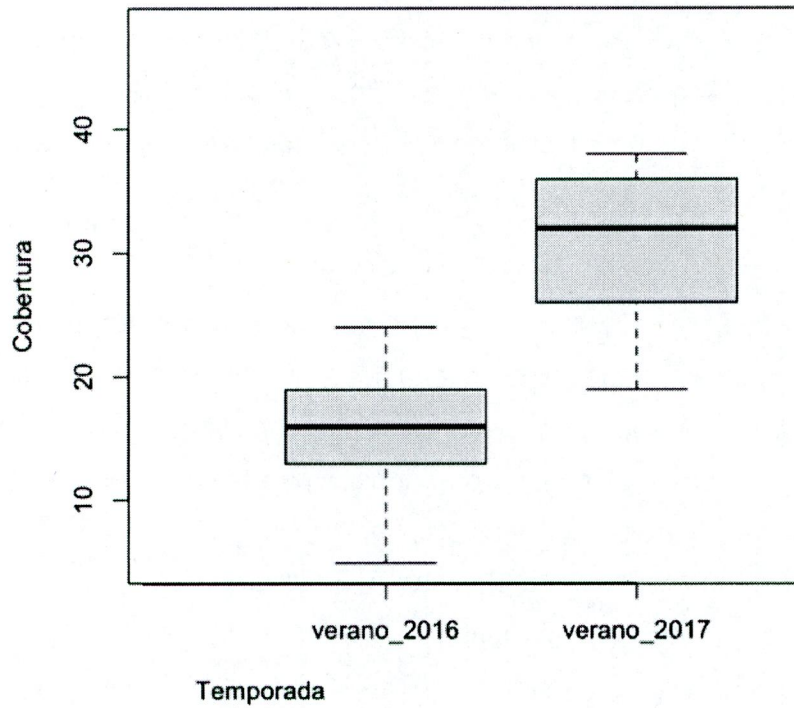


Figura 3.8. Coberturas medias en veranos 2016-2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

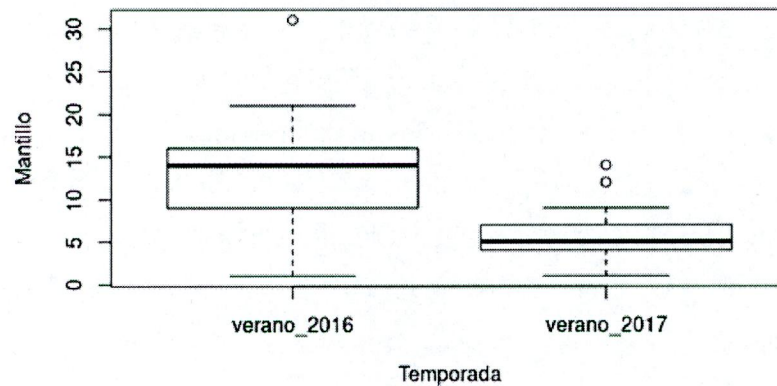


Figura 3.9. Mantillo medio en verano 2016 y 2017 en la comunidad vegetal estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

3.5 Discusión

Si se considera el indicador de **cobertura vegetal**, este ha registrado importantes cambios de un año al siguiente en ambas temporadas. El 100% de las comunidades registraron aumentos en la **cobertura media**. En el caso del indicador de **mantillo**,

para cada comunidad vegetal, los valores medios obtenidos no evidenciaron cambios significativos, excepto para la comunidad Estepa arbustiva baja, en donde si hubo cambios significativos en primavera 2015 y primavera 2016. Para las **especies indicadoras positivas** y **negativas** los cambios observados de un año al siguiente, no son significativos y se registraron en el orden de 10 individuos promedio en cada comunidad.

Hay que destacar que la **cobertura vegetal total** incluye también a las plantas anuales. Este grupo pasa las épocas desfavorables como las sequías, en estado de latencia en forma de semilla y se ve beneficiado durante los periodos de mayores lluvias (Villagra *et al.*, 2004). Esta situación podría explicar la notable mejoría de un año a otro del indicador de **cobertura vegetal**. Como muestra la Fig.1.2 que presenta las precipitaciones en dos de las áreas de estudio, Paso de Indios y Telsen, luego de varios años de sequía, las precipitaciones aumentaron por encima de la media histórica durante el año 2016⁶ (Colombani, 2018), lo que podría haber propiciado el crecimiento tanto de plantas efímeras como de perennes. De los indicadores previamente descritos se evidencia que solo la **cobertura**, y en algún caso el mantillo, han variado significativamente de un año al otro. Al considerar los indicadores de degradación por presencia de individuos tanto de **especies positivas**, como **negativas**, se destaca que no se evidenció alteración interanual, excepto en la estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp. y en la estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae*. Posiblemente, esto sea producto de que la degradación y/o recuperación de los ambientes, al punto de alterar la composición florística de cada comunidad, son procesos que requieren más tiempo (Oliva *et al.*, 2019) y ello se hace evidente en esta tesis al obtener registros que no variaron durante los dos años consecutivos.

Más allá de la mejoría en la cobertura vegetal, en general la zona presenta una alta degradación ambiental, con suelos en estados de erosión muy avanzados. Se han observado arbustos en túmulos de arena (Fig.3.1), situación que aparece como una forma residual de la erosión del suelo, que se produce alrededor de los parches de vegetación (Mazzonia y Vazquez, 2009). También fueron evidentes durante los muestreos, los pavimentos de grava (Fig.3.2), productos de la erosión eólica, que genera la pérdida de materiales de suelo fino (Mazzonia y Vazquez, 2009).

El pastoreo ovino ha sido la causa principal de la degradación de las tierras áridas (Soriano, 1986; Le Houérou, 1996; Bertiller y Bisigato, 1998) y a pesar de que la carga

⁶ Promedio histórico de precipitación en Telsen: 186 mm y en 2016 registró 216 mm anuales. Promedio histórico de precipitación en Paso de Indios: 175 mm y en 2016 registró 237 mm anuales (Colombani, 2018).

animal ha disminuido (Oliva *et al.*, 2016), la situación ambiental no ha mejorado. Además, los pobladores rurales talan arbustos para ser utilizados como combustible, lo que disminuye la capacidad de infiltración del suelo y genera que se agraven los procesos erosivos (Ciar, 2010). Evidentemente el clima, la erosión y diversos fenómenos naturales, son determinantes en la recuperación de la vegetación de las zonas áridas. La sequía experimentada por largos períodos (Adler *et al.*, 2003), el aumento de las temperaturas (Oliva *et al.*, 2017) y la acumulación de cenizas de la erupción del Complejo Cordón Caulle-Puyehue en 2011 (Garreaud, 2018), contribuyen a la explicación del porqué la zona está deteriorada. Sin duda, con la recuperación de un solo indicador biológico, en este caso el de cobertura vegetal, no se evidencia que la situación de degradación ambiental mejore.

Capítulo 4. Origen (estatus) de las especies de plantas vasculares presentes en el centro-norte de Chubut y categorías de su estado de conservación

4.1 Introducción

El origen o estatus de las especies vegetales se da como resultado no sólo de los eventos biológicos y ambientales, sino también de factores antrópicos (Kleunen *et al.*, 2015). El nivel de endemismo de una zona, establece una medida de la singularidad de la vegetación y en ocasiones es utilizada para priorizar áreas destinadas a la conservación (Hechem *et al.*, 2015). Las plantas endémicas caracterizan a las regiones biogeográficas, debido a que muchas de estas se hallan limitadas a una determinada zona como consecuencia de que rara vez son cosmopolitas (Morrone, 2014).

La Argentina cuenta con 10.221 especies vegetales de las cuales 7.506 son nativas, 1.731 son endémicas y 984 son introducidas, según el último catálogo de plantas vasculares (Zuloaga *et al.*, 2019). De las plantas endémicas, el 59% corresponde a especies pertenecientes a la estepa patagónica, reconociéndose para el centro-norte de Chubut, 10 familias botánicas con especies representantes de esta categoría (Beeskow *et al.*, 2005). Varios estudios indican que en general las especies vegetales más vulnerables y con mayor riesgo de extinción son las endémicas (Pimm *et al.*, 2014), debido a que se encuentran generalmente, en áreas geográficas reducidas o

porque presentan poblaciones pequeñas (Morrone, 1994; Beeskow *et al.*, 2005). De esta situación surge la importancia de tener conocimiento sobre su distribución, para poder establecer estrategias que permitan conservar la biodiversidad vegetal (Funes *et al.*, 2013).

En cuanto a las plantas introducidas, también llamadas adventicias o exóticas, es importante conocer en qué porcentaje se encuentran, ya que pueden perjudicar a la biodiversidad al afectar la similitud biótica de diferentes áreas (Ganduglia *et al.*, 2016). Estas especies alteran la estructura de las comunidades nativas, cambiando la riqueza, la biodiversidad y la dominancia de especies vegetales (Catford *et al.*, 2012). Al mismo tiempo, generan cambios no sólo en los ciclos biogeoquímicos y en los flujos de energía, sino también en el funcionamiento de los ecosistemas (Hillebrand *et al.*, 2008).

Ahora bien, la clasificación de las especies por su estado de conservación, es otra herramienta que se utiliza para proteger a la biodiversidad vegetal de las acciones antrópicas (Lozano-Zambrano, 2009). Tal es así que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ha definido categorías y criterios, para clasificaciones a nivel regional y nacional, que posibilitan la elaboración de una lista roja de especies amenazadas (Rodríguez *et al.*, 2015). Esta lista junto con la Lista de las Plantas Endémicas de la Argentina y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) procuran vincular el estado de conservación de las especies con su nivel de riesgo de extinción. En este capítulo se identificaron las especies nativas, las exóticas y las endémicas de la zona. Además se documentó el estado de conservación de la flora definidos por el CITES y la UICN, para el centro-norte de Chubut.

4.2 Objetivos

- ✓ Identificar las especies nativas, las exóticas y las endémicas.
- ✓ Documentar el estado de conservación de la flora presente en la zona de estudio.

4.3 Metodología

Se consolidó una base de datos generada a partir de los muestreos por transectas. Cada uno de los registros contiene información sobre la especie, género, familia y distribución en Argentina. Se convalidaron los registros con el estatus que presenta la base de datos del Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (IBODA).

Para establecer el estado de conservación de las especies se buscó a cada una en los siguientes listados:

- ✓ Lista Roja de Plantas Amenazadas publicada por la UICN ⁷
- ✓ Base de datos de Plantas Endémicas de Argentina (PlanEAR) ⁸
- ✓ Listados de los *Apéndices I y II* adoptados por la CITES y aprobados por la Resolución nacional 1449/00 ⁹

La Lista Roja de la UICN divide las especies en nueve categorías: *No evaluadas (NE)*, *Datos insuficientes (DD)*, *Preocupación menor (LC)*, *Casi amenazada (NT)*, *Vulnerable (VU)*, *En peligro (EN)*, *En peligro crítico (CR)*, *Extinta en estado salvaje (EW)* y *Extinta (EX)* (IUCN, 2001).

La base de datos PlanEAR define 5 categorías:

Categoría 1. Plantas muy abundantes en los lugares de origen y con amplia distribución geográfica.

Categoría 2. Plantas abundantes, presentes en sólo una de las grandes unidades fitogeográficas del país.

Categoría 3. Plantas comunes, aunque no abundantes.

Categoría 4. Plantas restringidas a una sola provincia política, o con áreas reducidas compartidas por dos o más provincias.

Categoría 5. Plantas de distribución restringida (categoría 4) pero con poblaciones escasas o sobre las que se presume que puedan actuar uno o más factores de amenaza.

Finalmente, en el *Apéndice I* de la CITES se incluyen a todas las especies en peligro de extinción y en el *Apéndice II* a las que no están precisamente amenazadas pero que potencialmente podrían estarlo.

4.4 Resultados

⁷ <https://www.iucnredlist.org/>

⁸ <http://www.lista-planear.org/>

⁹ <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2021/S-Appendices-2021-06-22.pdf>

El análisis de la información de la base de datos dio como resultado la presencia de un total de 96 especies de carácter nativo, 60 endémicas y 15 introducidas. Se observó que las especies nativas representan el 60,49% de la cobertura vegetal total, las especies endémicas constituyen el 35,45% y las especies Introducidas sólo el 4,07% (Figura 4.1). Estas últimas son en su mayoría plantas anuales (Tabla 4.2).

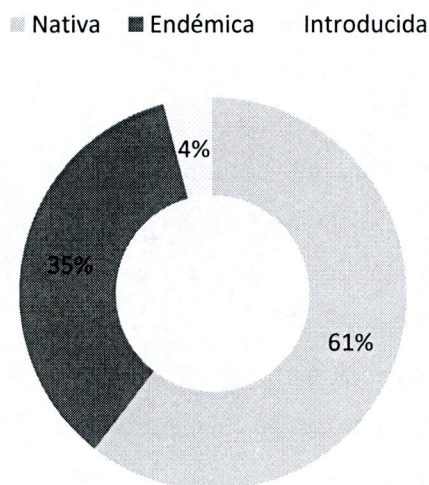


Figura 4.1. Composición de la cobertura (%) por estatus de las especies de plantas vasculares para el centro-norte de Chubut.

Se identificaron 7 (siete) especies citadas en la Lista Roja de Plantas Amenazadas publicada por la UICN¹⁰, 3 (tres) de ellas son cactus. Se reconocieron 52 especies de la base de datos de PlanEAR. Por último, fueron relevadas 5 especies de Lista del Apéndice II, aprobado por la CITES y la Resolución 1449/00 (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Lista de plantas incluidas en UICN, PlanEAR y CITES.

FAMILIA	ESPECIE	IUCN	PlanEAR	CITES
AMARYLLIDACEAE	<i>Tristagma patagonicum</i> (Baker) <i>Traub</i>		Categoría 4	
ANACARDIACEAE	<i>Schinus johnstonii</i> Barkley <i>Schinus roigii</i> Ruiz Leal & Cabrera		Categoría 1 Categoría 3	
ASTERACEAE	<i>Ameghinoa patagonica</i> Speg. <i>Baccharis tenella</i> Hook. et Arn. <i>Brachyclados megalanthus</i> Speg. <i>Brachyclados caespitosus</i> (Phil.) <i>Speg.</i>		Categoría 3 Categoría 3 Categoría 4 Categoría 4	

¹⁰ Última entrada 30/11/2021.

	<i>Chuquiraga aurea</i> Skotts.		Categoría 2	
	<i>Chuquiraga avellanadae</i> Lorentz		Categoría 2	
	<i>Chuquiraga erinacea</i> Don		Categoría 1	
	<i>Chuquiraga straminea</i> Sandwith		Categoría 3	
	<i>Duseniella patagonica</i> (O. Hoffm.) K. Schum.		Categoría 3	
	<i>Grindelia patagonica</i> Bartoli & Tortosa		Categoría 3	
	<i>Gutierrezia gilliesii</i> Griseb.		Categoría 1	
	<i>Mutisia retrorsa</i> Cav. var. <i>retrosa</i>		Categoría 3	
	<i>Nassauvia chubutensis</i> Speg.		Categoría 5	
	<i>Nassauvia fuegiana</i> (Speg.) Cabrera		Categoría 2	
	<i>Nassauvia ulicina</i> (Hook.) Macloskie		Categoría 2	
CACTACEAE	<i>Austrocactus patagonicus</i> (Weber) Backeb.			Apéndice II
	<i>Maihuenia patagonica</i> (Phil) Britton & Rose.	LC		Apéndice II
	<i>Maihueniopsis darwinii</i> (Hensl.) Ritter	LC	Categoría 3	Apéndice II
	<i>Pterocactus australis</i> (F.A.C. Weber) Backeb.	LC		Apéndice II
CALYCERACEAE	<i>Boopis anthemoides</i> Juss.		Categoría 1	
CHENOPODIACEAE	<i>Atriplex lampa</i> (Moq.) Dietr.		Categoría 1	
	<i>Atriplex sagittifolia</i> Speg.		Categoría 2	
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra chilensis</i> C. Presl	LC	Categoría 1	
	<i>Ephedra ochreatea</i> Miers	LC	Categoría 1	
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia collina</i>			Apéndice II
FABACEAE	<i>Adesmia ameghinoi</i> Speg.		Categoría 4	
	<i>Adesmia candida</i> Hook. f.		Categoría 3	
	<i>Hoffmannseggia erecta</i> Phil.		Categoría 2	
	<i>Prosopis alpataco</i> Phil.		Categoría 1	
	<i>Prosopis denudans</i> Benth.		Categoría 2	
	<i>Prosopidastrum striatum</i> (Benth.) R.A. Palacios & Hoc		Categoría 3	
FRANKENIACEAE	<i>Frankenia patagonica</i> Speg.		Categoría 3	
LYTHRACEAE	<i>Pleurophora patagonica</i> Speg.		Categoría 3	
MALVACEAE	<i>Sphaeralcea mendocina</i> Phil.		Categoría 3	
	<i>Lecanophora chubutensis</i> Speg. Rodrigo		Categoría 3	
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl	LC		
OLEACEAE	<i>Menodora robusta</i> (Benth.) A. Gray		Categoría 3	
POACEAE	<i>Distichlis australis</i> (Speg.) Villamil		Categoría 2	

	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	LC	
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago patagonica</i> Jacq.		Categoría 1
POLYGALACEAE	<i>Bredemeyera microphylla</i> (Griseb.) Hieron.		Categoría 3
RHAMNACEAE	<i>Condalia microphylla</i> Cav.		Categoría 1
	<i>Retanilla patagonica</i> (Speg.) Tortosa		Categoría 3
SOLANACEAE	<i>Fabiana nana</i> (Speg.) S.C. Arroyo		Categoría 4
	<i>Lycium ameghinoi</i> Speg.		Categoría 4
	<i>Lycium gilliesianum</i> Miers		Categoría 2
	<i>Lycium repens</i> Speg.		Categoría 5
VERBENACEAE	<i>Acantholippia seriphoides</i> (Gray) Moldenke		Categoría 2
	<i>Glandularia macrosperma</i> (Speg.) Tronc.		Categoría 3
	<i>Junellia connatibracteata</i> (Kuntze) Moldenke		Categoría 3
	<i>Junellia spissa</i> (Sandwith) Moldenke		Categoría 5
	<i>Junellia tonini</i> (Kuntze) Moldenke var <i>mulinoides</i> (Speg.) Múlgura & Peralta		Categoría 3
	<i>Mulguraea cedroides</i> (Sandwith) N. O'Leary & P. Peralta		Categoría 4
	<i>Neosparton aphyllum</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Kuntze		Categoría 2
	<i>Mulgurarea ligustrina</i> (Lag.) N. O'Leary & P. Peralta var <i>ligustrina</i>		Categoría 4
	<i>Mulguraea tetragonocalyx</i> (Tronc.) N. O'Leary & P. Peralta		Categoría 4
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Larrea ameghinoi</i> Speg.		Categoría 4

Tabla 4.2. Procedencia de las especies introducidas.

ESPECIE	PROCEDENCIA	HÁBITO
<i>Bassia scoparia</i> (L.) Scott.	Asia	Hierba Anual
<i>Cerastium arvense</i> L.	Europa	Hierba Perenne
<i>Chenopodium album</i> L.	Asia	Hierba Anual
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	Europa	Hierba Anual
<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	Este de Europa y sur de Asia	Hierba Anual
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Europa	Hierba Perenne
<i>Salsola kali</i> L.	Europa	Hierba Anual
<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.	África, Europa, India.	Hierba Anual
<i>Anthemis cotula</i> L.	Europa	Hierba Anual
<i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.	Europa	Hierba Anual
<i>Diploaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	Europa y Asia	Hierba Perenne
<i>Lepidium appelianum</i> Al-Shehbaz	Europa y Asia	Hierba Perenne
<i>Blitum nuttallianum</i> Schult.	Europa	Hierba Anual
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Europa y Asia	Hierba Anual
<i>Galium aparine</i> L.	Europa y Norteamérica	Hierba Anual

4.5 Discusión

Considerando el origen de la vegetación de la zona de estudio, se destaca la elevada representatividad de las especies nativas por sobre las introducidas. Asimismo, dentro de las nativas, las especies endémicas contribuyen con una cobertura vegetal relativa importante. Un gran porcentaje de las especies endémicas pertenecen a la vegetación de la subregión central de la ecorregión estepa patagónica y cuyo origen evolutivo es principalmente neotropical (Van der Hammen y Cleef, 1983; Morello *et al.*, 2012). La vegetación xerofítica del Mioceno tardío se encuentra muy vinculada a la vegetación actual de la estepa patagónica. Es justamente en esta época cuando se incrementó la diversidad de taxones xerofíticos que incluyen a las familias Asteraceae y Chenopodiaceae, dos familias que cuentan con varios elementos endémicos (Barreda y Palazzesi, 2007).

Por otro lado, es mayor la proporción de especies introducidas con forma de vida anual que perenne. Esto podría estar vinculado con las condiciones climáticas, dado

que, por ejemplo, una mayor concentración de precipitaciones invernales podrían haber favorecido a este grupo en particular, que se aclimató y dispersó sin inconvenientes. Este hábito fue reconocido en otras investigaciones como el más habitual entre las especies introducidas (Kolar y Lodge, 2001). Al mismo tiempo, se pudo observar que el origen de las plantas exóticas es principalmente europeo, lo que podría relacionarse con los inmigrantes que introdujeron especies mediterráneas con valor forrajero en la Patagonia (Busso *et al.*, 2013). Existen estudios para otras partes del mundo que relacionan la colonización europea, con la introducción de ganado y las invasiones biológicas (McKinney, 2002), lo que posiblemente pueda constatar para estas regiones.

Con respecto a las especies protegidas, sólo se registraron taxones de la familia Cactácea, Ephedraceae, Nyctaginaceae y Poaceae dentro de la categoría “preocupación menor” de la UICN. El resto de las especies se enmarcan en la categoría de “datos insuficientes”. En este sentido, se podría complementar la información recabada por el sistema de Monitoreo Ambiental para Regiones Áridas y Semiáridas (MARAS), que registran la evolución en la cobertura de especies considerando también las extinciones locales (Oliva *et al.*, 2019).

En la estepa patagónica son pocos los estudios orientados a la biodiversidad vegetal, más allá de los realizados con fines económicos, como los de línea de base, a los cuales es casi imposible acceder (*e.g.* Massara *et al.*, 2013 y Gaitán *et al.*, 2014). Esto explicaría en parte, la escasa información que existe sobre el grado de amenaza de las diferentes especies vegetales, principalmente de las gramíneas, las más afectadas por el sobrepastoreo ovino. Es necesario promover un mayor número de investigaciones en la zona que complemente una base de datos científica, para la confección de estrategias de conservación tanto de las especies vegetales como de su hábitat.

Capítulo 5. La herpetofauna herbívora del centro-norte de Chubut

5.1 Introducción

Las lagartijas son tetrápodos ectotérmicos de forma alargada, que ocupan un lugar primordial dentro de los ecosistemas, cumpliendo un rol elemental en las relaciones tróficas (Pianka, 1973; Corbalán *et al.*, 2011; Breitman *et al.*, 2014). Se han expandido por todos los hábitats terrestres, ocupando los más diversos nichos ecológicos y revelando así, una considerable variedad de adaptaciones (Meiri, 2018). Esta sorprendente radiación ha hecho que las lagartijas se conviertan, en las últimas décadas, en un elemento modelo para estudios evolutivos y ecológicos, que ensayan hipótesis a escalas tanto espaciales como temporales, otorgándoles de esta manera gran importancia a nivel mundial (Camargo *et al.*, 2010; Gamble *et al.*, 2012).

En América del Sur, la familia más diversa de lagartijas es Liolaemidae (Abdala y Quinteros, 2014). Los liolaemidos habitan los ecosistemas más disimiles, pero principalmente los de ambientes áridos y semiáridos (Cei 1986; 1993; Schulte *et al.*, 2003). En la actualidad, la familia de liolaemidos se divide en los géneros denominados *Ctenoblepharys*, *Liolaemus* y *Phymaturus*. Existen al menos una forma del género *Ctenoblepharys*, que es mono específico y endémico de las costas arenosas del centro este de Perú (Etheridge, 1995), 53 de *Phymaturus* y más de 265 formas del género *Liolaemus*, siendo éste último, uno de los que poseen mayor diversidad específica en todo el planeta (Abdala y Quinteros, 2014; Morando y Avila, 2020).

Ahora bien, si se considera sólo a la República Argentina, los reptiles se distribuyen en todas sus ecorregiones (Morello *et al.*, 2012), ocupando también los más diversos ambientes (Abdala *et al.*, 2012). Al contemplar el gran conjunto de saurios del país, se observa que una gran proporción posee una distribución tan restringida que revela micro endemismos significativos (Abdala *et al.*, 2012), presentando las restantes especies, una gran variedad de formas y adaptaciones ecológicas y exhibiendo múltiples especializaciones anatómicas, fisiológicas y reproductivas (Cei 1986; 1993; Avila *et al.*, 2013; Abdala y Quinteros, 2014). Los géneros *Liolaemus* y *Phymaturus*, componen una proporción equivalente al 72.4% del total de lagartos y lagartijas del

país y en cuanto a su distribución provincial, se hallan liolaemidos en todas las provincias (Abdala *et al.*, 2012; Avila *et al.*, 2013; Abdala y Quinteros, 2014).

El género *Liolaemus* tiene una mayor diversidad en zonas de clima árido, especialmente en la región cordillerana occidental, e incluye a 190 especies de pequeño y mediano tamaño (Avila *et al.*, 2013; Abdala y Quinteros, 2014). El género *Phymaturus* se halla representado por 53 especies con distribución muy limitada y es endémico de la Puna y de la Patagonia (Díaz Gómez, 2011; Abdala y Quinteros, 2014; Minoli *et al.*, 2015), siendo ésta última región, un lugar donde la herpetofauna de pequeños vertebrados compone al grupo continental más conspicuo y con mayor presencia de endemismos (Cei, 1986), adaptado evolutivamente a climas extremos y condiciones ecológicas rigurosas (Scolaro, 2005).

En cuanto a la ecología trófica, al ser la alimentación el componente principal en la biología de los seres vivos, la evolución de las habilidades para obtenerla ha logrado resultados con alto impacto en los linajes y en los ecosistemas (Thompson 1984; Espinoza *et al.*, 2004). Es sabido que, entre los saurios vivos, son pocos los herbívoros en comparación con los grandes representantes que vivieron hace 245 millones de años durante el Mesozoico (Pough, 1973). De las 7098 especies de lagartos vivos (Uetz, 2021), a las que anualmente se incorporan nuevas especies a razón de 120 por año (Meiri *et al.*, 2018), sólo el 5% se corresponde con especies herbívoras (Meiri, 2018). Existen numerosas hipótesis al respecto, muchas de las cuales se han basado en la premisa de que los reptiles no pueden digerir vegetales eficientemente (Pough, 1973). Se ha planteado por ejemplo que la baja asimilación de los vegetales reducía la energía metabólica de la herpetofauna herbívora, llevando a las bajas tasas de reproducción, en comparación con las especies carnívoras y omnívoras (Szarski, 1962).

Más allá de las distintas hipótesis, es evidente que la poca cantidad de especies herbívoras en todo el globo, demuestra las serias restricciones que éste grupo posee para poder incrementarse favorablemente. Sin embargo, la herbivoría ha evolucionado repetidamente en los liolaemidos, posiblemente, en mayor proporción que las identificadas para los demás saurios y a una tasa 65 veces mayor (Espinoza *et al.*, 2004). Los herbívoros de esta familia han convergido reiteradamente en una combinación especial de características anatómicas, ecológicas y fisiológicas muy distintas a las registradas para otros reptiles herbívoros (Espinoza *et al.*, 2004). No obstante, el género *Liolaemus* posee una alimentación variada, por lo que se presentan no sólo especies herbívoras estrictas, sino también, especies omnívoras

(Cei, 1986). Por el contrario, todas las especies del género *Phymaturus* son casi exclusivamente herbívoras (Cei 1986; Etheridge, 1995). Esta situación se hace evidente también en la provincia de Chubut, donde hasta el presente se conocen 24 especies del género *Liolaemus* entre insectívoras y omnívoras, pero ninguna herbívora y 11 taxa del género *Phymaturus* (Avila *et al.*, 2013; Abdala y Quinteros, 2014).

Las especies herbívoras presentes en Chubut por tanto, pertenecen hasta ahora, al género *Phymaturus*. Este género se distribuye entre el paralelo 26° y el 45° 30', limitando al norte con la provincia de Catamarca y al Sur con la Sierra de San Bernardo en Chubut (Corbalán *et al.*, 2007). Los *Phymaturus*, tienen modo de reproducción vivíparo y poseen un cuerpo ancho y plano, de tamaño grande en relación a otras lagartijas, con costillas anteriores tan articuladas, que les permiten moverse dentro las grietas de las rocas (Etheridge, 1995). Son muy particulares las escamas de la cola, que es espinosa en la mayoría de los casos y más larga que el cuerpo (Scolaro, 2005). Ostentan una coloración tal, desde el gris pardo hasta las tonalidades naranjas, que les permite mimetizarse con el medio donde habitan. En algunas especies hay dimorfismo sexual, morfológico y cromático (Scolaro, 2005). Estos lagartos poseen adaptabilidades tanto anatómicas como ecológicas y un endemismo muy acentuado (Abdala y Quinteros, 2014). Además, constituye un grupo de iguánidos característico de lugares rocosos, que habitan ambas laderas de la cordillera de los Andes, tanto de Chile como de Argentina, como así también, algunas de las mesetas y sierras de la estepa patagónica (Scolaro, 2005).

En estudios recientes, se ha reconocido la importancia que tienen las lagartijas herbívoras en su papel como dispersoras de semillas, ya que muchos frutos forman una parte considerable en sus dietas (Perez-Mellado y Traveset, 1999; Cooper y Vitt, 2002; Valido y Olesen, 2019). La dispersión de semillas juega un rol fundamental en la regeneración y mantenimiento de determinados ecosistemas (Rodríguez, 2006) y posiblemente, en la estepa patagónica, las especies de *Phymaturus*, quizás, actúen como beneficiosas dispersoras de especímenes de la flora nativa. Se ha documentado la ingesta por parte de las especies de este género, de frutos de *Ephedra ochreatea*, *Lycium chilense* y *Galium* sp. (Celedón-Neghme *et al.*, 2005; Obregón *et al.*, 2018). Esto hace suponer, como sucede con otros grupos de animales, como son las aves y los mamíferos, que la dispersión de semillas por parte de las lagartijas, pueda ser altamente eficaz en términos cuantitativos y cualitativos (Valido y Olesen, 2019), para contribuir a la regeneración de comunidades vegetales, alteradas por diversos disturbios antrópicos.

En este capítulo final de la tesis se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica y por prospección en el área de estudio de lagartijas herbívoras. Existen para la zona de estudio las siguientes especies herbívoras según la bibliografía: *Phymaturus calcogaster* (Telsen), *P. somuncurensis* (meseta de Somuncurá), *P. camilae* (Gastre, Gan Gan), *P. katenke* (Los Adobes), *P. felixi* (Paso de Indios) y *P. patagonicus* (Ceí, 1986; Scolaro, 2005). Todas pertenecen al grupo *patagonicus* que se encuentra restringido a la estepa patagónica (Ceí, 1993; Etheridge, 1995; Lobo *et al.*, 2012). Por su distribución restringida, poblaciones poco abundantes y los aspectos biológicos esenciales tan especializados (reproducción vivípara, dieta herbívora, saxícolas), estas especies entran en la categoría de “vulnerables” o “insuficientemente conocidas” de la lista roja argentina (Abdala *et al.*, 2012).

5.2 Objetivo

- ✓ Identificar y documentar la herpetofauna herbívora distribuida en el área de estudio.

5.3 Metodología

Se realizaron estudios visuales durante las primaveras y veranos de los años 2015 y 2017 en el centro-norte de Chubut (descripción de la zona de estudio en Cap. 1). Previamente se elaboró un listado de especies presentes para la zona de estudio y sus mapas de distribución, para poder realizar la prospección a campo. Se seleccionaron sitios que abarcaban la distribución de las especies herbívoras según la bibliografía (Scolaro, 2005; 2006) y que además coincidían con los lugares planteados para los censos de vegetación.

Los recorridos para la observación de especies se efectuaron una vez finalizado el censo vegetal, en el momento de retornar al sitio de inicio. Se establecieron parcelas de 300m de largo, en los que se observaba hacia ambos lados a una distancia de 5m aproximadamente. Esta técnica de barrido se practicó durante el lapso de actividad de las lagartijas (búsqueda de alimento, de pareja reproductiva o de sitios para regular su temperatura) entre las 06:00 y 19:00hs (Cody, 1968; Brower *et al.*, 1998; Medina *et al.*, 2009, 2011, 2012; Ibargüengoytía *et al.*, 2010). Es importante aclarar que estas

actividades se ven modificadas por los distintos elementos climáticos como la temperatura del aire, la intensidad lumínica y el viento (Díaz y Cabezas-Díaz, 2004).

Los individuos registrados fueron georreferenciados y fotografiados en su hábitat. Se utilizó una cámara Cannon PowerShot SX620 HS. La identificación de las especies fue verificada por el Dr. Alejandro Scolaro (IDEAus, CCT- CENPAT). De cada organismo se registraron las siguientes características bióticas y abióticas: especie, micro hábitat, fecha, hora y actividad.

5.4 Resultados

5.4.1 Individuos por prospección

Durante el muestreo por prospección no fueron divisadas especies herbívoras, debido a que habitan casi exclusivamente en roquedales donde el muestreo de la vegetación fue escaso. En la Fig. 5.1 se pueden apreciar los puntos del área de estudio en donde se registró por prospección presencia de herpetofauna. Para la zona de estudio se registraron únicamente especies de Liolaemidos y Leiosauridos. Las especies insectívoras: *Liolaemus canqueli*, *L. bibroni*, *L. rothi*, *L. boulengeri*, *L. petrophilus* y las carnívoras: *Diplolaemus sexcinctus* y *Leiosaurus bellii* (Tabla 1). Aunque estos especímenes no se correspondían a los del objetivo de este trabajo, igualmente se constató su distribución geográfica.

En las Fig. 5.2, 5.3 y 5.4 se muestran algunos de los ejemplares determinados. Al pie de la imagen consta el código de transecta que permite ubicar la referencia en la zona de estudio, según el mapa satelital de la imagen 5.1. En la Tabla 5.1 se listan los ejemplares determinados, donde puede apreciarse claramente que la mayoría de ellos pertenecieron a la familia Liolaemidae y en menor proporción, se encontraron individuos de la familia Leiosauridae. Vale la pena mencionar que estas dos familias son las más representativas dentro del área de estudio (Scolaro, 2005).

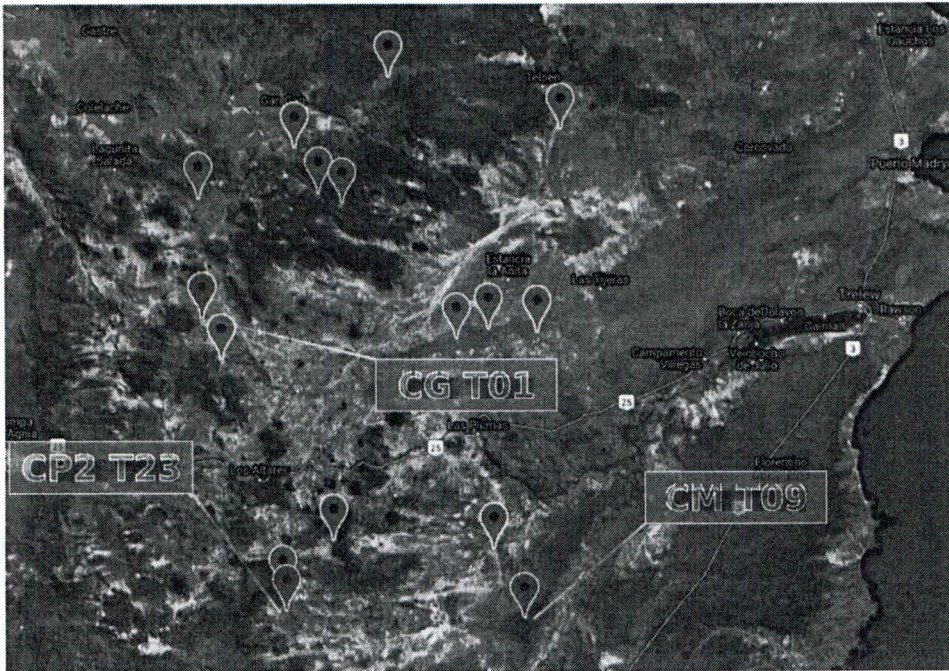


Figura 5.1. Localización de herpetofauna. Tres de las transectas son identificadas para ejemplificación.



Figura 5.2. Ejemplar de matuasto *Leiosaurus bellii*. Transecta CP2 T23.



Figura 5.3. Ejemplar de *Liolaemus canqueli* juvenil. Transecta CG T01.



Figura 5.4. Ejemplar de *Liolaemus canqueli*. Transecta CM T09.

Tabla 5.1. Herpetofauna determinada para el área de estudio.

ESPECIE	FAMILIA	TRANSECTA	COORDENADAS
<i>Liolaemus canqueli</i>	Liolaemidae	CM T09	-67.19863/-44.1398799
<i>Diplolaemus sexcinctus</i>	Leiosauridae	CT T21	-67.7428469/-42.4041054
<i>Liolaemus bibronii</i>	Liolaemidae	CM T16	-67.0420508/-44.3889353
<i>Liolaemus rothi</i>	Liolaemidae	CG T01	-68.7056907/-43.291952
<i>Liolaemus bibronii</i>	Liolaemidae	CG T12	-68.7181452/-42.8499249
<i>Liolaemus canqueli</i>	Liolaemidae	CG T01	-68.705643/-43.2918412
<i>Liolaemus boulengeri</i>	Liolaemidae	CT2 T20	-66.8532319/-42.5964368
<i>Diplolaemus sexcinctus</i>	Leiosauridae	CM2 T24	-67.3921927/-43.3689004
<i>Leiosaurus bellii (Matuasto)</i>	Leiosauridae	CP2 T23	-68.2891673/-44.2912502
<i>Liolaemus boulengeri</i>	Liolaemidae	CP2 T24	-68.2730468/-44.3616098
<i>Liolaemus boulengeri</i>	Liolaemidae	CP2 T10	-68.6019778/-43.4436356
<i>Leiosaurus bellii (Matuasto)</i>	Leiosauridae	CPI T18	-68.0275391/-44.1065175
<i>Liolaemus rothi</i>	Liolaemidae	CM2 T14	-66.9705449/-43.3441243
<i>Liolaemus rothi</i>	Liolaemidae	CM2 T22	-67.2226294/-43.3348624
<i>Liolaemus boulengeri</i>	Liolaemidae	CM2 T22	-67.219848/-43.3362417
<i>Liolaemus bibronii</i>	Liolaemidae	CT2 T10	-68.2262497/-42.6663926
<i>Liolaemus boulengeri</i>	Liolaemidae	CT2 T16	-67.9786778/-42.8729957
<i>Liolaemus petrophilus</i>	Liolaemidae	CT2 T16	-67.9786778/-42.8729957
<i>Liolaemus boulengeri</i>	Liolaemidae	CT2 T14	-68.1025514/-42.8340519
<i>Liolaemus petrophilus</i>	Liolaemidae	CT2 T14	-68.1025514/-42.8340519

5.4.2 Descripción de los ambientes de la herpetofauna herbívora

En la Fig. 5.5 se puede apreciar la proporción de transectas realizadas sobre las regiones habitadas por *Phymaturus calcogaster*, *P. somuncurensis* y *P. patagonicus* principalmente (distribución obtenida de Scolaro *et al.*, 2021). Para *P. camilae*, *P. katenke* y *P. felixi* no se encontraron mapas de distribución más allá de su ubicación específica y puntual (Lobo *et al.*, 2010; Scolaro *et al.*, 2013; 2021). El material de referencia indica que *Phymaturus patagonicus* habita escoriales volcánicos y ambientes rocosos, en estepas arbustivas muy abiertas (Ceí, 1986; Scolaro, 2005). Por otra parte, *P. somuncurensis* habita escoriales basálticos de la meseta, extensas planicies con derrames lávicos, conos volcánicos con coladas radiales y vegetación de estepa subarbustiva y arbustiva abiertas. *P. calcogaster* habita cordones rocosos y laderas con procesos de desmoronamiento, avalanchas rocosas y depósitos de basalto volcánico. Las comunidades vegetales asociadas a este ambiente integran las estepas subarbustivas de baja cobertura (Ceí, 1986; Scolaro, 2005). *P. felixi* tiene una distribución geográfica muy restringida y se lo ha registrado entre rocas de la ruta provincial nº 24 a 108 km de Paso de Indios (Lobo *et al.*, 2010). *P. camilae* fue registrado en afloramientos rocosos volcánicos en la cuenca del arroyo Sacanana (Gastre; Scolaro *et al.*, 2013). *P. katenke* solo se ha encontrado en un afloramiento terciario basáltico en la cuenca media del Río Chubut (Scolaro *et al.*, 2021). Las comunidades vegetales a las que se asocian estas últimas tres especies son estepas arbustivas serranas.

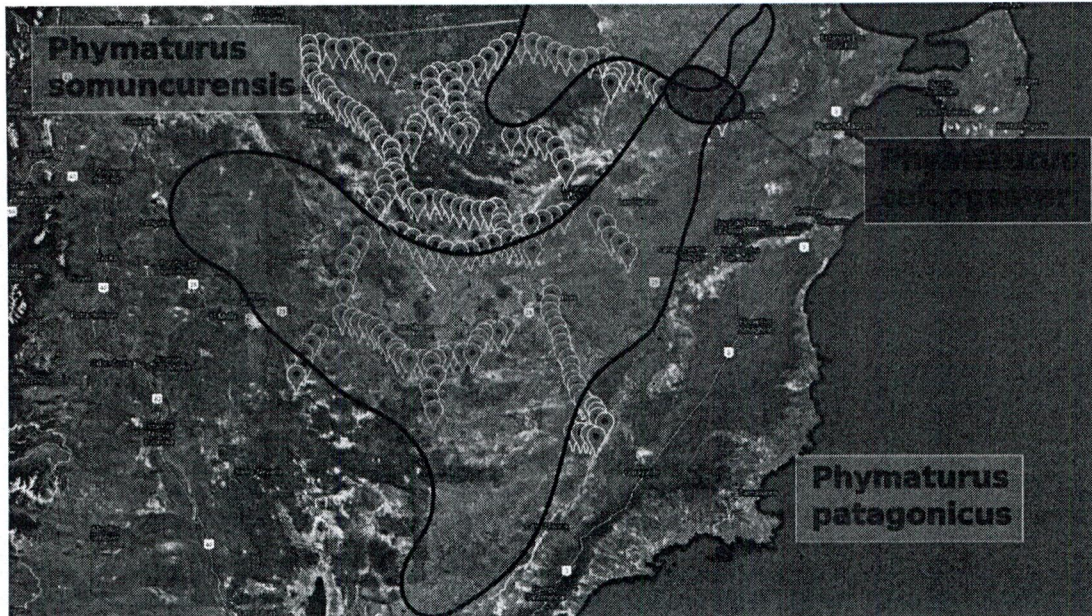


Figura 5.5. Transectas sobre regiones habitadas por tres especies de la herpetofauna herbívora. Distribución obtenida de Scolaro *et al.*, 2021.

Las comunidades vegetales de esta región se muestran en la Tabla 5.2, siendo la estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanadae*, la estepa arbustiva baja, la estepa arbustiva con *Frankenia patagonica* y la estepa arbustiva serrana, las comunidades vegetales que contienen el 80% de los censos. La Tabla 5.2 muestra la cantidad de transectas por comunidad vegetal y el porcentaje de censos con una cobertura inferior al 20%, corroborándose un alto porcentaje (37,76%) de censos con esta característica.

Tabla 5.2. Comunidades vegetales en la zona habitada por *Phymaturus patagonicus*, *P. felix* y *P. katenke*. Se especifica el número de transectas sobre las regiones habitadas por estas especies y el porcentaje de censos con una cobertura vegetal inferior al 20%.

AMBIENTE	TRANSECTAS	COBERTURA<20%
Estepa arbustiva con <i>Chuquiraga avellanadae</i>	33	66,67%
Estepa arbustiva baja	16	43,75%
Estepa arbustiva con <i>Frankenia patagonica</i>	8	50,00%
Estepa arbustiva serrana	6	16,67%
Estepa arbustivo graminosa de <i>Pappostipa sp.</i>	5	0,00%
Estepa arbustiva con <i>Atriplex lampa</i>	4	25,00%
Matorral abierto halófitico	2	50,00%
Estepa subarborescente baja cobertura	2	50,00%
TOTALES	76	37,76%

Entre los censos con una cobertura inferior al 20%, se encontró una proporción de 73.9% de arbustos, un 7.7% de subarbustos y un 17.6% de hierbas anuales y perennes. Las 20 especies más conspicuas registradas en los censos de cobertura

inferior al 20%, donde habitan *Phymaturus patagonicus*, *P. felixi* y *P. katenke* se listan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Ranking de especies en censos de cobertura inferior al 20%, área de *Phymaturus patagonicus*, *P. felixi* y *P. katenke*.

ESPECIE	FORMA
<i>Chuquiraga avellanadae</i>	Arbusto
<i>Lycium ameghinoi</i>	Arbusto
<i>Nassauvia ulicina</i>	Arbusto
<i>Frankenia patagonica</i>	Arbusto
<i>Pappostipa speciosa</i>	Hierba perenne
<i>Atriplex lampa</i>	Subarbusto
<i>Prosopis denudans</i>	Arbusto
<i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	Hierba perenne
<i>Lycium chilense</i>	Arbusto
<i>Mulguraea ligustrina</i>	Arbusto
<i>Erodium cicutarium</i>	Hierba anual
<i>Schinus johnstonii</i>	Arbusto
<i>Poa lanuginosa</i>	Hierba perenne
<i>Larrea nitida</i>	Arbusto
<i>Acantholippia seriphoides</i>	Arbusto
<i>Nassauvia glomerulosa</i>	Arbusto
<i>Menodora robusta</i>	Subarbusto
<i>Chuquiraga aurea</i>	Arbusto
<i>Prosopidastrum striatum</i>	Arbusto
<i>Plantago patagonica</i>	Hierba anual

En la región habitada por *Phymaturus somuncurensis* y *P. camilae* se registraron 12 transectas, dando lugar a 24 censos. En estos censos se determinaron tres comunidades vegetales que se resumen, ordenadas por representatividad, en la Tabla 5.4. Estos censos mostraron un promedio de cobertura de 34.28%. Las veinte especies vegetales más representativas se resumen en la Tabla 5.5, destacándose *Pappostipa humilis*, *Larrea nitida*, *Chuquiraga erinacea*, *Acantholippia seriphoides* y *Chuquiraga avellanadae*.

Tabla 5.4. Comunidades vegetales en región habitada por *Phymaturus somuncurensis* y *P. camilae*.

AMBIENTE	TRANSECTAS	COBERTURA PROMEDIO
Estepa subarbusciva baja cobertura	10	38,35%
Estepa arbustiva de baja cobertura	1	27,00%
Estepa arbustivo gramínea	1	37,50%
TOTALES	12	34,28%

En estos censos se registró un 54,3% de arbustos, un 33,4% de hierbas anuales y perennes, un 9% de subarbustos y un 3,3% de suculentas.

Tabla 5.5. Ranking de especies en censos vegetales, área de *Phymaturus somuncurensis* y *P. camilae*.

ESPECIE	FORMA
<i>Pappostipa humilis</i>	Hierba perenne
<i>Larrea nitida</i>	Arbusto
<i>Chuquiraga erinacea</i>	Arbusto
<i>Acantholippia seriphoides</i>	Arbusto
<i>Chuquiraga avellaneda</i>	Arbusto
<i>Larrea divaricata</i>	Arbusto
<i>Grindelia patagonica</i>	Subarbusto
<i>Nassauvia ulicina</i>	Arbusto
<i>Bromus</i> sp.	Hierba anual
<i>Fabiana patagonica</i>	Arbusto
<i>Erodium cicutarium</i>	Hierba anual
<i>Schinus johnstonii</i>	Arbusto
<i>Atriplex lampa</i>	Subarbusto
<i>Maihuenia patagonica</i>	Suculenta
<i>Pappostipa speciosa</i>	Hierba perenne
<i>Cyclolepis genistoides</i>	Arbusto
<i>Lycium chilense</i>	Arbusto
<i>Prosopis alpataco</i>	Arbusto
<i>Plantago patagonica</i>	Hierba anual
<i>Poa lanuginosa</i>	Hierba perenne

Finalmente, en la región habitada por la especie *Phymaturus calcogaster*, se realizaron 18 censos correspondientes a nueve transectas. En esta región se determinaron 2 comunidades vegetales, con un promedio de cobertura de 32,3% (Tabla 5.6) y una composición de 65,6% de arbustos, 20,3% de hierbas anuales y perennes y un 14,1% de subarbustos. Las veinte especies más representativas de esta zona de interés, se listan en la Tabla 5.7, destacándose *Larrea divaricata*, *Atriplex lampa*, *Acantholippia seriphoides*, *Chuquiraga erinacea* y *Chuquiraga avellaneda*.

Tabla 5.6. Comunidades vegetales en región habitada por *Phymaturus calcogaster*.

AMBIENTE	TRANSECTAS	COBERTURA PROMEDIO
Estepa subarborescente baja cobertura	7	40,14%
Matorral halofítico	2	24,5%
TOTALES	9	32,32%

Tabla 5.7. Ranking de especies en censos vegetales, área de *Phymaturus calcogaster*.

ESPECIE	FORMA
<i>Larrea divaricata</i>	Arbusto
<i>Atriplex lampa</i>	Subarbusto
<i>Acantholippia seriphoides</i>	Arbusto
<i>Chuquiraga erinacea</i>	Arbusto
<i>Chuquiraga avellanadae</i>	Arbusto
<i>Prosopis alpataco</i>	Arbusto
<i>Lycium chilense</i>	Arbusto
<i>Cyclolepis genistoides</i>	Arbusto
<i>Plantago patagonica</i>	Hierba anual
<i>Lycium ameghinoi</i>	Arbusto
<i>Pappostipa speciosa</i>	Hierba perenne
<i>Tetraglochin caespitosa</i>	Arbusto
<i>Schismus barbatus</i>	Hierba anual
<i>Nassella tenuis</i>	Hierba perenne
<i>Fabiana patagonica</i>	Arbusto
<i>Schinus johnstonii</i>	Arbusto
<i>Poa lanuginosa</i>	Hierba perenne
<i>Larrea nitida</i>	Arbusto
<i>Jarava neaei</i>	Hierba perenne
<i>Baccharis darwinii</i>	Subarbusto

5.5 Discusión

En esta instancia del estudio se esperaba encontrar en los sitios de muestreo, seis especies de lagartijas herbívoras: *Phymaturus calcogaster*, *P. somuncurensis*, *P. patagonicus*, *P. felixi*, *P. camilae* y *P. katenke*. Lamentablemente, los objetivos de este capítulo no pudieron alcanzarse en su conjunto. Hubo días en los que se realizaron las campañas de muestreo con mucha nubosidad, viento y temperaturas ambientales que no fueron los adecuados para los patrones de actividad diaria de las lagartijas (Vicenzi e Iburgüengoytía, 2019), representando esto una limitación para los registros. Los elementos meteorológicos ciertamente afectan el comportamiento de las lagartijas y son fundamentales para su termorregulación, siendo esta característica fisiológica esencial para su óptimo desempeño (Díaz y Cabezas-Díaz, 2004; Vicenzi e Iburgüengoytía, 2019). Asimismo, los *Phymaturus* son especies que poseen una baja densidad poblacional y que han sido catalogados con una abundancia escasa (Abdala *et al.*, 2012).

No obstante, el no haberlos registrado, difícilmente signifique que no haya especímenes de este género. Por lo comentado anteriormente, quizá represente que las especies de *Phymaturus* que habitan los sitios estudiados, sólo hayan estado guarecidos los días menos favorables para el desarrollo de sus actividades diarias,

dificultando así, su observación. Asimismo, estas especies que habitan los escoriales, sólo bajan a la estepa para alimentarse y aunque se visiten los afloramientos en condiciones adecuadas es posible no encontrarlos. Está documentado que para *P. katenke* se han realizado siete exploraciones para encontrarlo en situaciones meteorológicas apropiadas y así y todo no fue posible recolectarlo (Scolaro *et al.*, 2021).

El género *Phymaturus* exhibe escasa plasticidad fenotípica, la cual explica una historia de vida muy lenta, representada por ejemplo en el retraso de la madurez sexual (entre 6 y 9 años) y una alta longevidad (Cabezas-Cartes *et al.*, 2015; Cabezas-Cartes, 2016). Estos rasgos biológicos, producen largos tiempos generacionales, que limitan la tasa de cambio evolutivo en las lagartijas (Sinervo *et al.*, 2010), lo cual, produciría que los organismos patagónicos fueran menos capaces de adaptarse rápidamente al aumento de la temperatura, generada por el cambio climático global, haciéndolos así, más proclives a extinguirse (Chevin *et al.*, 2010; Sinervo *et al.*, 2010). Ciertamente, una de las amenazas que afectan a este género de lagartijas está vinculada con el cambio climático global. Los últimos estudios indican que una de las drásticas consecuencias de este fenómeno será la extinción de especies que no puedan adaptarse a las nuevas condiciones ambientales, como ocurre con una gran diversidad de lagartijas (Sinervo *et al.*, 2010). Este grupo de animales, cuando la temperatura ambiental es elevada, se refugia, para evitar que su temperatura corporal supere el límite de tolerancia térmica y muera por sobrecalentamiento (Reséndiz *et al.*, 2017; Duran *et al.*, 2018; Obregón *et al.*, 2020). Si los individuos permanecen guarecidos durante su horario habitual de actividad (*e.g.* alimentarse, reproducirse), el tiempo que necesitan para realizar cualquiera de estas actividades se acorta, lo que a su vez genera que disminuyan las tasas de reproducción, de reclutamiento poblacional y como resultado final, que las poblaciones decrezcan hasta su extinción (Altamirano-benavides *et al.*, 2019). Tal es así, que varias proyecciones indican que, para el año 2080, el 20% de las especies de lagartijas del mundo podría extinguirse como consecuencia del aumento de la temperatura ambiental (Sinervo *et al.*, 2010; Sinervo *et al.*, 2018).

En cuanto a la vegetación, si bien está adaptada al clima árido, siendo capaces las plantas de permanecer latentes y rebrotar cuando las condiciones son propicias (García Martínez *et al.*, 2017), un incremento en la temperatura media profundizaría el déficit hídrico durante su estación de crecimiento (Marchelli *et al.*, 2021). Además, habría cambios también en los regímenes pluviométricos, lo que agotaría las reservas en algunas plantas y provocaría su muerte (Teague *et al.*, 2013). Para la Patagonia se

estiman aumentos de temperatura en la media anual de entre 3.5 y 4°C para los próximos 50 años, ocurriendo al doble de la velocidad del último siglo y, también, una reducción drástica de las precipitaciones (Barros *et al.*, 2015). Estas alteraciones podrían ser críticas también para las distintas poblaciones de la herpetofauna esteparia, pues si su cambio adaptativo es demasiado paulatino en relación a las mencionadas alteraciones (Chevin *et al.*, 2010), aumentará la vulnerabilidad de las especies. Algunas especies del género *Phymaturus*, las que poseen una biología particular con elevada especialización fisiológica y un endemismo muy marcado (Abdala y Quinteros, 2014), podrían verse afectadas. Sin embargo, para la especie *Phymaturus tenebrosus*, las nuevas condiciones climáticas podrían ser ventajosas para su supervivencia (Cabezas-Cartes *et al.*, 2019)

En la estepa patagónica se ha advertido desde hace un par de décadas que varios grupos zoológicos se hallan amenazados, principalmente por la degradación ambiental y por la introducción de especies exóticas (Paruelo *et al.*, 2005). Nuevos impactos como la expansión de la minería o la producción de energía, pueden potenciar esta degradación ambiental y por ende, también afectar a la herpetofauna (Breitman *et al.*, 2014). Si bien la información sobre las dinámicas de los sistemas naturales es aún insuficiente (Pascual *et al.*, 1998; Arcand y Ranker 2008) y, considerando que muchas especies de reptiles poseen una distribución restringida, debe considerarse a este grupo como sumamente vulnerable a los procesos de deterioro del hábitat (Paruelo *et al.*, 2005). El efecto negativo de los impactos mencionados, se verá magnificado por el cambio climático global, que tiene y tendrá graves consecuencias para las lagartijas patagónicas (Sinervo *et al.*, 2010; Breitman *et al.*, 2014).

Posiblemente, las poblaciones de *Phymaturus* se encuentren en un débil balance con su hábitat y, la alteración de sus ambientes y el cambio climático global, las expondría a un elevado grado de fragilidad, sobrepuesto al hecho de que se trata de especies vulnerables (Abdala *et al.*, 2012). Asimismo, la especie *Phymaturus tenebrosus* está categorizada como *En peligro* (EN) por la UICN. Efectivamente, varios estudios han sugerido que se realicen más investigaciones sobre la bio-ecología pero limitando los permisos de colecta científica a trabajos que justificadamente lo requieran, prohibiendo la extracción de individuos (Sinervo *et al.*, 2010; Abdala *et al.*, 2012).

Investigaciones más detalladas sobre la densidad poblacional de los *Phymaturus* deberían ser realizadas con el propósito de establecer áreas de conservación y de monitoreo. Ahora bien, si se considera la descripción de los ambientes de la

herpetofauna herbívora, se apreció que la mayor cantidad de censos realizados en relación a estas regiones de interés se encontró relacionada a *Phymaturus patagonicus*, *P. felixi* y *P. katenke*. Se destaca que todas las especies vegetales enumeradas en la descripción bio-ecológica de la bibliografía para las especies *Phymaturus somuncurensis*, *P. calcogaster* y *P. camilae* se encontraron presentes en los censos realizados. Si bien se constató la presencia de todas las especies vegetales citadas en la bibliografía, se observa una importante presencia en estos ambientes de especies como *Frankenia patagonica*, *Lycium ameghinoi*, *Nassauvia ulicina* y *Atriplex lampa*.

Asimismo se resalta la importancia que tienen las lagartijas dentro de los ecosistemas, funcionando tanto como presas y/o depredadoras (Pianka, 1973) e incluso, como dispersoras de semillas, contribuyendo, en este último caso, con la regeneración de diversas poblaciones vegetales. De hecho se ha estudiado el potencial dispersor de varias especies de *Phymaturus* e incluso se los ha registrado comiendo frutos de *Lycium chilense*, *Galium* sp. y *Ephedra ochreatea* (Celedón-Neghme *et al.*, 2005; Núñez *et al.* 2010; Scolaro *et al.* 2016; Obregón *et al.*, 2018). Es posible además, que las lagartijas herbívoras del género *Phymaturus*, puedan funcionar como bio-indicadoras de la salud de los ecosistemas patagónicos frente al cambio climático global, tal como sucede con otras especies de reptiles (Cabido Quintas *et al.*, 2008).

Los resultados aquí expuestos, ponen de manifiesto que la herpetofauna herbívora del centro-norte de Chubut, posee un registro difícil y poco frecuente en algunos sitios de su distribución geográfica. Al mismo tiempo, los *Phymaturus*, que poseen una distribución tan acotada y un alto grado de especialización, podrían ser más susceptibles a la degradación ambiental vinculada con la ganadería ovina, por ejemplo, a diferencia de otras especies de lagartijas, que presentan una densidad poblacional mayor.

Conclusiones generales

Se llevó adelante durante dos temporadas de primavera/verano consecutivas, una muy amplia investigación de un territorio poco explorado, en la que se han determinado metódicamente, las especies de decenas de miles de ejemplares vegetales. Se han recolectado 40 mil puntos de información, luego de recorrer 10.546 km en vehículo y caminar 400 km aproximadamente. Incorporando nuevas tecnologías

y dispositivos móviles, fue posible manejar este gran volumen de datos, que de modo tradicional hubiera sido inviable. Al finalizar las tareas de exploración, se determinaron las especies identificadas en el territorio utilizando guías actualizadas y, cuando resultó necesario, lupa estereoscópica sobre el material recolectado y herborizado, determinando así la composición florística de la zona. Con esta información fue posible determinar las distintas comunidades de vegetación que componen el área de estudio.

El cálculo de los distintos parámetros ecológicos permitió estimar la biodiversidad vegetal, la cobertura vegetal, la broza y el porcentaje de formas de vida vegetales, entre otros, que obedecen a condiciones físico-ambientales particulares. Ninguno de estos parámetros ha sido indiferente a las prolongadas sequías, a los diversos procesos de erosión, a los incendios naturales o de origen antrópico y a fenómenos como la caída de cenizas. El sobrepastoreo del ganado ovino fue una de las causas principales que contribuyeron de manera negativa a los procesos de degradación antes mencionados. Sin embargo, las cargas animales actuales son muy inferiores a las del siglo XIX y la situación ambiental de la zona no ha mejorado. Indudablemente, tanto el clima, como la erosión eólica e hídrica y los diversos fenómenos naturales, son decisivos en la recuperación de la vegetación del centro-norte de Chubut. La sequía experimentada por largos períodos, el aumento de las temperaturas y la acumulación de cenizas provenientes del Complejo Cordón Caulle Puyehue, contribuyen a la explicación del desgaste actual del área.

Luego de identificar las especies nativas y las exóticas y de documentar el estado de conservación de la flora en el área de estudio, se constató que en la Patagonia extra andina son pocas las investigaciones dirigidas al estudio de la biodiversidad vegetal, más allá de las realizadas con fines económicos. Esto explicaría en parte, la escasa información que existe sobre el grado de amenaza de las diferentes especies vegetales nativas de la zona, especialmente de especies palatables afectadas por la introducción de ganado ovino. Por otra parte, se documentó la herpetofauna herbívora distribuida en el área de estudio y si bien las especies no pudieron ser registradas en el campo, se realizó la asociación entre éstas especies de lagartijas herbívoras y la vegetación, realizando una detallada y exhaustiva descripción bio-ecológica de los ambientes que se conoce que habitan estos reptiles dentro del área de estudio. Si en el futuro se conocieran nuevos registros de estas especies dentro de la extensa área contemplada, queda documentado en esta tesis las especies vegetales asociadas a su respectivo ambiente.

Finalmente, se pudo constituir un inventario de la biodiversidad vegetal, composición florística y hábitos, asociados a las distintas comunidades del centro-norte de Chubut en el período 2015-2017, georreferenciado y con cientos de imágenes, tanto de los ambientes como de las distintas especies. Por su volumen, por la metodología y la tecnología empleada, estos registros constituyen una importante y detallada referencia que podrá utilizarse como base de datos para nuevas investigaciones y serán dispuestos para su acceso libre y gratuito una vez finalizada la publicación de la información producida. Como fue verificado, una recuperación en la cobertura vegetal no es condición suficiente para que el estado crítico del área cambie y sería interesante que las futuras investigaciones completen una base de datos científica y de libre acceso que permita la elaboración de estrategias de conservación y remediación, como así también, faciliten su evolución y seguimiento a través del tiempo. Lo expuesto hasta aquí pone de manifiesto que tanto la biodiversidad vegetal como los demás parámetros ecológicos, exhiben el deterioro del centro-norte de Chubut y no han sido inmutables a los distintos eventos relacionados con el clima, la erosión y las numerosas acciones antrópicas.

Bibliografía

- Abdala, C. S., Quinteros, A. S. 2014. Los últimos 30 años de estudios de la familia de lagartijas más diversa de argentina: actualización taxonómica y sistemática de Liolaemidae. *Cuadernos de herpetología*. **28** (2): 55-82.
- Abdala, C. S., Acosta, J. L., Acosta, J. C., Álvarez, B. B., Avila, L. J., Blanco M. G., Bonino, M. Boretto, J. M., Brancatelli, G., Breitman, M. F., Cabrera, M. R., Cairo, S., Corbalán, V., Hernando, A., Ibargüengoytía, N. R., Kacoliris, F. Laspiur, A., Montero, R., Morando, M., Pelegrin, N., Hernán, C., Fulvio Quinteros, A. S., Semhan, R. V, Tedesco, M. E., Vega, L., Zalba, S. M. 2012. Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfisbenas de la República Argentina. *Cuadernos de herpetología*. **26** (1): 215-48.
- Abraham, E. M. 2002. Desertificación: bases conceptuales y metodológicas para planificación y gestión. *Zonas Áridas*. **7** (1): 18-67.
- Adler, R. F., Huffman, G. J., Chang, A., Ferraro, R., Xie, P. P., Janowiak, J., Rudolf, B., Schneider, U., Curtis, S., Bolvin, D., Gruber, A., Susskind, J., Arkin, P., Nelkin, E. 2003. The version global precipitation climatology project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979-present). *Journal of hydrometeorology*. **4**: 1147-67.
- Almonacid, S., Klagges, M. R., Navarro, P., Morales, L., Pazos, B., Puigbó, A. C., Firmenich, D. A. 2019. Mobile and wearable computing in Patagonian wilderness. En *Conference on Cloud Computing and Big Data*. Springer, Cham. **1050**: 137-154.
- Altamirano Benavides, M. A., Domínguez-Guerrero, S. F., Muñoz-Nolasco, F. J., Arenas Moreno, D., Santos Bibiano, R., Gómez-Trejo Pérez, R., Lozano Aguilar, N., Gandarilla Aizpuro, F., Méndez de la Cruz, F. R. 2019. Ecología térmica y riesgo de extinción ante el cambio climático de *Gonatodes concinnatus* (Squamata: Sphaerodactylidae), una lagartija endémica de la Amazonía occidental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **90**: 1-12.
- Altieri, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Elsevier*. **74**.
- Andrade, L. 2002. Territorio y ganadería en la Patagonia Argentina: desertificación y rentabilidad en la Meseta Central de Santa Cruz. *Economía Sociedad y Territorio*. **12**: 675-706.
- Arbeláez-Cortés, E. 2013. Describiendo especies: un panorama de la biodiversidad colombiana en el ámbito mundial. *Acta Biológica Colombiana*. **18** (1): 165-78.
- Asner, G.P., Elmore, A., Olander, L. P., Martin, R. E., Harris, T. 2004. Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annual Review of*

- Environment and Resources*. **29** (1): 261-99.
- Avila, L. J., Martinez, L. E., Morando, M. 2013. Checklist of lizards and amphisbaenians of Argentina: an update. *Zootaxa*. **3616** (3): 201-38.
- Barreda, V. D., Anzótegui, L. M., Prieto, A. R., Aceñolaza, P. G., Bianchi, M. M., Borromei, A. M., Brea, M. Caccavari, M. A. ; Cuadrado, G. A.; Garralla, S. S., Grilli, S. M., Guerstein, G. R., Lutz, A. I., Mancini, M. V., Mautino, L. R., Ottone, E. G., Quattrocchio, M. E., Romero, E. J., Zamalao, M.C., Zucol, A. F. 2007. Diversificación y cambios de las angiospermas durante el Neógeno en Argentina. *Ameghiniana*. **11**: 173-91.
- Barreda, V., Palazzesi, L. 2007. Patagonian vegetation turnovers during the Paleogene-early Neogene: origin of arid-adapted floras. *Botanical Review*. **73** (1):
- Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, A. I., Chidiak, M., Magrín, G. O., Rusticucci, M. 2015. Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. **6** (2): 151-69.
- Beeskow, A. M., del Valle, H. F., Rostagno, C. M. 1987. Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la provincia del Chubut. SECyT, Bariloche. 173 pp.
- Beeskow, A. M., Monsalve, M. A., Duro, V. 2005. Identificación de áreas de mayor diversidad en endemismos vasculares en la Región Patagónica Argentina. *Anales del Instituto de la Patagonia*. **33**: 5-20.
- Behr, S. J., Bottaro, H., Buduba, C. G., Buono, G. G., Cesa, A., Ciari, G., Escobar, J. M., Ferrante, D., Garcia Martinez, G. C., González, L., Irisarri, J., Lateulade, J. I., Livraghi, E., Massara Paletto, V., Nakamatsu, V. B., Oliva, G. E., Paredes, P. N., Peri, P. L., Rial, P. E., Utrilla, V. R., Villa, M. D. 2020. Métodos de Evaluación de Pastizales En Patagonia Sur. INTA. Buenos Aires. 288 pp.
- Bertiller, M., Bisigato, A. 1998. Vegetation dynamics under grazing disturbance. The state and transition model for the Patagonian steppes. *Ecología Austral*. **8**: 191-99.
- Bertiller, M. B., Bisigato, A., Carrera, A. C., del Valle, H. F. 2004. Estructura de la vegetación y funcionamiento de los ecosistemas del Monte Austral. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*. **39** (3-4): 139-58.
- Biganzoli, F., Zuloaga, F. 2015. Análisis de diversidad de la familia Poaceae en la región austral de América del Sur." *Rodriguesia*. **66** (2): 337-51.
- Boggiano, P., Berretta, E. J. 2006. Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. *Reunião Do Grupo Técnico Em Forrageiras Do Cone Sul, Grupo Campos*. **1**: 93-104.
- Boris, G., Calviño, P. 2011. Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial: Actas 2009-2010. Río Gallegos. 21 pp.

- Bremer, K. R. 1994. Branch support and tree stability. *Cladistics*, **10** (3), 295-304.
- Breitman, M. F., Minoli, I., Avila, L. J., Medina, C. D., Sites Jr, J. W., Morando, M. 2014. Lagartijas de la provincia de Santa Cruz, Argentina: Distribución geográfica, diversidad genética y estado de conservación. *Cuadernos de Herpetología*. **28** (2): 83-110.
- Brower, J.E., Zar, J.H., Von Ende, C. N. 1998. Field and laboratory methods for general ecology. Boston. WCB McGraw-Hill. 28 pp.
- Buono, G., Massara Paletto, V. y Celdrán, D. 2011. Evolución de la disponibilidad forrajera de una estepa patagónica bajo diferente intensidad de uso ovino. *Revista Argentina de Producción Animal*. **31** (2): 135-143.
- Burkart, R., Bárbaro, N. O., Sánchez, R. O., Gómez, D. A. 1999. "Eco-rregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales.
- Burkart, R. 2005. La situación ambiental Argentina. Administración de Parques Nacionales. 399-404.
- Busso, C. A., Bentivegna, D. J., Fernández, O. A.. 2013. A review on invasive plants in rangelands of Argentina. *Interciencia* **38** (2): 95-103.
- Cabezas-Cartes, F. 2016. Análisis comparado del crecimiento, longevidad e inversión reproductiva en el género *Phymaturus* en un gradiente latitudinal y altitudinal. Bariloche. Universidad Nacional del Comahue.
- Cabezas-Cartes, F., Boretto, J. M., Ibargüengoytía, N. R. 2015. Age, growth and life-history parameters of an endemic vulnerable lizard from Patagonia, Argentina. *Herpetological Journal*. **25**: 215-24.
- Cabezas-Cartes, F., Fernández, J. B., Duran, F., Kubisch, E. L. 2019. Potential benefits from global warming to the thermal biology and locomotor performance of an endangered Patagonian lizard. *PeerJ*. **7**. 7437.
- Cabido Quintas, C., Gonzalo Martínez, A., López Martínez, P., Martín Rueda, J. 2008. Poblaciones urbanas de la lagartija ibérica: Uso como bioindicador de los efectos del ambiente urbano. Segovia. XIX Premio de Medio Ambiente. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia. Obra social y cultural. 52 pp.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. **2** (1): 1-85.
- Camargo, A., Sinervo, B., Sites, J. W. 2010. Lizards as model organisms for linking phylogeographic and speciation studies. *Molecular Ecology*. **19** (16): 3250-70.
- Campos, C. M., Nates, J., Lindemann-Matthies, P. 2013. Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. *Ecología Austral*. **23** (3): 174-83.
- Catford, J. A., Daehler, C. C., Murphy, H. T., Sheppard, A. W., Hardesty, B. D.,

- Westcott, D., Rejmánek, M., Bellinghamf, P., Pergl, J., Horvitz, C.C., Hulme, P. 2012. The intermediate disturbance hypothesis and plant invasions: implications for species richness and management. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. **14** (3): 231–41.
- Cei, J. M. 1986. Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina. Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas. Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Italy, Monografie 4. 528 pp.
- Cei, J. M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina: Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas. Museo regionale di Scienze Naturali Torino, Torino, Italy, Monografie 14, 947 pp.
- Celedón-Neghme, C., Salgado, C. R., Victoriano, P. F. 2005. Preferencias alimentarias y potencial dispersor del lagarto herbívoro *Phymaturus flagellifer* (Tropiduridae) en los Andes. *Gayana* **69** (2): 266–76.
- Chevin, L. M., Lande, R., Mace, G. M. 2010. "Adaptation, plasticity , and extinction in a changing environment: towards a predictive theory. *PLoS Biology*. **8** (4): 8.
- Ciar, G. 2010. Funcionamiento hidrológico de los mallines y sus cuencas asociadas. INTA Esquel, 63–66.
- Cody, M. L. 1968. On the methods of resource division in grassland bird communities. *The American Naturalist*. **102** (924): 107–47.
- Colombani, Érica. 2018. Precipitaciones en Chubut durante el año 2018. INTA Ediciones EEA Chubut, 13.
- Conti, M. 2000. Principios de edafología, con énfasis en suelos argentinos. Ed. Facultad de Agronomía. 430 pp.
- Cooper, W. E., Vitt, L. J. 2002. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. *Journal of Zoology*. **257** (4): 487–517.
- Coppa, R. A. 2004. El deterioro del pastizal patagónico. INTA. Medio Ambiente **4**: 19-22.
- Corbalán, V., Tognellia, M. F., Scolaro, J. A., Roig, S. A. 2011. Lizards as conservation targets in argentinean Patagonia. *Journal for Nature Conservation*. **19** (1): 60–67.
- Correa, M. N. 1969-1998. Flora Patagónica (República Argentina). Colección Científica INTA, Buenos Aires. Vol. II, III, I.
- Dai, A. 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*. **3** (1): 52–58.
- Davies, J., Poulsen, L., Schulte-Herbrüggen, B., Mackinnon, K., Crawhall, N., Henwood, W. D., Gudka, M. 2012. Conservación de la biodiversidad de las tierras áridas. UICN. Gland, Switzerland.
- Del Valle, H., Elissalde, N., Gagliardini, D., Milovich, J. 1998. Status of desertification in

- the Patagonian region: Assessment and mapping from satellite imagery. *Arid Land Research and Management*. **12** (2): 95-121.
- Díaz, C., Quevedo, G., Schweitzer, M., Abba, A. 2011. Compilado por Díaz, B. y Calviño, P. Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial: Actas 2009-2010. 1a ed. SIT Santa Cruz.
- Díaz, J. A., Cabezas-Díaz, S. 2004. Seasonal variation in the contribution of different behavioral mechanisms to lizard thermoregulation. *Functional Ecology*. **18**: 867–75.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F. S., Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*. **4** (8): 1300–1305.
- Díaz Gómez, J. M. 2011. Estimating ancestral ranges: testing methods with a clade of neotropical lizards (Iguania: Liolaemidae). *PLoS ONE*. **6** (10).
- Doyle, J.J. 1993. DNA, phylogeny, and the flowering of plant systematics. *BioScience*. **43** (6): 380–89.
- Duran, F., Kubisch, E. L., Boretto, J. M. 2018. Thermal physiology of three sympatric and syntopic Liolaemidae lizards in cold and arid environments of Patagonia (Argentina). *Journal of Comparative Physiology B*, **188** (1): 141-152.
- Ejarque, M. 2020. ¿Solo 'Hay que esperar que llueva'? interpretaciones y prácticas sobre una sequía de los agentes laneros en las comarcas meseta central y Virch-Valdés de Chubut. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina **10** (20): 17.
- Elissalde, N., Escobar, J. M., Nakamatsu, V. 2002. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona árida y semiárida de la Patagonia. EEA INTA Chubut - PAN, 41.
- Escandón Calderón, J., Ordóñez Díaz, J. A. B., Nieto de Pascual Pola, M. C. D. C., Ordóñez Díaz, M. D. J. 2018. Change in vegetation cover and land use in Morelos, Mexico, from 2000 to 2009. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. **9** (46): 27–53.
- Espinoza, R. E., Wiens, J. J., Richard, T. 2004. Recurrent evolution of herbivory in small, cold-climate lizards: breaking the ecophysiological rules of reptilian herbivory. *Proceedings of the National Academy*. **101** (48): 16819–24.
- Etheridge, R. 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). *American Museum Novitates*. **3142**: 1–34.
- EU Monitor- Communication. 2006. Halting the loss of biodiversity by 2010 - and beyond - sustaining ecosystem services for human well-being. Com **1**: 216.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 487–515.

- Fensholt, R., Langanke, T., Rasmussen, K., Reenberg, A., Prince, S. D., Tucker, C., Scholes, R., Le, Q. B., Bondeau, A., Eastman, R., Howard, E., Gaughan, A., Hellden, U., Mbow, C., Olsson, L., Paruelo, J., Schweitzer, C., Seaquist, J., Wessels, K. 2012. Greenness in semi-arid areas across the globe 1981-2007 an earth observing satellite based analysis of trends and drivers. *Remote Sensing of Environment* **121**: 144–58.
- Flueck, W. T. 2016. The impact of recent volcanic ash depositions on herbivores in Patagonia: a review. *The Rangeland Journal* **38** (iii): 27–34.
- Font Quer, P. 1993. Diccionario de Botánica. Labor. Barcelona, España.
- Franklin, J. F. 1993. Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes? *Ecological Applications* **3** (2): 202–5.
- Frayssinet, N., González, E., D'Ambrogio, A., Fernández, S., Furlan, I. 2007. Estudio citológico, exo y endomorfológico en *Atriplex lampa* (Moq.) D. Dietr. (Chenopodiaceae). *Polibotánica*. **24**: 1–23.
- Funes, M., Tammone, M., Walker, S., Iglesias, G., Chehébar, C. 2013. Identificación de áreas de importancia para la biodiversidad en la estepa y el monte de Patagonia: valoración en base a distribución de especies y ecosistemas. ErreGé y Asociados imprenta. 112 pp.
- Gaitán, J. J., Bran, D., Oliva, G., Maestre, F. T., Aguiar, M. R., Jobbágy, E., Massara, V. 2014. Plant species richness and shrub cover attenuate drought effects on ecosystem functioning across Patagonian rangelands. *Biology Letters*. **10** (10): 7–10.
- Gaitán, J. J., Navarro, M. F., Tenti Vuegen, L. M., Pizarro, M. J., Carfagno, P. 2017. Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina. INTA. Buenos Aires. 72 pp.
- Gaitán, J. J. 2009. Topografía, pastoreo y vegetación como factores de control de la concentración y patrón espacial del carbono edáfico en la Estepa Patagónica. Universidad de Buenos Aires, área Recursos Naturales.
- Gamble, T., Greenbaum, E., Jackman, T. R., Russell, T., Bauer, A. M. 2012. Repeated origin and loss of adhesive toepads in Geckos. *PLoS ONE*. **7** (6): 10.
- Ganduglia O., Zanetta E., Faggi A. 2016. El rol de las plantas exóticas en la homogeneización y diferenciación florística en Argentina. *Revista Terra Mundus*. **3** (3): 1–18.
- García Martínez, G. C., Ciari, G., Gaitán, J., Caruso, C., Nagahama, N., Opazo, W., Nakamatsu, V., Lloyd, C., Cotut, C., Irisarri, G., Escobar, J. 2017. Análisis de la evolución del clima y los pastizales naturales en el noroeste de la provincia de Chubut, Argentina, durante el período 2000-2014: identificación de variables

- asociadas a la disminución de las existencias ganaderas en la región. *Agriscientia*. **34** (1): 59-69.
- Garreaud, R D. 2018. Record-breaking climate anomalies lead to severe drought and environmental disruption in western Patagonia in 2016. *Climate Research*. **74** (3): 217–29.
- Ghermandi, L. 1992. Caracterización del banco de semillas de una estepa en el noroeste de Patagonia. *Ecología Austral*. **2** (1): 039-046.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., Winne, C. T. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*. **50** (8): 653–66.
- Hechem, V., Padró, A., Morrone, J. J. 2015. Patrones distribucionales de la flora vascular de la Estepa Patagónica y su relevancia para la regionalización biogeográfica. *Darwiniana*. **3** (1): 5–20.
- Hector, A., Joshi, J., Lawler, S., Spehn, E. M., Wilby, A. 2001. Conservation Implications of the Link between Biodiversity and Ecosystem Functioning. *Oecología*. **129** (4): 624–28.
- Hermosilla Rivera, C. 2013. Población rural en Chubut: la meseta desde principios de siglo XX a la actualidad. *Revista Párrafos Geográficos*. **12** (1): 40–64.
- Hillebrand, H., Bennett, M. D, Cadotte M. 2008. Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology*. **89** (6): 1510–20.
- Houérou, H. N. Le. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments*. **34** (2): 133–85.
- Ibargüengoytia, N., Medina, S. M., Fernández, J. B., Gutiérrez, J. A., Tappari, F., Scolaro, J. A. 2010. Thermal biology of the southernmost lizards in the world: *Liolaemus sarmientoi* and *Liolaemus magellanicus* from Patagonia, Argentina. *Journal of Thermal Biology*. **35** (1): 21-27.
- IPCC. 2021. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, L., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 2391 pp.
- IUCN. 2001. Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: Versión 3.1. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Javier Rodríguez, A. 2006. *Daphne rodriguezii*: salvar la lagartija, salvar la planta. *Conservación Vegetal*. 15–17.

- Jobbágy, E., Paruelo, M., León, R. 1996. Vegetation heterogeneity and diversity in flat and mountain landscapes of Patagonia (Argentina). *J Veg Sci.* **7**: 599-608.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos.* **113** (2): 363-75.
- Jost, L., González-Oreja, J. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana.* **56** (1): 3-14.
- Kare, B. 1994. Branch support and tree stability. *Cladistics.* **10**: 295-304.
- Katinas, L., D. Gutierrez, M. Grossi, J. Crisci. 2007. Panorama de la familia Asteraceae (Compositae) en la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* **42** (1-2): 113-29.
- Klagges, M. R., González, C. 2015. Estudio de biodiversidad vegetal y evaluación de parámetros ecológicos en departamento Telsen, Chubut. *Naturalia patagónica.* **7**: 55.
- Klagges, M. R., Obregón, L., Scolaro, J. A., Firmenich, D. A. 2021. Nueva tecnología para relevar la vegetación y estudiar su biodiversidad en la estepa patagónica. *Naturalia patagónica.* **17**: 11-28.
- Kleunen, M., Dawson, W., Essl, F., Pergl, J., Winter, M., Weber, E., Pyšek, P Van. 2015. Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature.* **525** (7567): 100-103.
- Knoop, W. T., Walker, B. H. 1985. Interactions of woody and herbaceous vegetation in a Southern African Savanna. *The Journal of Ecology.* **73** (1): 235-53.
- Kolar, C. S., Lodge, D. M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution.* **16** (4): 199-204
- León, R. J., Bran, D., Collantes, M., Paruelo, J. M., Soriano, A. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral.* **8**(2): 125-44.
- Lista, A., González, C. 2015. Evaluación de la biodiversidad vegetal y parámetros ecológicos como base para un proyecto de restauración ecológica en un área de canteras explotadas en los departamentos Mártires y Gaiman, Chubut. *Naturalia patagónica.* **7**: 55.
- Lobo, F., Abdala, C., Valdecantos, S. 2010. Taxonomic studies of the genus *Phymaturus* (Iguania: Liolaemidae): description of four new species. *South American Journal of Herpetology.* **5** (2): 102-26.
- Lobo, 2012. Morphological diversity and phylogenetic relationships within a South-American clade of Iguanian lizards (Liolaemidae: *Phymaturus*). *Zootaxa.* 3315: 1-41.
- Lozano-Zambrano. 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de

- Cundinamarca. 1st ed. Vol. 14. Bogotá: Alianza Ediprint Ltda. - Guerra Editores.
- Marcos, M. A., Espinosa, M., Mancini, V., Favier Dubois, C. M. 2014. Múltiples indicadores de los cambios ambientales desde el holoceno medio en el noreste de Patagonia (Bajo de la Quinta), Argentina. *Ameghiniana*. **51** (4): 344–60.
- MacArthur, R. H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological Reviews*. **40** (4): 510–33.
- Madariaga, M. C. 2012. La conservación de la biodiversidad en el marco del Ordenamiento Territorial. *CIFOT*. **7**: 43.
- Maestre, F. T., Quero, J. L., Gotelli, N. J., Escudero, A., Ochoa, V., Delgado-Baquerizo, M., Zaady, E. 2012. Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. *Science*. **335** (6065): 214–18.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. New Jersey.
- Marchelli, P., López, A. S., Azpilicueta, M. M., Nagahama, N., López, D. R., Caballe, G., Guidalevich, V., Angeli, J. P., Aparicio, A., Ugarte, C. C., Beider, A., Siffredi, G. L. 2021. Pastizales patagónicos: avances en la domesticación del coirón blanco con fines productivos y de restauración ecosistémica. *IDIA21*. INTA, Argentina
- Marquet, P. A., Jaksic, F. 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. **71**:593-617.
- Margalef, R. 1957. La teoría de la información en ecología. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. 32 pp.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D. Giordano, P.F., Bazzano, G., Gleiser, R. 2012. Manual de ecología evaluación de la biodiversidad: esfuerzo de muestreo. *Reduca (Biología)*. Serie Ecología **5** (1): 71–115.
- Martinez Carretero, E. E., Faggi, A. M., Fontana, J. L., Aceñolaza, P. G., Gandullo, R., Cabido, M. R., Eskuche, U. 2016. Prodrómulo Sinsistemático de la República Argentina y una breve introducción a los estudios fitosociológicos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. **51** (3): 469–549.
- Massara V., Buono, G., Nakamatsu, V., Salomone, J. 2013. Evaluando los cambios estructurales y funcionales de los pastizales áridos y semiáridos de Chubut. INTA Centro Regional Patagonia Sur. 23 pp.
- Matteucci, S., Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie de Biología. 22 pp.
- Matteucci, S., Rodríguez, A., Silva, M. 2017. La vegetación de la Argentina. *Fronteras*. **15**: 4–29.

- Mazzonia, E. 2014. Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. *Estudios Socioterritoriales: Revista de Geografía*. **16** (2): 51–81.
- Mazzonia, E., Vazquez, M. 2009. Desertification in Patagonia. *Developments in Earth Surface Processes* **13**: 351–77.
- McIntyre, S., Heard, K. M., Martin, T. G. 2003. The relative importance of cattle grazing in subtropical grasslands: does it reduce or enhance plant biodiversity? *Journal of Applied Ecology* **40** (3): 445–57.
- McKinney, M. L. 2002. Influence of settlement time, human population, park shape and age, visitation and roads on the number of alien plant species in protected areas in the USA. *Diversity and Distributions*. **8** (6): 311–18.
- McNaughton, S. J. 1977. Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of empiricism in ecology. *The American Naturalist*. **111** (979): 515–25.
- McNaughton, S. J. 1988. Diversity and Stability. *Nature*. **333**(6170): 204–5.
- MEA, 2005, Millennium Ecosystem Assessment - Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis. Washington, DC.
- Medina, M., Gutierrez, J., Scolaro, A., Iburgüengoytía, N. 2009. Thermal responses to environmental constraints in two populations of the oviparous lizard *Liolaemus bibronii* in Patagonia, Argentina. *Journal of Thermal Biology*. **34** (1): 32-40.
- Medina, M., Scolaro, A., Méndez-De la Cruz, F., Sinervo, B., Iburgüengoytía, N. 2011. Thermal relationships between body temperature and environment conditions set upper distributional limits on oviparous species. *Journal of Thermal Biology*. **36** (8): 527-534.
- Medina, M., Scolaro, A., Mendez-De la Cruz, F., Sinervo, B., Miles, D. B., Iburgüengoytía, N. 2012. Thermal biology of genus *Liolaemus*: a phylogenetic approach reveals advantages of the genus to survive climate change. *Journal of Thermal Biology*. **37** (8): 579-586.
- Meiri, S. 2018. Traits of lizards of the world: variation around a successful evolutionary design. *Global Ecology and Biogeography*. **1** (5): 1168–72.
- Meiri, S., Bauer, A. M., Allen, A., Castro-Herrera, F., Chirio, L., Colli, G., Das, I., Doan, T., Glaw, F., Grismer, L., Hoogmoed, M, Kraus, F., LeBreton, M., Meirte, D., Zoltán, N., Nogueira, C., Oliver, P., Pincheira-Donoso, D., Shea, G., Sindaco, R. Tallowin, O. J. S., Torres-Carvajal, O. , Trape, J. A., Uetz, P., Wagner, P., Wang, Y., Ziegler, P., Roll, U. 2018. Extinct, obscure or imaginary: the lizard species with the smallest ranges. *Diversity and Distributions*. **24** (2): 262–73.
- Méndez, P. M. 2009. Herencia textil, identidad indígena y recursos económicos en la Patagonia Argentina. Estudio de un caso: la comarca de la Meseta Central de la provincia de Chubut. *Revista de Antropología Iberoamericana*. **4** (1): 11–53.

- Mendoza, J. G., Herráiz, C. S. 2010. De la biogeografía al paisaje en Humboldt: pisos de vegetación y paisajes andinos equinocciales. *Población & Sociedad*. **17** (1): 29–57.
- Minoli, I., Morando, M., Avila, L. J. 2015. Reptiles of Chubut province, Argentina: richness, diversity, conservation status and geographic distribution maps." *ZooKeys*. **126** (498): 103–26.
- Morando, M., Avila, L. A. 2020. Lizards of Patagonia: diversity, systematics, biogeography and biology of the reptiles at the end of the world. Springer Nature. 444 pp.
- Morello, J., Matteucci, S.D., Rodríguez, A.F., Silva, M.E. 2012. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora, 752 pp.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA 1. 84 pp.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, E. 2011. Re análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **82** (4): 1249–61.
- Morrone, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*. **43** (3): 438–41.
- Morrone, J. J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*. 3782.
- Navone, S. M., Bargiela, M., Maggi, A. M., Movia, C. P. 2006. Indicadores biofísicos de desertificación en el noroeste Argentino: desarrollo metodológico. En Combate a la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía en América del Sur, editado por Beekman, G., Abraham, E. 1st ed., 103–11. Mendoza: IICA-BID ATN JF 7905 - RG.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **4**(1), 25-51.
- Núñez, H., Veloso, A., Espejo, P., Veloso, C., Cortés, A., Araya, S. 2010. Nuevas especies de *Phymaturus* (Grupo 'Palluma') para la zona cordillerana central de Chile (Reptilia, Sauria, Liolaemidae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*. **59**: 41–74.
- Oberhuber, T., Lomas, P. L., Duch, G., Gonzalez, M. 2010. El papel de la biodiversidad. *CIP-Ecosocial*. **16**: 1–36.
- Obregón, L., Klagges, M. R., Escobar, J. F., Scolaro, J. A. 2018. Estudio comparativo de las especies de lagartos de las rocas del noreste del Chubut. *Naturalia patagónica*. **11**: 1–17.
- Obregón, R. L., Scolaro, J. A., Ibargüengoytía, N. R., & Medina, M. (2021). Thermal

- biology and locomotor performance in *Phymaturus calcogaster*: are Patagonian lizards vulnerable to climate change?. *Integrative Zoology*. **16** (1): 53-66.
- Oliva, G., Bran, D., Gaitán, J., Ferrantea, D., Massara, V., García Martínez, G., Adema, E., Erwin Domínguez, M. E., Paredes, P. 2019. Monitoring drylands: The MARAS system. *Journal of Arid Environments*. **161**: 55–63.
- Oliva, G., Cibils, A., Borrelli, P., Humano, G. 1998. Stable states in relation to grazing in Patagonia: a 10-year experimental trial. *Journal Of Arid Environment* **40**: 113–31.
- Oliva, G., García, G., Ferrante, D., Massara, V., Rimoldi, P., Díaz, B., Paredes, P., Gaitán, J. 2017. Estado de los recursos naturales renovables en la Patagonia sur extra andina. INTA Centro Regional Patagonia Sur. 65 pp.
- Oliva, G., Gaitán, J., Ferrante, D. 2016. Humans cause deserts: evidence of irreversible changes in Argentinian Patagonia rangelands. En *The end of desertification?*, edited by Behnke, R. H., Mortimore, M. Berlín. Springer, 363–86.
- Ormaechea, S. G., Peri, P. L., Cipriotti, P. A., Distel, R. A. 2019. El cuadro de pastoreo en los sistemas extensivos de Patagonia sur. Percepción y manejo de la heterogeneidad. *Ecología Austral*. **29** (2): 174–84.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J. R., Oakley, L. J., Biganzoli, F., Tognetti, P. M., Barberis, I. M., Maturo, H. M., Aragón, M. R., Campanello, P. I., Prado, D. I., Oesterheld, M., León, R. J. C. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*. **28** (1): 040–063.
- Panigatti, L. 2010. Argentina: 200 años, 200 suelos. INTA. Buenos Aires. 593 pp.
- Paruelo, J. M., Golluscio, R. A., Jobbágy, E., Canevari, M., Aguiar, M. 2005. Situación ambiental en la estepa patagónica. *Fundación Vida Silvestre Argentina*. 229–39.
- Paruelo, J. M., Beltrán, A., Jobbágy, E., Sala, O. E., Golluscio, R. A. 1998. The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral*. **8** (2): 85–101.
- Paruelo, J. M., Sala, O. E., Beltrán, A. B. 2000. Long-term dynamics of water and carbon in semi-arid ecosystems: a gradient analysis in the Patagonian steppe. *Plant Ecology*. **150** (1): 133–43.
- Paruelo, J. M., Aguiar, M. R. 2003. Impacto humano sobre los ecosistemas: el caso de la desertificación. *Ciencia Hoy*. **13** (77): 48–59.
- Pascual, M. A., Orensanz, J. M., Parma, A. M., Saba, S. L. 1998. The Patagonian challenge: melding conservation with development. In *Conservation Biology*, 410–25. Boston: Springer.
- Passera, C., Dalmaso, A., Borsetto, O. 1983. Método de point quadrat modificado. *Taller de Arbustos Forrajeros para Zonas Áridas y Semiáridas*. **2**: 71-79.

- Pazos, B., Morales, L. 2018. Computación corporal: Expansión de la sensibilidad computacional hacia mejores experiencias de usuario. XXI Con. Trab. Estud. (EST)-JAIIO **47**: 16-36.
- Peet, R. 1974. The measurement of species diversity. *Annu. Rev. Syst.* **5**: 285–307.
- Pereyra, F. X., Bouza, P. 2019. Soils from the Patagonian región. En *The soils of Argentina*. Springer. 101-121 pp.
- Perez-Mellado, Traveset, V. 1999. Relationships between plants and mediterranean lizards. *Natura Croatica*. **8** (3): 275–85.
- Perovic, P., C. Trucco, A. Tálamo, V. Quiroga, D. Ramallo, A. Lacci, A. Baungardner, F. Mohr. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. APN/GEF/BIRF. 74 pp.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annu.Rev.Ecol.Syst.* **4**: 54–74.
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L. , Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., Sexton, J. O. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*. **344** (6187).
- Portilla, F., Noguera, M., Pacheco, N. (2014). Diagnóstico multi-temporal de las áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la provincia del Azuay a partir del año 1982. *Revista de Ciencias de la Vida*. **20** (2): 36-44.
- Pough, H. 1973. Lizard energetics and diet. *Ecology*. **54** (4): 837–44.
- Prince, S. 2002. Spatial and temporal scales for detection of desertification. In: *Global Desertification*. Dahlem University Press, Berlin.
- Pyykkö, M. 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. Fenn.* **3**: 453-622.
- Ranker, T. A., Haufler, C.H. 2008. Biology and evolution of ferns and Lycophytes. Cambridge University Press. Reino Unido. 480 pp.
- Regan, E. D., Strömberg, C. A. E., Madden, R. H., Kohn, M. J., Carlini, A. A. 2015. Linked canopy, climate, and faunal change in the Cenozoic of Patagonia. *Science*. **347** (6219): 258–61.
- Reséndiz, L., Rafael, A., Donald, B. 2017. Climate change and collapsing thermal niches of Mexican endemic reptiles. University Os California. 22 pp.
- Reynolds, J. F., Smith, D. M. S., Lambin, E. F., Turner, B. L., Mortimore, M., Batterbury, S. P, Walker, B. 2007. Ecology: global desertification: building a science for dryland development. *Science*. **316** (5826): 847–51.
- Reynolds, J.F., Stafford, D., Smith, M. 2002. Do humans cause deserts?. In: *Global Desertification*. Dahlem University Press, Berlin
- Richeri, M., Ladio, A. H., Beeskow, A. M. 2013. Conocimiento tradicional y autosuficiencia: la herbolaria rural en la meseta central del Chubut (Argentina).

- Boletín latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas*. **12** (1): 44–58.
- Rodríguez, J. P., Keith, D. A., Rodríguez-Clark, K. M., Murray, N. J., Nicholson, E., Regan, T. J., Miller, R. M. 2015. Una guía práctica para la aplicación de los criterios de la lista roja de ecosistemas de UICN. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. **370** (1662): 20140003.
- Roig, F. A. 1973. El cuadro fitosociológico en el estudio de la vegetación. *Deserta*. **4**: 45–67.
- Rostagno, C. M., del Valle, H. E., Buschiazzo, D. 2004. La erosión eólica. En Peligrosidad geológica en Argentina, editado por González, M. A., Bejerman, N. J. Buenos Aires. 12 pp.
- Safriel, U., Adeel, Z. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends, Chapter 22: dryland systems. *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*, 625–62 pp.
- Sala, O. E., Golluscio, R. A., Lauenroth, A., Soriano, W. K. 1989. Resource partitioning between shrubs and grasses in the Patagonian steppe. *Oecologia*. **81**: 501–5.
- San Vicente, M. G., Lozano Valencia, P. 2008. Ecología del paisaje. un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*. **69** (265): 519–43.
- Schlesinger, W. H., James, F. L., Huenneke, W. M. Reynolds, J., Cunningham, G. L., Ross, A. V., Whitford, W. G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science*. **247** (8): 1043–48.
- Schulte, J. A., Valladares, J. P., Larson, A. 2003. Phylogenetic relationships within Iguanidae inferred using molecular and morphological data and a phylogenetic taxonomy of Iguanian lizards. *Herpetologica*. **59** (3): 399–419.
- Schwartz, M. W., Brigham, C. A., Hoeksema, J. D., Lyons, K. G., Mills, M. H., Van Mantgem, P. J. 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Oecologia*. **122** (3): 297–305.
- Scolaro, J. A. 2005. Reptiles Patagónicos Sur: Una Guía de Campo. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Trelew. 80 pp.
- Scolaro, J. A. 2006. Reptiles Patagónicos Norte: Una Guía de Campo. Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco. Comodoro Rivadavia. 112 pp.
- Scolaro, J. A., Jara, M., Pincheira-Donoso, D. 2013. The sexual signals of speciation? a new sexually dimorphic *Phymaturus* species of the patagonicus clade from Patagonia Argentina. *Zootaxa*. **3722** (3): 317–32.
- Scolaro, J. A., Corbalán, V., Obregón, L., Tappari, O. F. 2021. Description of

- Phymaturus katenke*, a new species of lizard (Iguania: Liolaemidae) Discovered through DNA Barcoding. *North-Western Journal of Zoology*. **17** (1): 57–64.
- Scolaro, J. A., Corbalán, V., Tappari, O. F., Obregón, L. 2016. Lizard at the end of the world: a new melanic species of *Phymaturus* of the Patagonicus Clade from rocky outcrops in the northwestern steppe of Chubut province, Patagonia Argentina (Reptilia: Iguania: Liolaemidae). *Boletín Del Museo Nacional de Historia Natural*. **65**: 137–52.
- Shannon, C. 2001. A mathematical theory of communication. *Mobile Computing and Communications Review*. **5** (1): 3–55.
- Simón, P., Joffe, M., Silva, C., Lista, A., Banegas, G., Salas, J., González, J., Nunes, C., Aguiar, B., Moreno, F., Pángaro, M., Calderón, A., Klagges, M. R., Llorens, M., González, C., Deginani, Suarez, A., Behr, S., Beider, A., Massara, V., Pecile, B., Duró, V. 2015. Relevamiento florístico del departamento de Telsen, Chubut. *Naturalia patagónica*. **7**: 55.
- Simpson, M. G. 2019. Plant Systematics. Academic Press. New York. 896 pp.
- Sinervo, B., Méndez-de-la-Cruz, F., Miles, D. B., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., Lara-Resendiz, R., Martínez-Méndez, N., Calderón-Espinosa, M. L., Meza-Lázaro, R., Gadsden, H., Avila, L. J., Morando, M., De la Riva, I. J., Victoriano Sepulveda, P., Duarte Rocha, F. D., Ibarquengoytia, N., Aguilar Puntriano, C., Massot, M., Lepetz, V., Oksanen, T., Chapple, D. G., Bauer, A. M., Branch, W. R., Clobert, J., Sites Jr., J. W. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*. 328-894.
- Sinervo, B., Miles, D. B., Wu, Y., Méndez de la Cruz, F. R., Kirchhof, S., Qi, Y. 2018. Climate change, thermal niches, extinction risk and maternal-effect rescue of toad-headed lizards, *Phrynocephalus*, in thermal extremes of the Arabian Peninsula to the Qinghai-Tibetan Plateau. *Integrative Zoology*. **13**: 450–70.
- Smith, M. S., Huigen, J. 2009. From desert syndrome to desert system: developing a science of desert living. *Dialogue*. **28**: 8–18.
- Sobrinho, A., Chagas, N., Zonta, C. 2016. Impactos ambientais provenientes da produção agrícola: experiências argentinas e brasileiras. Livre Expressão. *Autografia*.
- Soriano, A., Paruelo, J. M. 1990. El pastoreo ovino: principios ecológicos para el manejo de los campos. *Ciencia Hoy*. **2** (7): 44–53.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agrícolas*. **10** (4): 323–47.
- Soriano A., Movia C. 1986. Erosión y desertización en la Patagonia. *Interciencia*. **11**: 77–83.

- Szarski, H. 1962. Some remarks on herbivorous lizards. *Evolution*. **16** (4): 529.
- Teague, R.; F. Provenza, U. Kreuter, T. Steffens and M. Barnes, 2013. Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience?. *Journal of Environmental Management*. **128**: 699-717.
- Thompson, J.N. 1984. Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions. *British Ecological Society*. **72** (2): 703-5.
- Tilman, D., Lehman, C. L., Thomson, K. T. 1997. Plant diversity and ecosystem productivity: theoretical considerations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. **94** (5): 1857-61.
- Troll, C. 2003. Ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*. **68**: 71-84.
- Uetz, P. 2021. The reptile database [en línea]. De: <http://reptile-database.reptarium.cz>
- Van der Hammen, T., Cleef, A. 1983. Datos para la historia de la flora Andina. *Revista Chilena de Historia Natural*. **56**: 97-101.
- Valido, A., Olesen, J. M. 2019. Frugivory and seed dispersal by lizards: a global review. *Frontiers in Ecology and Evolution*. **7** (49): 1-12.
- Valle del, H. F., Elissalde, N. O., Gagliardini, D. A., Milovich, J. 1998. Status of desertification in the patagonian region: assessment and mapping from satellite imagery. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. **12** (2): 95-121.
- Verón, S. R., Paruelo, J. M., Oesterheld, M. 2006. Assessing desertification. *Journal of Arid Environments*. **66** (4): 751-63.
- Vicenzi, N., Ibarngüengoytía, N., Corbalán, V. 2019. Activity patterns and thermoregulatory behavior of the viviparous lizard *Phymaturus palluma* in Aconcagua provincial park, Argentine Andes. *Herpetological Conservation and Biology*. **14** (2): 337-48.
- Viglizzo, E., Jobbágy, E. G. 2010. Expansión de la frontera agropecuaria en argentina y su impacto ecológico-ambiental. INTA. 106pp.
- Villagra, P. E., Cony, M. A., Mantován, N. G., Rossi, B. E., González Loyarte, M., Villalba, R., Luis Marone. 2004. Ecología y manejo de los algarrobales de la provincia fitogeográfica del Monte. *Ecología y Manejo de Los Bosques de Argentina*. **2** (32): 1-16.
- Zar, J. 2009. Biostatistical Analysis. Dorling Kindersley, Delhi, 92 pp.
- Zuloaga, F. O., Belgrano, J. M, Zanotti, C. A. 2019. An update of the catalogue of the vascular plants of the southern cone. *Darwiniana*. **7** (2): 208-78.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., Belgrano, J. M. 2008. Catálogo de Las Plantas Vasculares Del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. **107** (I-II-III): 1-3348. Versión actualizada disponible en: www.darwin.edu.ar.

Agradecimientos

“Seamos agradecidos con las personas que nos hacen felices, ellos son los encantadores jardineros que hacen florecer nuestra alma”

Marcel Proust

“Gracias...totales” e infinitas a absolutamente *todas* las personas que me acompañaron, animaron y ayudaron de una manera u otra durante el progreso de este trabajo. Va un agradecimiento especial al Dr. José Alejandro Scolaro, mi director, quien me dio independencia en el transcurso de la carrera y me transmitió su confianza. A la Dra. Sandra Mabel Feijoó, a quien le agradezco haber aceptado la dirección de esta tesis y su apoyo a la distancia. A Juan Francisco Escobar, por su amistad y ayuda constantes. Gracias a mi familia, amistades, compañeras/os del Centro Nacional Patagónico, por su ánimo y cariño. Gracias a Alexandra Elbakyan. Gracias a la universidad pública. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Gracias a Emilio por su eterna paciencia y afecto incondicional. A Diego, no sólo por su inconmensurable ayuda, apoyo y compañerismo, sino también por la paciencia y aliento en todo momento.

Apéndices

1. Inventario de la flora relevada en el centro-norte de Chubut

AMARYLLIDACEAE

Tristagma patagonicum (Baker) Traub

Zephyranthes gilliesiana (Herb.) Nic. García

ANACARDIACEAE

Schinus johnstonii F.A. Barkley

Schinus roigii Ruiz Leal & Cabrera

APIACEAE

Azorella monantha Clos

ASTERACEAE

Ameghinoa patagonica Speg.

Anthemis cotula L.

Baccharis darwinii Hook. & Arn.

Baccharis linearis (Ruiz & Pav.) Pers. ssp. *linearis*

Baccharis spartioides (Hook. & Arn. ex DC.) J. Remy

Baccharis tenella Hook. & Arn.

Brachyclados caespitosus (Phil.) Speg.

Brachyclados megalanthus Speg.

Cyclolepis genistoides Gillies ex D. Don

Chuquiraga aurea Skottsbo.

Chuquiraga avellanadae Lorentz

Chuquiraga erinacea D. Don ssp. *erinacea*

Chuquiraga straminea Sandwith

Doniophyton anomalum (D. Don) Kurtz

Dusenilla patagonica (O. Hoffm.) K. Schum.

Grindelia chiloensis (Cornel.) Cabrera

Grindelia patagonica A. Bartoli & Tortosa

Gutierrezia gilliesii Griseb.

Hypochaeris incana (Hook. & Arn.) Macloskie

Leucheria achillaeifolia Hook. & Arn.

Mutisia retrorsa Cav.

Nardophyllum chilotrichioides (J. Remy) A. Gray

Nardophyllum bryoides (Lam.) Cabrera

Nassauvia aculeata (Less.) Poepp. & Endl.

Nassauvia chubutensis Speg.

Nassauvia fuegiana (Speg.) Cabrera
Nassauvia glomerulosa (Lag. ex Lindl.) D. Don
Nassauvia sp.
Nassauvia ulicina (Hook. f.) Macloskie
Perezia pilifera (D. Don) Hook. & Arn.
Perezia recurvata (Vahl) Less.
Senecio bracteolatus Hook. & Arn. var. *bracteolatus*
Senecio filaginoides DC.
Senecio patagonicus Hook. & Arn.
Senecio sericeonitens Speg.
Senecio subulatus D. Don ex Hook. & Arn.

BERBERIDACEAE

Berberis microphylla G. Forst.

BORAGINACEAE

Amsinckia calycina (Moris) Chater
Cryptantha globulifera (Clos) Reiche
Cryptantha patagonica (Speg.) I.M. Johnst.
Pectocarya linearis (Ruiz & Pav.) DC.
Phacelia secunda var. *secunda* J.F. Gmel.
Phacelia sinuata Phil.

BRASSICACEAE

Camelina microcarpa Andr. ex DC.
Diploaxis tenuifolia (L.) DC.
Lepidium appelianum Al-Shehbaz
Lepidium perfoliatum L.

CACTACEAE

Austrocactus patagonico (F.A.C. Weber) Hosseus
Maihuenia patagonica (Phil.) Britton & Rose
Maihueniopsis darwinii (Hensl.) F. Ritter var. *darwinii*
Pterocactus australis (F.A.C. Weber) Backeb.

CALCEOLARIACEAE

Calceolaria polyrrhiza Cav.

CALYCERACEAE

Boopis anthemoides Juss.

CARYOPHYLLACEAE

Cerastium arvense L.

CHENOPODIACEAE

Atriplex lampa (Moq.) D. Dietr.
Atriplex sagittifolia Speg.
Bassia scoparia (L.) A.J. Scott

Blitum nuttallianum Schult.

Chenopodium album L.

Salsola kali L.

Suaeda divaricata Moq.

Suaeda patagonica Speg

CYPERACEAE

Carex subantarctica Speg.

EPHEDRACEAE

Ephedra chilensis C. Presl

Ephedra ochreatea Miers

EUPHORBIACEAE

Colliguaja integerrima Gillies & Hook.

Euphorbia collina Phil.

Spegazziniophytum patagonicum (Speg.) Esser

FABACEAE

Adesmia ameghinoi Speg.

Adesmia candida Hook. f.

Adesmia corymbosa Clos.

Adesmia longipes Phil.

Adesmia lotoides Hook. f.

Adesmia villosa Hook. f.

Adesmia volckmannii Phil.

Astragalus cruckshanksii (Hook. & Arn.) Griseb.

Astragalus pehuenches Niederl.

Hoffmannseggia erecta Phil.

Hoffmannseggia trifoliata Cav.

Prosopis alpataco Phil.

Prosopis denudans Benth.

FRANKENIACEAE

Frankenia patagonica Speg.

GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton

IRIDACEAE

Olsynium junceum (E. Mey. ex C. Presl) Goldblatt

Sisyrinchium arenarium Poepp.

Solanum triflorum Natt.

JUNCACEAE

Juncus balticus Willd.

JUNCAGINACEAE

Triglochin concinna Burttt Davy

LAMIACEAE

Marrubium vulgare L.

LOASACEAE

Pinnasa bergii (Hieron.) Weigend & R.H. Acuña

LYTHRACEAE

Pleurophora patagonica Speg.

MALVACEAE

Corynabutilon bicolor (Phil. ex K. Schum.) Kearney

Lecanophora chubutensis Speg. Rodrigo

Lecanophora subacaulis Krapov.

Sphaeralcea mendocina Phil.

MONTIACEAE

Montiopsis copiapina (Phil.) D.I. Ford

NYCTAGINACEAE

Bougainvillea spinosa (Cav.) Heimerl

OLEACEAE

Menodora robusta (Benth.) A. Gray

ONAGRACEAE

Camissonia dentata (Cav.) Reiche

PLANTAGINACEAE

Plantago myosuroides Lam.

Plantago patagonica Jacq.

POACEAE

Bromus setifolius J. Presl

Distichlis australis (Speg.) Villamil

Distichlis scoparia (Kunth) Arechav.

Distichlis spicata (L.) Greene

Festuca australis Nees ex Steud.

Festuca pallescens (St.-Yves) Parodi

Hordeum comosum J. Presl

Jarava neaei (Nees ex Steud.) Peñailillo

Nassella tenuis (Phil.) Barkworth

Pappostipa humilis (Cav.) Romasch.

Pappostipa speciosa (Trin. & Rupr.) Romasch.

Poa lanuginosa Poir.

Poa ligularis Nees ex Steud.

Schismus barbatus (L.) Thell.

POLEMONIACEAE

Gilia crassifolia Benth.

POLYGALACEAE

Polygala darwiniana A.W. Benn.

Polygala desiderata Speg.

Polygonum aviculare L.

RHAMNACEAE

Condalia microphylla Cav.

Discaria americana Gillies & Hook.

Retanilla patagonica (Speg.) Tortosa

ROSACEAE

Acaena caespitosa Gillies ex Hook. & Arn.

Acaena platyacantha Speg.

Acaena popperiana Gay

Tetraglochin alata (Gillies ex Hook. & Arn.) Kuntze

Tetraglochin caespitosa Phil.

RUBIACEAE

Galium aparine L.

SCHOEPFIACEAE

Arjona patagonica Hombr. & Jacq. ex Decne.

Arjona tuberosa Cav.

SOLANACEAE

Fabiana nana (Speg.) S.C. Arroyo

Fabiana patagonica Speg.

Lycium ameghinoi Speg.

Lycium chilense Miers ex Bertero var. *chilense*

Lycium gilliesianum Miers.

Lycium repens Speg.

VERBENACEAE

Acantholippia seriphoides (A. Gray) Moldenke

Glandularia macrosperma (Speg.) Tronc.

Junellia connatibracteata (Kuntze) Moldenke

Junellia micrantha (Phil.) Múlgura

Junellia seriphoides (Gillies & Hook. ex Hook.) Moldenke

Junellia spissa (Sandwith) Moldenke

Junellia thymifolia (Lag.) Moldenke

Junellia tonini (Kuntze) Moldenke

Junellia tonini (Kuntze) Moldenke var. *mulinoides*

Junellia tonini (Kuntze) Moldenke var. *tonini*

Junellia tridactylites (Lag.) Moldenke

Mulguraea cedroides (Sandwith) N. O'Leary & P. Peralta

Mulguraea ligustrina (Lag.) N. O'Leary & P. Peralta

Mulguraea tetragonocalyx (Tronc.) N. O'Leary & P. Peralta

Mulguraea tridens (Lag.) N. O'Leary & P. Peralta

Neosparton aphyllum (Gillies & Hook. ex Hook.) Kuntze

ZYGOPHYLLACEAE

Larrea ameghinoi Speg.

Larrea divaricata Cav.

Larrea nitida Cav.

2. Coordenadas de la ubicación de las transectas

Código_ GPS	Ambiente	Fecha	Coordenada_inicio	Coordenada_fin
	Estepa arbustiva con	14/11/2015		
CG T01	Chuquiraga avellanadae	15:24:53	-68.705643/-43.2918412	-68.7069184/-43.2949269
		14/11/2015		
CG T02	Estepa arbustiva baja	17:14:56	-68.6609301/-43.253555	-68.657293/-43.2554856
	Estepa arbustiva con	14/11/2015		
CG T03	Atriplex lampa	18:37:46	-68.6166091/-43.2181201	-68.6144851/-43.2151789
	Estepa arbustiva con	14/11/2015		
CG T04	Chuquiraga avellanadae	19:37:24	-68.618118/-43.1665975	-68.6146369/-43.1681853
	Estepa arbustiva con	15/11/2015		
CG T05	Chuquiraga avellanadae	09:19:13	-68.639032/-43.1238452	-68.6431251/-43.1237115
	Estepa arbustiva	15/11/2015		
CG T06	serrana	10:48:46	-68.5770717/-43.0962318	-68.5784841/-43.0933908
	Estepa arbustiva con	15/11/2015		
CG T07	Chuquiraga avellanadae	12:16:27	-68.5488394/-43.068072	-68.5516064/-43.0657734
	Estepa arbustiva con	15/11/2015		
CG T08	Chuquiraga avellanadae	13:30:53	-68.5669808/-43.0166748	-68.570536/-43.0162433
	Estepa arbustivo	15/11/2015		
CG T09	graminosa	15:01:41	-68.5779772/-42.9667165	-68.5769962/-42.9641547
	Estepa arbustiva con	15/11/2015		
CG T10	Chuquiraga avellanadae	16:37:33	-68.6398229/-42.9387388	-68.6437922/-42.9377768
		15/11/2015		
CG T11	Estepa arbustiva baja	17:34:32	-68.6849276/-42.8910029	-68.6887371/-42.8921236
	Estepa arbustiva de baja	15/11/2015		
CG T12	cobertura	18:23:06	-68.7181452/-42.8499249	-68.7142538/-42.8498085
	Estepa arbustivo	15/11/2015		
CG T13	graminosa	19:27:20	-68.7714627/-42.8064388	-68.7724201/-42.8038103
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T14	graminosa	06:07:34	-68.8190803/-42.7700551	-68.8222176/-42.7689034
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T15	graminosa	07:47:14	-68.8759215/-42.752344	-68.8767855/-42.7498047
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T16	graminosa	09:10:19	-68.9284649/-42.7243684	-68.9321109/-42.7235295
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T17	graminosa	10:33:43	-68.997241/-42.695051	-68.9936344/-42.6945591
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T18	graminosa	11:25:28	-69.0445532/-42.6634605	-69.0482799/-42.6633172
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T19	graminosa	12:17:18	-69.0793605/-42.6200988	-69.0826282/-42.621204
	Estepa arbustivo	16/11/2015		
CG T20	graminosa	13:28:06	-69.1184118/-42.5916156	-69.1213875/-42.5929251

	Estepa	arbustivo	16/11/2015		
CG T21	graminosa		14:28:01	-69.1593182/-42.5755327	-69.1624456/-42.5766078
	Estepa	arbustivo	16/11/2015		
CG T22	graminosa		15:20:23	-69.2028956/-42.5295234	-69.2060978/-42.5289165
	Estepa	arbustivo	16/11/2015		
CG T23	graminosa		16:08:41	-69.20298/-42.4768785	-69.2009327/-42.4763573
	Estepa	arbustivo	16/11/2015		
CG T24	graminosa		17:11:09	-69.2096442/-42.4237396	-69.2064458/-42.4251514
	Estepa	arbustivo	16/11/2015		
CG T25	graminosa		18:06:11	-69.2167824/-42.3717033	-69.2131309/-42.3724477
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T01	graminosa		06:57:23	-69.1170056/-42.3642002	-69.1134966/-42.3633276
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T02	graminosa		08:30:20	-69.0336158/-42.391841	-69.0356319/-42.3941277
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T03	graminosa		10:10:35	-68.9404089/-42.3901976	-68.9438133/-42.3911148
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T04	graminosa		11:37:50	-68.8494403/-42.3868317	-68.8532806/-42.3876622
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T05	graminosa		12:57:57	-68.7885607/-42.417995	-68.7917582/-42.4184668
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T06	graminosa		14:14:08	-68.7068697/-42.4661397	-68.7055075/-42.4688139
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T07	graminosa		15:22:47	-68.6118598/-42.4787377	-68.611602/-42.4813912
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T08	graminosa		18:21:19	-68.3810293/-42.8269502	-68.3814139/-42.829638
	Estepa	arbustivo	21/01/2016		
CG2 T09	graminosa		19:38:10	-68.4015744/-42.8648221	-68.3987984/-42.8664348
	Estepa	arbustivo	22/01/2016		
CG2 T10	graminosa		06:30:22	-68.4165794/-42.9238389	-68.4202471/-42.9240639
	Estepa	arbustivo	22/01/2016		
CG2 T11	graminosa		08:12:30	-68.5055825/-42.9243995	-68.5086356/-42.9231931
	Estepa	arbustiva con	22/01/2016		
CG2 T12	Chuquiraga avellanadae		09:39:02	-68.5777514/-42.9598568	-68.5741771/-42.9605182
	Estepa	arbustiva con	22/01/2016		
CG2 T13	Chuquiraga avellanadae		11:13:49	-68.5559178/-43.1003928	-68.5571198/-43.0978032
	Estepa	arbustiva con	22/01/2016		
CG2 T14	Chuquiraga avellanadae		13:48:47	-68.5150268/-43.1373999	-68.5158666/-43.1396304
	Estepa	arbustiva	22/01/2016		
CG2 T15	serrana		14:47:50	-68.4788533/-43.193783	-68.4811946/-43.191605
	Estepa	arbustiva con	22/01/2016		
CG2 T16	Chuquiraga avellanadae		16:14:54	-68.425169/-43.2459869	-68.4227772/-43.2475497
	Estepa	arbustiva con	22/01/2016		
CG2 T17	Chuquiraga avellanadae		17:32:18	-68.3740868/-43.2668022	-68.377375/-43.2665592
CG2 T18	Estepa arbustiva baja		22/01/2016	-68.2808195/-43.250945	-68.2837973/-43.2503114

		18:29:10		
	Estepa arbustiva con	22/01/2016		
CG2 T19	Chuquiraga avellanadae	19:26:07	-68.1842323/-43.2520928	-68.1814784/-43.2523415
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CG2 T20	Chuquiraga avellanadae	06:28:08	-68.1226239/-43.2709087	-68.1198069/-43.2715564
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CG2 T21	Chuquiraga avellanadae	07:57:24	-68.0447942/-43.2991453	-68.0431822/-43.3011828
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CG2 T22	Atriplex lampa	09:04:55	-67.9716527/-43.3105206	-67.9700105/-43.308489
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CG2 T23	Atriplex lampa	10:29:35	-67.8841204/-43.3139644	-67.8814526/-43.3153095
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CG2 T24	Atriplex lampa	11:41:15	-67.8198988/-43.3121279	-67.8193412/-43.3098637
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CG2 T25	Atriplex lampa	12:45:17	-67.7706298/-43.2981724	-67.7728338/-43.2997445
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T01	Chuquiraga avellanadae	12:34:57	-67.3195265/-43.7885166	-67.3224416/-43.7895559
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T02	Chuquiraga avellanadae	13:36:09	-67.3356713/-43.8373015	-67.3329971/-43.8389821
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T03	Chuquiraga avellanadae	14:34:09	-67.3378192/-43.880877	-67.3389393/-43.8789003
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T04	Chuquiraga avellanadae	15:19:14	-67.3127258/-43.9200124	-67.3129016/-43.9223639
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T05	Chuquiraga avellanadae	16:12:02	-67.2852686/-43.9598295	-67.2868412/-43.9617701
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T06	Chuquiraga avellanadae	16:55:16	-67.2575641/-44.0089757	-67.2542359/-44.0083384
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T07	Chuquiraga avellanadae	17:42:36	-67.2474788/-44.0564206	-67.2504771/-44.0559507
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T08	Chuquiraga avellanadae	18:28:53	-67.2376324/-44.0994856	-67.2404633/-44.0994908
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CM T09	Chuquiraga avellanadae	19:17:44	-67.19863/-44.1398799	-67.1955827/-44.1392816
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T10	Chuquiraga avellanadae	05:40:15	-67.171386/-44.1781438	-67.1725207/-44.1758135
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T11	Chuquiraga avellanadae	06:33:11	-67.1701602/-44.2163189	-67.1665779/-44.2155693
		07/12/2015		
CM T12	Estepa arbustiva baja	07:29:39	-67.1591223/-44.2553661	-67.1610236/-44.257688
		07/12/2015		
CM T13	Estepa arbustiva baja	08:22:49	-67.1342756/-44.286352	-67.1358257/-44.2886008
		07/12/2015		
CM T14	Estepa arbustiva baja	09:29:46	-67.115445/-44.3313547	-67.1158922/-44.3338166
		07/12/2015		
CM T15	Estepa arbustiva baja	10:14:22	-67.0827766/-44.3617552	-67.0795799/-44.3624516

	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T16	Chuquiraga avellanadae	11:09:46	-67.0420508/-44.3889353	-67.0389203/-44.3883591
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T17	Chuquiraga avellanadae	11:57:14	-66.9929536/-44.4038792	-66.9898977/-44.4044127
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T18	Chuquiraga avellanadae	12:56:41	-66.9729739/-44.4352425	-66.9761346/-44.4370029
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T19	Chuquiraga avellanadae	13:46:42	-66.9590368/-44.465119	-66.956134/-44.4660518
		07/12/2015		
CM T20	Matorral halofítico	14:33:50	-66.9083345/-44.4888184	-66.9051039/-44.489398
		07/12/2015		
CM T21	Estepa arbustiva baja	15:44:35	-66.9762026/-44.5694592	-66.9777218/-44.5669866
		07/12/2015		
CM T22	Estepa arbustiva baja	16:18:13	-67.0298752/-44.5550636	-67.0275362/-44.5533545
		07/12/2015		
CM T23	Estepa arbustiva baja	16:53:26	-67.0550969/-44.5474001	-67.0537042/-44.5493087
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T24	Chuquiraga avellanadae	17:38:57	-67.1001913/-44.546955	-67.0997477/-44.5442672
	Estepa arbustiva con	07/12/2015		
CM T25	Chuquiraga avellanadae	18:26:58	-67.159779/-44.5407954	-67.1572022/-44.5398174
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CM2 T01	Atriplex lampa	14:02:55	-67.7500448/-43.3002061	-67.7518251/-43.2981982
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CM2 T02	Atriplex lampa	15:06:00	-67.7202743/-43.3494717	-67.7226322/-43.3512594
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CM2 T03	Atriplex lampa	16:18:41	-67.7260101/-43.3831449	-67.7242192/-43.3851662
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CM2 T04	Chuquiraga avellanadae	17:14:34	-67.694346/-43.4239075	-67.6937127/-43.4261508
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CM2 T05	Chuquiraga avellanadae	18:24:56	-67.719504/-43.4682467	-67.7196218/-43.4707835
	Estepa arbustiva con	23/01/2016		
CM2 T06	Chuquiraga avellanadae	19:15:13	-67.6519321/-43.4823256	-67.6505675/-43.484312
	Estepa arbustiva con	24/01/2016		
CM2 T07	Chuquiraga avellanadae	06:24:53	-67.5775655/-43.5062956	-67.5743551/-43.5061468
	Estepa arbustiva con	24/01/2016		
CM2 T08	Chuquiraga avellanadae	07:38:41	-67.5139877/-43.5240026	-67.5133628/-43.521745
	Estepa arbustiva con	24/01/2016		
CM2 T09	Chuquiraga avellanadae	08:47:11	-67.4723792/-43.531455	-67.4755922/-43.5315657
	Estepa arbustiva con	26/01/2016		
CM2 T10	Chuquiraga avellanadae	10:30:14	-66.7235425/-43.5533025	-66.7233739/-43.5508931
	Estepa subarbustiva	26/01/2016		
CM2 T11	baja cobertura	11:39:49	-66.7864426/-43.4982885	-66.7857606/-43.5005867
	Estepa arbustiva con	26/01/2016		
CM2 T12	Chuquiraga avellanadae	12:51:38	-66.8576546/-43.4604717	-66.856664/-43.4581586
CM2 T13	Estepa arbustiva con	26/01/2016	-66.8892662/-43.395446	-66.8876259/-43.3933738

	Frankenia patagonica	14:21:22		
	Estepa arbustivo	26/01/2016		
CM2 T14	graminosa	15:29:45	-66.9705449/-43.3441243	-66.9718781/-43.3420186
	Estepa arbustiva con	26/01/2016		
CM2 T15	Atriplex lampa	17:28:15	-67.210436/-43.0760987	-67.2115058/-43.0737246
	Estepa arbustiva con	26/01/2016		
CM2 T16	Atriplex lampa	18:48:38	-67.2519545/-43.0168185	-67.2494622/-43.0153797
	Estepa arbustivo	26/01/2016		
CM2 T17	graminosa	19:46:28	-67.2868383/-42.95394	-67.2871629/-42.9518008
	Estepa subarbustiva	27/01/2016		
CM2 T18	baja cobertura	06:37:27	-67.3718628/-42.9210207	-67.373293/-42.9191442
	Estepa subarbustiva	27/01/2016		
CM2 T19	baja cobertura	07:42:31	-67.4443505/-42.892805	-67.4464638/-42.8913812
	Estepa arbustivo	27/01/2016		
CM2 T20	graminosa	09:00:58	-67.5189592/-42.8792422	-67.5216188/-42.8782129
	Estepa subarbustiva	27/01/2016		
CM2 T21	baja cobertura	10:37:55	-67.6361953/-42.8936949	-67.6370345/-42.8912311
	Estepa arbustiva con	18/02/2016		
CM2 T22	Atriplex lampa	12:59:08	-67.2226294/-43.3348624	-67.219848/-43.3362417
	Estepa arbustiva con	18/02/2016		
CM2 T23	Atriplex lampa	14:52:12	-67.3085932/-43.3451557	-67.3064167/-43.3472348
	Estepa arbustiva con	18/02/2016		
CM2 T24	Atriplex lampa	16:26:10	-67.3921927/-43.3689004	-67.3888946/-43.3700758
	Estepa arbustiva con	18/02/2016		
CM2 T25	Atriplex lampa	17:32:42	-67.4814628/-43.3826029	-67.4822786/-43.3851675
	Estepa arbustiva con	18/02/2016		
CP2 T01	Chuquiraga avellanadae	19:06:30	-67.7838248/-43.4976411	-67.7808119/-43.4989007
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T02	Chuquiraga avellanadae	07:14:14	-67.8782505/-43.5161754	-67.8776764/-43.5185509
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T03	Chuquiraga avellanadae	08:47:09	-67.9590405/-43.5406125	-67.9591285/-43.5429824
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T04	Chuquiraga avellanadae	09:57:41	-68.0430875/-43.5530291	-68.0417209/-43.5553754
		19/02/2016		
CP2 T05	Estepa arbustiva baja	11:09:02	-68.1455486/-43.5403826	-68.1488033/-43.5396335
		19/02/2016		
CP2 T06	Estepa arbustiva baja	12:11:16	-68.2311447/-43.5122726	-68.2336661/-43.5107662
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T07	Frankenia patagonica	13:19:48	-68.3239557/-43.5064641	-68.3245341/-43.508745
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T08	Chuquiraga avellanadae	14:28:45	-68.409511/-43.4684551	-68.4078849/-43.4664344
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T09	Chuquiraga avellanadae	15:30:45	-68.5116076/-43.4367963	-68.5126719/-43.4390858
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T10	Chuquiraga avellanadae	16:28:52	-68.6019778/-43.4436356	-68.6029879/-43.4458313

	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T11	Chuquiraga avellanadae	17:56:48	-68.8130879/-43.4565826	-68.809612/-43.4567658
	Estepa arbustiva con	19/02/2016		
CP2 T12	Chuquiraga avellanadae	18:56:33	-68.8356625/-43.5177898	-68.8391994/-43.5181122
	Estepa subarbustiva	20/02/2016		
CP2 T13	baja cobertura	07:12:49	-68.9025062/-43.5603076	-68.9059583/-43.5596688
		20/02/2016		
CP2 T14	Matorral halofítico	08:19:57	-68.9451602/-43.613014	-68.9475874/-43.6111793
	Estepa arbustivo	20/02/2016		
CP2 T15	graminosa	09:36:56	-68.9277053/-43.6955862	-68.9244199/-43.6965896
		20/02/2016		
CP2 T16	Estepa arbustiva baja	10:49:47	-68.9524368/-43.7569489	-68.9504347/-43.7589656
	Estepa arbustiva	20/02/2016		
CP2 T17	serrana	14:01:00	-69.1456329/-44.0018406	-69.1465357/-44.0042187
	Estepa arbustivo	20/02/2016		
CP2 T18	graminosa	15:12:02	-69.2060095/-44.0566627	-69.2057608/-44.0591241
	Estepa arbustivo	20/02/2016		
CP2 T19	graminosa	16:23:11	-69.2686348/-44.1084622	-69.2655424/-44.1097053
	Estepa arbustiva	20/02/2016		
CP2 T20	serrana	17:25:36	-69.2693613/-44.1728977	-69.2687636/-44.1752704
	Estepa arbustivo	20/02/2016		
CP2 T21	graminosa	18:26:24	-69.3295698/-44.22554	-69.3309605/-44.2278129
	Estepa arbustiva	21/02/2016		
CP2 T22	serrana	08:08:35	-68.2325227/-44.2242366	-68.2287049/-44.2244523
	Estepa arbustiva	21/02/2016		
CP2 T23	serrana	09:18:37	-68.2891673/-44.2912502	-68.2855163/-44.2920192
	Estepa arbustiva	21/02/2016		
CP2 T24	serrana	10:15:55	-68.2730468/-44.3616098	-68.2764409/-44.3621348
		21/02/2016		
CP2 T25	Estepa arbustiva baja	11:20:42	-68.2518996/-44.4239766	-68.2550915/-44.4253091
	Estepa arbustivo	04/12/2015		
CPI T01	graminosa	12:41:51	-68.9725582/-43.8936302	-68.96997/-43.8955832
	Estepa arbustiva	04/12/2015		
CPI T02	serrana	14:16:38	-68.8903582/-43.914771	-68.8932215/-43.9121042
	Estepa arbustiva con	04/12/2015		
CPI T03	Chuquiraga avellanadae	15:16:44	-68.8323304/-43.9387497	-68.8286684/-43.9379544
	Estepa arbustiva con	04/12/2015		
CPI T04	Chuquiraga avellanadae	16:19:53	-68.7716225/-43.9477456	-68.7724939/-43.950523
	Estepa arbustiva con	04/12/2015		
CPI T05	Chuquiraga avellanadae	17:30:22	-68.7158229/-43.968517	-68.7135286/-43.9666343
	Estepa arbustiva con	04/12/2015		
CPI T06	Frankenia patagonica	18:26:49	-68.664142/-43.9995795	-68.6643172/-43.9968447
		04/12/2015		
CPI T07	Estepa arbustiva baja	19:16:26	-68.6150288/-44.0400446	-68.6122462/-44.0379917
CPI T08	Estepa arbustiva baja	05/12/2015	-68.5450178/-44.0812292	-68.5423433/-44.0818818

		05:33:24		
		05/12/2015		
CPI T09	Estepa arbustiva baja	06:50:56	-68.5328671/-44.1037099	-68.5300572/-44.1055145
		05/12/2015		
CPI T10	Estepa arbustiva baja	08:05:23	-68.4931967/-44.1328877	-68.4964349/-44.1326657
		05/12/2015		
CPI T11	Estepa arbustiva baja	09:06:44	-68.4421043/-44.1412897	-68.4386296/-44.1421609
	Estepa arbustiva con	05/12/2015		
CPI T12	Chuquiraga avellanadae	10:15:56	-68.3813274/-44.137122	-68.38171/-44.1398758
	Estepa arbustiva con	05/12/2015		
CPI T13	Chuquiraga avellanadae	11:08:12	-68.3257697/-44.1412092	-68.3265187/-44.1438319
	Estepa arbustiva con	05/12/2015		
CPI T14	Chuquiraga avellanadae	12:11:29	-68.2712994/-44.1558669	-68.2722925/-44.1583647
		05/12/2015		
CPI T15	Estepa arbustiva baja	13:36:32	-68.2296941/-44.1386841	-68.2282962/-44.1363572
		05/12/2015		
CPI T16	Estepa arbustiva baja	14:39:16	-68.1633393/-44.1212258	-68.1619721/-44.1235378
		05/12/2015		
CPI T17	Estepa arbustiva baja	16:05:24	-68.0973769/-44.0983449	-68.0973787/-44.0971794
	Estepa arbustiva	05/12/2015		
CPI T18	serrana	16:56:50	-68.0275391/-44.1065175	-68.0247263/-44.1081091
	Estepa arbustiva con	05/12/2015		
CPI T19	Frankenia patagonica	17:59:48	-67.9464044/-44.1083202	-67.9438057/-44.1096067
	Estepa arbustiva con	05/12/2015		
CPI T20	Frankenia patagonica	18:47:35	-67.919584/-44.0655528	-67.9188018/-44.0680825
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CPI T21	Frankenia patagonica	05:34:30	-67.895637/-44.028252	-67.8948408/-44.0259856
		06/12/2015		
CPI T22	Matorral halofítico	06:39:14	-67.8528002/-43.9963618	-67.8521666/-43.9941967
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CPI T23	Frankenia patagonica	07:41:47	-67.7994021/-43.9814603	-67.8008573/-43.9824555
		06/12/2015		
CPI T24	Estepa arbustiva baja	08:49:05	-67.7435134/-43.9904126	-67.7409487/-43.9919913
	Estepa arbustiva con	06/12/2015		
CPI T25	Frankenia patagonica	10:01:02	-67.6819434/-43.9600791	-67.6851278/-43.9591789
	Estepa subarbustiva	13/12/2015		
CT T01	baja cobertura	16:08:18	-65.9864926/-42.780888	-65.9886624/-42.7793933
		13/12/2015		
CT T02	Matorral halofítico	14:58:43	-66.0723955/-42.7451055	-66.0696233/-42.7455109
		13/12/2015		
CT T03	Matorral halofítico	13:57:56	-66.1790349/-42.7036243	-66.1813286/-42.702126
	Estepa subarbustiva	13/12/2015		
CT T04	baja cobertura	12:57:43	-66.2651838/-42.6685118	-66.2674269/-42.6668077
	Estepa subarbustiva	13/12/2015		
CT T05	baja cobertura	11:49:42	-66.3561947/-42.6337782	-66.3562468/-42.6356995

	Estepa	subarbustiva	13/12/2015		
CT T06	baja cobertura		10:52:09	-66.4503774/-42.6294985	-66.447676/-42.6304654
	Estepa	subarbustiva	13/12/2015		
CT T07	baja cobertura		09:32:29	-66.5168737/-42.5948229	-66.5149313/-42.593386
	Estepa	subarbustiva	13/12/2015		
CT T08	baja cobertura		08:31:12	-66.5664461/-42.559303	-66.5670401/-42.5613298
	Estepa	subarbustiva	13/12/2015		
CT T09	baja cobertura		07:26:28	-66.6526574/-42.5253765	-66.65315/-42.5273824
	Estepa	subarbustiva	13/12/2015		
CT T10	baja cobertura		05:55:07	-66.7479575/-42.5177146	-66.7457672/-42.5193686
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T11	baja cobertura		19:53:58	-66.8306511/-42.4794054	-66.8296376/-42.4809893
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T12	baja cobertura		18:51:58	-66.9172624/-42.4457845	-66.9177482/-42.4476505
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T13	baja cobertura		17:41:37	-67.0167098/-42.4475034	-67.0137341/-42.4477012
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T14	baja cobertura		16:24:06	-67.1100637/-42.4560213	-67.1108079/-42.4581643
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T15	baja cobertura		15:14:51	-67.2012433/-42.4401528	-67.1992754/-42.4418395
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T16	baja cobertura		13:44:02	-67.2929009/-42.4201122	-67.2898407/-42.4197153
	Estepa	subarbustiva	12/12/2015		
CT T17	baja cobertura		12:41:07	-67.3680862/-42.3816834	-67.3712672/-42.3838058
	Estepa	arbustivo	12/12/2015		
CT T18	graminosa		11:15:30	-67.4636761/-42.365781	-67.4670146/-42.3651398
	Estepa	subarbustiva	17/11/2015		
CT T19	baja cobertura		17:49:46	-67.560052/-42.3676666	-67.5629308/-42.3661847
	Estepa arbustiva de baja		17/11/2015		
CT T20	cobertura		16:27:55	-67.6564864/-42.3666898	-67.6532209/-42.3653394
	Estepa arbustiva de baja		17/11/2015		
CT T21	cobertura		15:02:18	-67.7428469/-42.4041054	-67.7411883/-42.4018571
	Estepa	arbustivo	17/11/2015		
CT T22	graminosa		14:00:48	-67.8193535/-42.4496381	-67.8153113/-42.4488649
	Estepa	arbustivo	17/11/2015		
CT T23	graminosa		12:48:44	-67.9013268/-42.4910943	-67.9007623/-42.4938279
	Estepa	arbustivo	17/11/2015		
CT T24	graminosa		11:42:28	-67.99236/-42.5197977	-67.9954925/-42.5211875
	Estepa	arbustivo	17/11/2015		
CT T25	graminosa		10:36:13	-68.0889377/-42.5307097	-68.0851315/-42.530242
	Estepa arbustiva de baja		27/01/2016		
CT2 T01	cobertura		12:17:29	-67.959565/-42.8452221	-67.9619929/-42.8471145
	Estepa arbustiva con		27/01/2016		
CT2 T02	Colliguaja integerrima		13:33:13	-68.0164236/-42.8097881	-68.0170717/-42.8076988
CT2 T03	Estepa	arbustivo	27/01/2016	-68.0539161/-42.7531466	-68.0540145/-42.7509416

	graminosa	14:44:53		
	Estepa arbustivo	27/01/2016		
CT2 T04	graminosa	16:03:33	-68.069305/-42.6908037	-68.0669369/-42.6894041
	Estepa arbustivo	27/01/2016		
CT2 T05	graminosa	17:11:07	-68.0733253/-42.6276343	-68.0701359/-42.6274697
	Estepa arbustivo	27/01/2016		
CT2 T06	graminosa	18:21:10	-68.130233/-42.572484	-68.1290734/-42.5702834
	Estepa arbustivo	27/01/2016		
CT2 T07	graminosa	19:12:13	-68.2103889/-42.5299169	-68.2100899/-42.5274876
	Estepa arbustivo	28/01/2016		
CT2 T08	graminosa	06:45:05	-68.2687677/-42.5495822	-68.2678624/-42.5521532
	Estepa arbustivo	28/01/2016		
CT2 T09	graminosa	08:11:45	-68.2661035/-42.617288	-68.2666854/-42.6148135
	Estepa subarbustiva	28/01/2016		
CT2 T10	baja cobertura	09:24:29	-68.2262497/-42.6663926	-68.2230253/-42.6673903
	Estepa arbustivo	28/01/2016		
CT2 T11	graminosa	10:39:22	-68.2637881/-42.7219146	-68.2624073/-42.7237987
	Estepa subarbustiva	28/01/2016		
CT2 T12	baja cobertura	11:54:39	-68.2247004/-42.7671306	-68.2254002/-42.7691215
	Estepa subarbustiva	28/01/2016		
CT2 T13	baja cobertura	13:08:19	-68.1791535/-42.8093348	-68.1771663/-42.8110992
	Estepa arbustiva con	28/01/2016		
CT2 T14	Colliguaja integerrima	14:21:07	-68.1025514/-42.8340519	-68.1008971/-42.8352059
	Estepa arbustiva con	28/01/2016		
CT2 T15	Colliguaja integerrima	15:30:07	-68.0473309/-42.8758767	-68.044704/-42.8767687
	Estepa arbustivo	28/01/2016		
CT2 T16	graminosa	16:41:43	-67.9786778/-42.8729957	-67.9754946/-42.8730224
	Estepa subarbustiva	13/02/2016		
CT2 T17	baja cobertura	14:20:43	-66.7516459/-42.527187	-66.754598/-42.5277951
	Estepa subarbustiva	13/02/2016		
CT2 T18	baja cobertura	15:52:07	-66.8108754/-42.5311704	-66.8089553/-42.533018
	Estepa subarbustiva	13/02/2016		
CT2 T19	baja cobertura	17:02:26	-66.8353666/-42.5647673	-66.8331611/-42.5663979
	Estepa subarbustiva	13/02/2016		
CT2 T20	baja cobertura	18:13:47	-66.8532319/-42.5964368	-66.8509375/-42.5973833
	Estepa subarbustiva	14/02/2016		
CT2 T21	baja cobertura	07:03:53	-65.944472/-42.6019926	-65.9469629/-42.6035553
	Estepa subarbustiva	14/02/2016		
CT2 T22	baja cobertura	08:43:00	-65.9904971/-42.5772515	-65.9886295/-42.5753635
	Estepa subarbustiva	14/02/2016		
CT2 T23	baja cobertura	10:00:47	-66.0339025/-42.544461	-66.0317374/-42.5426714
	Estepa subarbustiva	14/02/2016		
CT2 T24	baja cobertura	11:04:29	-66.0821456/-42.5182057	-66.0790692/-42.5171694
	Estepa subarbustiva	14/02/2016		
CT2 T25	baja cobertura	12:06:27	-66.1335864/-42.4957097	-66.1359032/-42.4979432

3. Resultados estadísticos pruebas t-test

Tabla 1. Resultados t-test degradación Estepa arbustiva con *Chuquiraga avellanae*.

Indicador	Primavera 2015 29 censos	Primavera 2016 29 censos	Verano 2016 25 censos	Verano 2017 25 censos
Cobertura media	N = 29; DF = 35,824; T = -7,5978; P < 0,001		N = 25; DF = 38,8; T = -6,2183; P < 0,001	
Mantillo medio	N = 29; DF = 51,772; T = -1,4873; P = 0,143		N = 25; DF = 47,85; T = 0,8142; P = 0,4196	
Media de cantidad de ejemplares de Especies Indicadoras Positivas.	N = 29; DF = 55,339; T = -0,74757; P = 0,4579		N = 25; DF = 44,702; T = -0,75591; P = 0,4537	
Media de cantidad de ejemplares de Especies indicadoras Negativas.	N = 29; DF = 33,421; T = -2,3371; P < 0,05		N = 25; DF = 28,405; T = 0,99492; P = 0,3282	

Tabla 2. Resultados t-test degradación Estepa arbustivo graminosa de *Pappostipa* sp.

Indicador	Primavera 2015 20 censos	Primavera 2016 20 censos	Verano 2016 27 censos	Verano 2017 27 censos
Cobertura media	N = 20; DF = 27,16; T = -14,138; P < 0,001		N = 27; DF = 51,802; T = - 7,8474; P < 0,001	
Mantillo medio	N = 20; DF = 30,672; T = -1.424; P = 0,1646		N = 27; DF = 40,086; T = - 0,074078; P = 0,9413	
Media de cantidad de ejemplares de Especies Indicadoras Positivas.	N = 20; DF = 32.754; T = - 3,0255; P < 0,01		No supera supuestos de normalidad. 2017: W = 0,93313, P = 0,08249	
Media de cantidad de ejemplares de Especies indicadoras Negativas.	N = 27, DF = 37.062; T = - 0.84082; P = 0.4058		N = 27, DF = 50.348; T = 0.33299; P = 0.7405	

Tabla 3. . Resultados t-test degradación Estepa subarbusativa baja cobertura.

Indicador	Primavera 2015 16 censos	Primavera 2016 16 censos	Verano 2016 17 censos	Verano 2017 17 censos
Cobertura media	N = 16; DF = 29.228; T = 0.092252; P < 0.001		N = 17; DF = 31.879; T = -1.5524; P = 0.1304	
Mantillo medio	N = 16; DF = 26.427; T = -9.5595; P = 0.9272		N = 17; DF = 31.896; T = -0.34147; P = 0.735	
Media de cantidad de ejemplares de Especies Indicadoras Positivas.	N = 16; DF = 26.01; T = -1.1011; P = 0.281		N = 17; DF = 31.971; T = -0.40722; P = 0.6866	
Media de cantidad de ejemplares de Especies indicadoras Negativas.	N = 16; DF = 26.541; T = -1.4033; P = 0.1721		N = 17; DF = 27.833; T = 0.38583; P = 0.7026	

Tabla 4. . Resultados t-test degradación Estepa arbustiva baja.

Indicador	Primavera 2015 18 censos	Primavera 2016 18 censos	Verano 2016 5 censos	Verano 2017 5 censos
Cobertura media	N = 18; DF = 26.309; T = -6.2231; P < 0.001		N = 5; DF = 7.9384; T = -9.2921; P < 0.001	
Mantillo medio	N = 18; DF = 19.155; T = -2.0351; P < 0.05		Df = 1; F = 0.055; pv = 0.821	
Media de cantidad de ejemplares de Especies Indicadoras Positivas.	Df = 1; F = 1.466; pv = 0.234		No supera supuestos de normalidad. 2016, W = 0.92417, p-value = 0.5572 2017, W = 0.93925, p-value = 0.6606	

Tabla 5. . Resultados t-test degradación Estepa arbustiva con *Atriplex lampa*.

Indicador	Primavera 2015 1 censos	Primavera 2016 1 censos	Verano 2016 13 censos	Verano 2017 13 censos
Cobertura media	No aplica, N=1		Df = 1; F = 41.62; pv = 1.14e-06	
Mantillo medio	No aplica, N=1		Df = 1; F = 7.509; pv = 0.0114	
Media de cantidad de ejemplares de Especies Indicadoras Positivas.	No aplica, N=1		No supera supuestos de normalidad. 2016, W = 0.93749, p-value = 0.4252 2017, W = 0.90266, p-value = 0.1455	
Media de cantidad de ejemplares de Especies indicadoras Negativas.	No aplica, N=1		Df = 1; F = 0.944; pv = 0.341	

4. Trabajos publicados

Se publicaron los siguientes artículos a partir de esta tesis de doctorado:

- ✓ Almonacid, S., Klagges, M. R., Navarro, P., Morales, L., Pazos, B., Puigbó, A. C., Firmenich, D. A. 2019. Mobile and wearable computing in Patagonian wilderness. En *Conference on Cloud Computing and Big Data*. Springer, Cham. **1050**: 137-154.
- ✓ Klagges, M. R., Obregón, L., Scolaro, J. A., Firmenich, D. A. 2021. Nueva tecnología para relevar la vegetación y estudiar su biodiversidad en la estepa patagónica. *Naturalia patagónica*. **17**: 11-28.

