

**Práctica Profesional Supervisada en la Estación Experimental
Agropecuaria INTA Santa Cruz.**



Trabajo de intensificación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

Anriques, Hugo Eduardo

Docente tutor: Bouza, Mariana Eve

Docente consejero: Duval, Matías

Instructores externos: Paredes, Paula Natalia

Schenkel, Cintia Anahí

Diciembre 2022

PREFACIO

Este trabajo es presentado como parte de los requisitos para cumplir con el trabajo de intensificación de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Sur.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme permanentemente en cada nuevo emprendimiento, por ser mi sostén y fuente de ánimo.

A Anita, mi novia, por su amor, por acompañarme en los momentos buenos y en los malos y por ayudarme a no bajar los brazos.

A la familia Couto, me abrieron las puertas de su hogar y me brindaron contención.

A mi tutora Mariana, por toda la ayuda brindada y sobre todo por la paciencia.

A Cintia Schenkel y Gabriel Oliva, por aceptarme para realizar este entrenamiento. Este trabajo no hubiese sido posible sin ellos.

A mi instructora del INTA Paula Paredes, por su tiempo, por todo lo que me enseñó y sobre todo, por su buena onda.

A mi amiga Manuela (Manu), por todos los momentos que compartimos, por tantas horas de estudio, por prestarme su casa para estudiar y por el café con leche y tostadas.

A los integrantes del INTA: Daniela Ferrante, a Gervasio Humano y José López Castaño, por asistirme en el trabajo de campo y por ayudar a hacer fuerza con el túnel de viento “portátil”.

A la Estación experimental INTA Santa Cruz, por permitirme desarrollar las prácticas en la institución, por dejarme utilizar el túnel de viento y el laboratorio.

Al Departamento de Agronomía de la UNS, por brindarme la formación necesaria para desempeñarme en el ámbito profesional.

RESUMEN

Este trabajo de intensificación consistió en una Práctica Profesional Supervisada (PPS) que se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Santa Cruz, por medio de una Comisión de Estudio entre el INTA y el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. El entrenamiento se realizó bajo el marco del Proyecto Estructural Nacional “Tecnologías para el control de erosión y degradación de suelos”, en colaboración con el grupo de trabajo de Recursos Naturales de INTA Santa Cruz. El trabajo incluyó actividades a campo, de laboratorio y gabinete bajo el asesoramiento de los profesionales responsables del mencionado proyecto. La experiencia se llevó adelante en la Estancia Markatch Aike, ubicada al sur de la provincia de Santa Cruz, en la Estepa Magallánica Seca (EMS). La actividad consistió en realizar la simulación del proceso de erosión eólica con un túnel de viento. Las simulaciones se realizaron en tres sitios: pastizal natural de *Festuca gracillima* (PN), área medanosa sembrada con *Leymus arenarius* (AMS) y médano sin intervención (M). Los objetivos del trabajo fueron delinear el perfil de viento en función del tipo de cobertura vegetal y evaluar el efecto de la siembra de *Leymus arenarius*, en la captura de sedimentos. Se demostró que *L. arenarius* es una gramínea con buen comportamiento para la fijación de médanos. Los resultados mostraron que la cobertura vegetal modificó el perfil del viento y que PN fue el tratamiento que presentó las menores velocidades de viento en todo el perfil respecto al AMS y M. En cuanto a la captura de sedimentos, AMS fue en el que más material se recolectó mientras que en PN ocurrió lo opuesto. Respecto a la experiencia laboral, esta me resultó muy productiva y una buena forma de complementar la formación teórico-práctica recibida en la universidad. Me permitió adquirir nuevas habilidades, destrezas y aptitudes necesarias para el desempeño profesional. Pude adaptarme rápidamente y ejecutar las tareas asignadas y, a pesar de no tener una formación específica en algún tema en particular, sentí que contaba con las herramientas suficientes para encontrar la solución a determinados problemas. Trabajar con profesionales del INTA me permitió obtener un nuevo punto de vista de la realidad productiva en la provincia de Santa Cruz, entender cuáles son las principales problemáticas que existen en la provincia y que medidas toma dicha institución al respecto.

ÍNDICE

PREFACIO	III
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN.....	III
ÍNDICE	IV
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1. Región Patagónica.....	1
1.1.1. Patagonia Andina	2
1.1.2. Patagonia Extra andina.....	2
1.2. Patagonia Sur	3
1.2.1. Provincia de Santa Cruz	5
1.2.2. Estepa Magallánica Seca.....	9
1.3. Erosión eólica: problemática, estudio, control y conservación de suelos.	10
1.4. Estación Experimental Agropecuaria INTA Santa Cruz	13
1.5. Prácticas Profesionales Supervisadas.....	14
1.6. Objetivo general	15
1.7. Objetivos específicos.....	15
1.8. Objetivos de formación profesional	15
2.METODOLOGÍA DE TRABAJO	15
2.1. Problemática.....	16
2.2. Desarrollo de las actividades.....	16
2.3. Unidad experimental	18
2.4. Análisis de datos	21
3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.CONSIDERACIONES FINALES	28
5.BIBLIOGRAFIA.....	30

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Región Patagónica

La Patagonia es un extenso territorio ubicado al sur de la República Argentina. Al norte se encuentra delimitada por los ríos Barranca y Colorado, El Cabo de Hornos hacia el sur, la Cordillera de los Andes al oeste y el Mar Argentino al este. Comprende una superficie, aproximada, de 750.000 km² y representa el 27% del territorio nacional. Está conformada por las provincias de Río Negro, Neuquén, Chubut, Santa Cruz y Tierra del fuego (Figura 1).

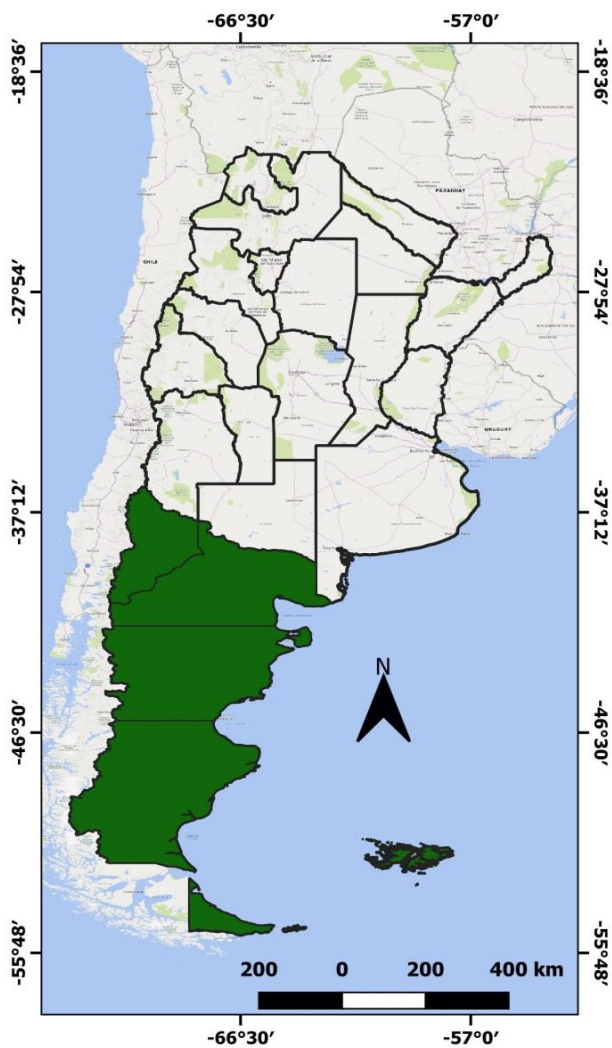


Figura 1. Mapa de la República Argentina resaltando en color verde las Provincias que conforman la Región Patagónica.

En esta región, en función de las condiciones naturales, se pueden distinguir dos grandes subregiones (Figura 2).

1.1.1. Patagonia Andina

Consta de cordones montañosos, separados por valles ocupados por lagos o ríos. Sobre las faldas de las montañas, debido a las mayores precipitaciones invernales que pueden llegar a superar los 2000 mm anuales, predomina un estrato arbóreo donde las especies del género *Nothofagus* son las que cuentan con mayor abundancia. Los centros poblados y la producción agrícola de frutas finas (frambuesas, frutilla, zarzamora, etc.) y de aromáticas (lúpulo para la producción cervecera) se establecen en los valles y zonas protegidas.

1.1.2. Patagonia Extra andina

Constituida por mesetas, pampas, cañadones, valles fluviales, bajos y serranías aisladas. Sobre las mesetas se desarrolla principalmente la producción ovina, aunque también existe una importante actividad minera (oro y plata). En los valles fluviales, por medio del riego, se construyeron oasis agroindustriales (Valle del Rio Negro, Rio Chubut y Rio Santa Cruz, localidad de Sarmiento y de Gobernador Gregores).

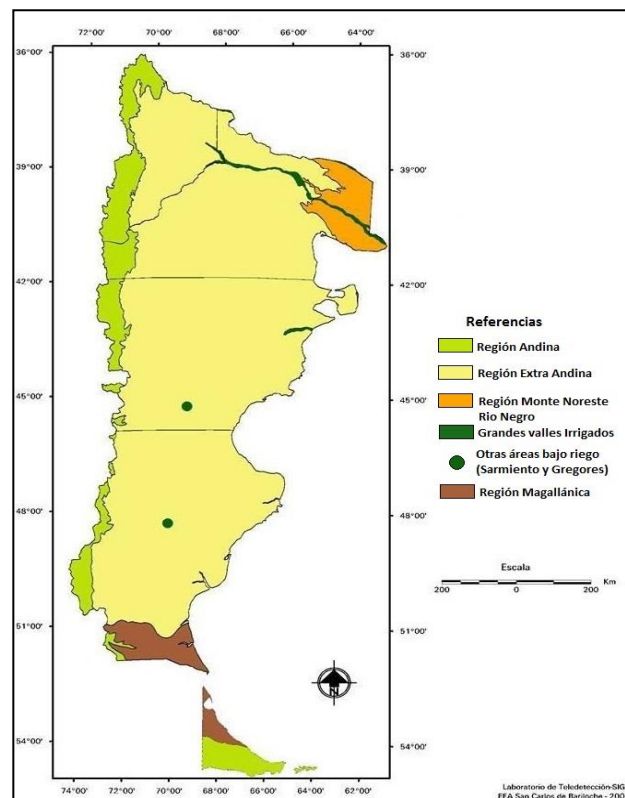


Figura 2. Subregiones de la Patagonia. En color verde la subregión que corresponde a la Patagonia andina y en color amarillo a la Patagonia extra andina. Adaptado de Zárate *et al.*, (2014).

1.2. Patagonia Sur

Se considera Patagonia sur, a la porción de territorio que se encuentra entre los paralelos 42° y 55° de latitud sur y comprende las provincias de Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Islas Malvinas y del Atlántico Sur. Es una extensa región, con una superficie de 490.000 km² y representa el 17,5 % de la superficie del país.

Las precipitaciones (Figura 3), escasas y variables, presentan un gradiente en dirección Este-Oeste influenciado por la cordillera de los Andes, cuyas medias anuales disminuyen desde los 2000 mm (con máximos de 8000-10000 mm) sobre la Cordillera, hasta los 100 y 200 mm en el centro y extendiéndose hacia el Este de la porción extra andina. En la región Centro-Este, la distribución de las precipitaciones a lo largo del año se corresponde a un régimen mediterráneo, con inviernos húmedos y presencia de lluvias que aportan grandes volúmenes de agua, y un período primavera-estival seco (Sala *et al.*, 1992; Golluscio *et al.*, 1998). Hacia el sur, disminuye la influencia de la Cordillera de los Andes y la región adquiere características marinas (Paruelo *et al.*, 1998) y la variabilidad interanual de las precipitaciones se reduce, distribuyéndose durante el año en eventos más uniformes de poco volumen (menores a 5 mm) (Ferrante *et al.*, 2014).

Las temperaturas, también presentan un gradiente, en el cual las mismas disminuyen desde el noreste hacia el sudoeste, influenciadas por la latitud y altitud (Figura 4). La temperatura media anual varía entre los 5 y 15 °C. La temperatura media del mes más frío no desciende de los 0°C, pero la temperatura media mínima puede alcanzar los -20°C.

Los vientos se presentan con mayor frecuencia durante la primavera-verano y presentan una velocidad media que varía entre los 22 y 27 km h⁻¹.

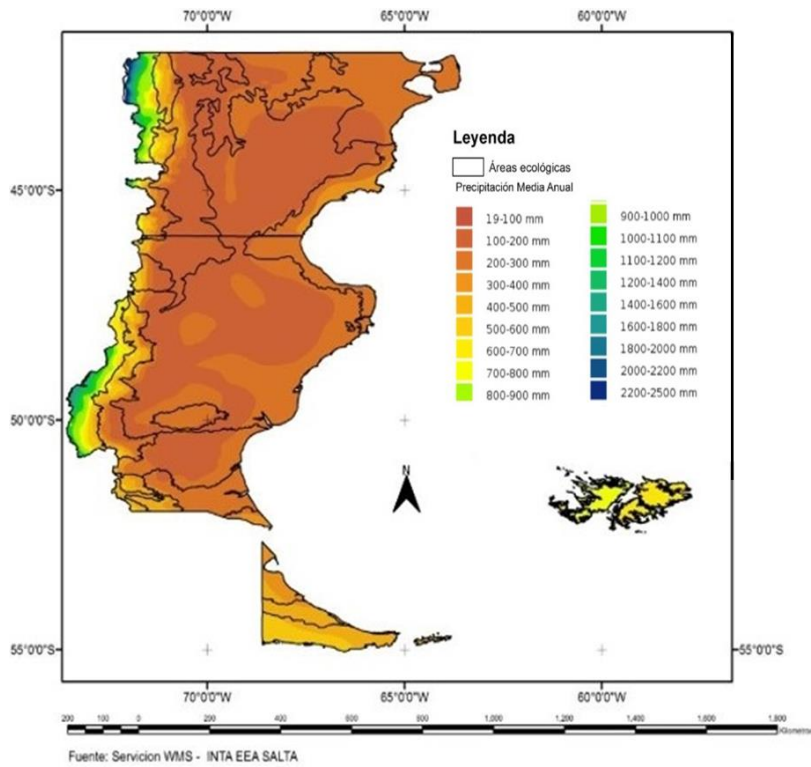


Figura 3. Mapa de precipitaciones medias anuales de Patagonia Sur. Extraído de Oliva *et al.* (2017).

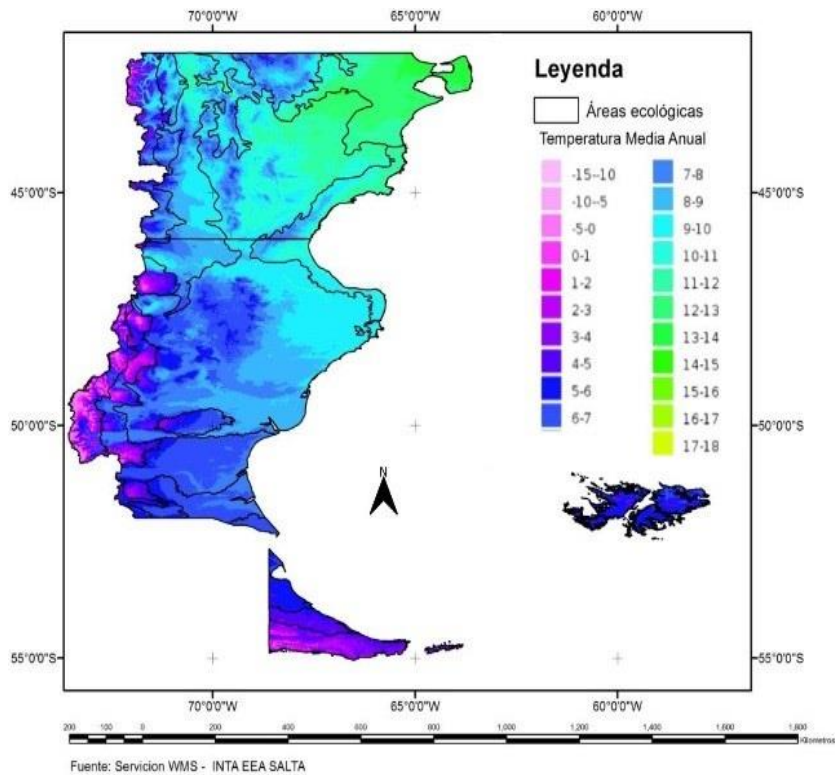


Figura 4. Mapa de temperatura media anual de Patagonia Sur. Extraído de Oliva *et al.* (2017).

1.2.1. Provincia de Santa Cruz

Sus límites se encuentran entre los paralelos $46^{\circ} 00'$ y $52^{\circ} 23'$ LS (Punta Dungeness) y los meridianos $65^{\circ} 43'$ (Punta Guzmán) y $73^{\circ} 35'$ (Cordón Mariano Moreno) LW (Figura5). El territorio provincial tiene una extensión de 244.000 km^2 y representa el 6,5% de la superficie total de Argentina siendo esta la segunda provincia más grande en extensión. Con 383.827 habitantes (INDEC, 2022), representa el 0,83% de la población total argentina.

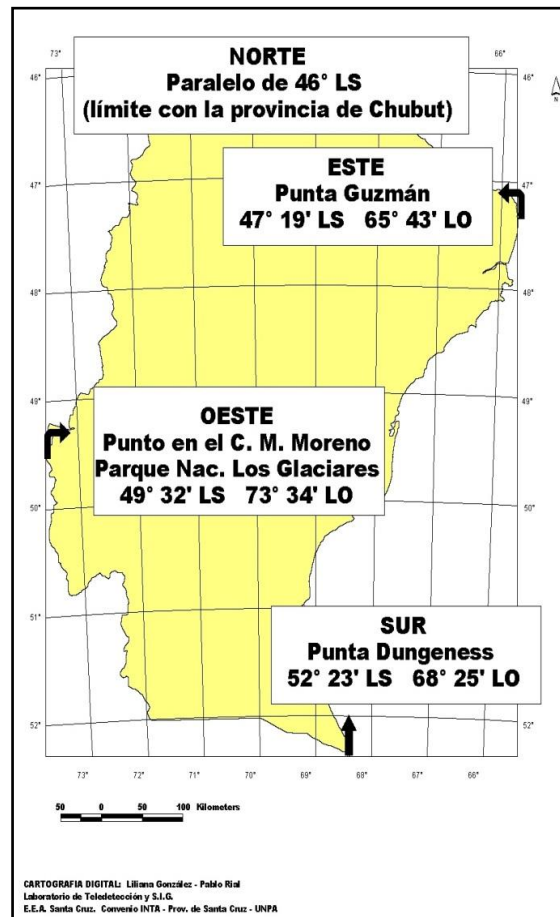


Figura 5. Puntos extremos de la Provincia de Santa Cruz. Extraído de González *et al.* (2004).

Los sectores productivos más importantes de la provincia son:

- Minería metálica: las exportaciones representan el 66,5% del total provincial (INDEC, 2020).
- Hidrocarburos: 11,2% (INDEC, 2020).
- Pesca marítima: 11,1% (INDEC, 2020).

- Ganadería ovina: 1,1% (SSPMicro, 2018).
- Turismo.

Las exportaciones de la provincia representaron el 3,5 % de las ventas al exterior del total del país (INDEC, 2020).

En la Provincia de Santa Cruz, tanto por su enorme extensión como por el ingreso económico, predomina la producción extensiva de ovinos realizada sobre pastizales naturales áridos y semiáridos. Actualmente, el stock ovino es de 2.241.691 cabezas (MAG y P., 2022). En general, la producción ovina en la provincia de Santa Cruz es doble propósito, pero se pueden distinguir 2 grandes zonas definidas por las condiciones ambientales. La zona sur y cordillera, en la que predominan los sistemas orientados a la carne. Y la zona centro y norte, donde se desarrollan los sistemas orientados a la producción de lana fina utilizando majadas de la raza merino y sus cruza. Cabe destacar que más del 50% del stock ovino se encuentra al sur del Río Santa Cruz.

El Gobierno Nacional y Provincial, para revalorizar y lograr la sustentabilidad de los establecimientos ganaderos, ha brindado apoyo de diversas formas: mediante créditos, subsidios por emergencia y apoyo técnico. Actualmente el Gobierno ha impulsado el Régimen para la Recuperación de la Ganadería Ovina, mediante la Ley N° 25422, y tiene como objetivo “...*adecuar y modernizar los sistemas productivos ovinos a fin de permitir la sostenibilidad a través del tiempo y, en consecuencia, permitir mantener e incrementar las fuentes de trabajo y la radicación de la población rural...*”.

La agricultura en la provincia de Santa Cruz es una actividad que se encuentra en sus inicios y que posee grandes posibilidades de desarrollo en ciertos valles de la precordillera y centrales con microclimas apropiados para esa práctica. La producción de frutas finas, es la que ha logrado un mayor desarrollo, encontrándose establecida principalmente en el valle de Los Antiguos (al noroeste de la provincia, sobre la margen sur del Lago Buenos Aires). Esta zona posee características climáticas que lo hacen un lugar adecuado para la producción de frutas finas, siendo la cereza la más destacada. Otra zona con aptitud agrícola, es el valle de Gobernador Gregores (en el centro de la provincia) que cuenta con áreas de riego sistematizado para diferentes cultivos. En la zona se produce principalmente papa y alfalfa para consumo de la región. Otros cultivos comerciales producidos en la zona son el ajo y frutales como manzanos, perales, membrillo, avellanos, grosellas y frutilla. La producción frutícola se concentra en los meses de verano.

En función de una combinación particular de suelos, clima y vegetación, Cuadra & Oliva (1996) han definido ocho Áreas Ecológicas para la provincia de Santa Cruz (Figura 6).

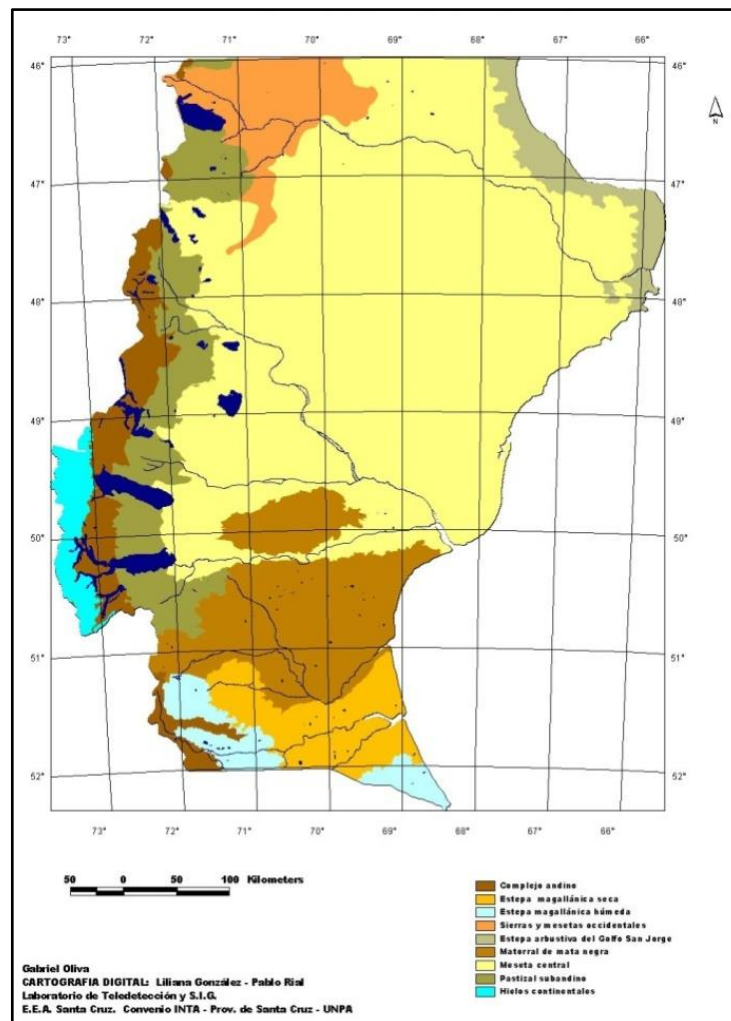


Figura 6. Mapa de áreas ecológicas de la provincia de Santa Cruz. Adaptado de Cuadra & Oliva (1996).

A continuación, se hará mención de cada una de ellas y una descripción general. Luego se describirá con especial énfasis la Estepa Magallánica Seca (EMS) en la cual se han realizado las actividades de la PPS.

- **Estepa Arbustiva del Golfo de San Jorge.**
- **Matorral de Mata Negra.**
- **Meseta Central.**
- **Sierras y Mesetas Occidentales.**

- **Pastizal Subandino.**
- **Complejo Andino.**
- **Estepa Magallánica Húmeda.**
- **Estepa Magallánica Seca.**

Una caracterización general muestra que las diferentes áreas ecológicas presentan un amplio rango de superficies, que van desde los 14 millones de hectáreas de la Meseta Central, hasta los 0,6 millones de hectáreas de la Estepa Magallánica húmeda.

A escala regional, el clima presenta un fuerte gradiente. Las precipitaciones disminuyen de O a E y de S a N, registrándose medias que van desde los 100 mm/año (Sierras y Mesetas Occidentales) hasta los 1000 mm/año (Complejo Andino) (Figura7a.), distribuyéndose principalmente en otoño-invierno. La temperatura también presenta un gradiente que disminuye de NE a SO, con medias que van desde los 5,5 °C hasta los 10 °C en la Estepa Arbustiva del Golfo de San Jorge, siendo esta área ecológica, la que presenta la temperatura media más alta de la provincia (Figura7b.).

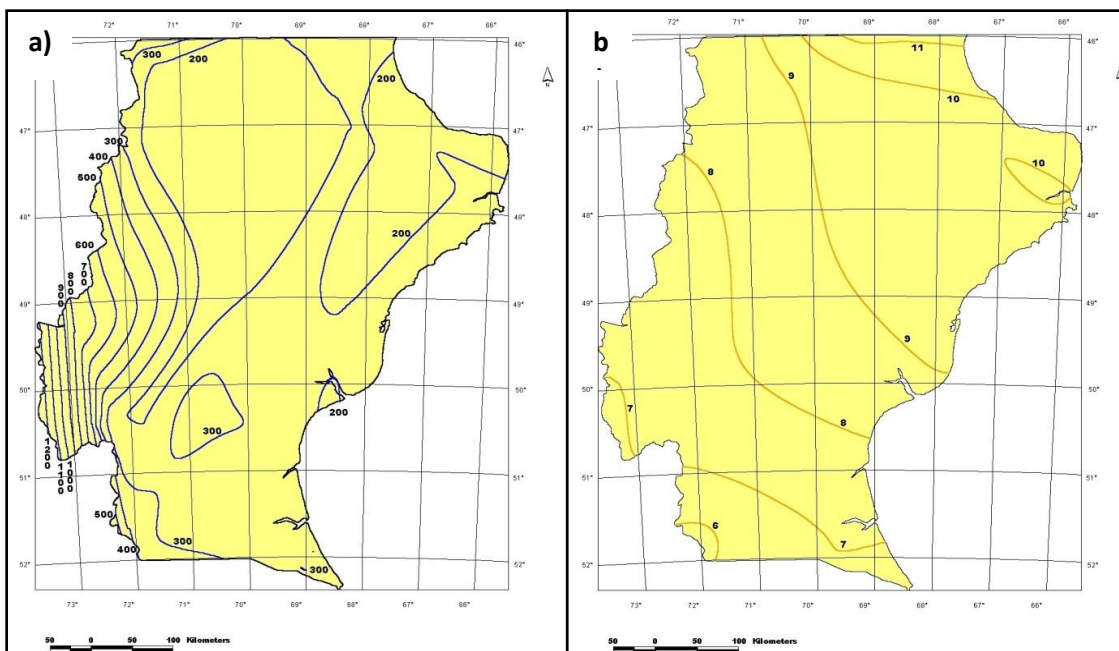


Figura 7. Clima de Santa Cruz. a) Mapa de Isohietas Medias Anuales. b) Mapa de Isotermas Medias Anuales. Adaptado de Soto & Vazquez (2000).

En lo que respecta a los suelos, predomina el orden de los Aridisoles, ocupando estos el 57% de la superficie provincial. Le siguen en orden de superficie ocupada los Entisoles (24%), Molisoles (16%) y Andisoles (3%). Los molisoles de la provincia, suelen presentar

pedregosidad en superficie, que interfiere con las labranzas. Aun así, existen casos en los que se puede implantar pasturas o cultivos adaptados (Godagnone & Salazar, 2004). También es posible encontrar algunos suelos del orden Inceptisoles (Complejo Andino).

La textura superficial de los suelos en las diferentes áreas, es mayormente arenosa, con bajo contenido de materia orgánica, mayormente bien drenados (por presencia de rodados en el perfil que facilitan el drenaje), pH cercano al neutro y en algunos casos, es posible encontrar presencia de calcáreos o cenizas volcánicas en el perfil.

La vegetación dominante es la de estepa (arbustiva y gramínea). El estrato Arbustivo dominante es de porte medio (70 cm de altura) y cobertura variable que va desde el 60-70% hasta 20-30% (formando mosaicos). La mata negra (*Mulguraea tridens*) es el arbusto que se encuentra dominando la mayoría de las áreas ecológicas. El estrato herbáceo, se encuentra dominado por gramíneas tales como el coirón amargo (*Pappostipa chrysophylla*), coirón blanco (*Festuca pallescens*) y coirón fueguino (*Festuca gracillima*). En el área del Complejo Andino se puede observar un mosaico de bosques subantárticos del género *Nothofagus*.

1.2.2. Estepa Magallánica Seca

El área es un extenso pastizal de coirón fueguino (*Festuca gracillima*) que ocupa 1,17 millones de hectáreas. La cobertura vegetal oscila entre el 50-70% y presenta arbustos aislados de calafate (*Berberis microphylla*) o mata negra (*Mulguraea tridens*).

El paisaje es plano o levemente ondulado, dominado por mesetas sedimentarias que forman niveles aterrazados entre los ríos Gallegos y Chico y terrazas glaciales. Existen también coladas basálticas provenientes de volcanes relativamente recientes (Laguna Azul) y relieves fluviales (valles de los ríos Gallegos y Gallegos Chico). Respecto a los suelos, predominan los Aridisoles y Molisoles, con una capa superior de arena fina con materia orgánica. En profundidad las texturas cambian a franco arcillosas a arcillosas y es frecuente encontrar rodados patagónicos a lo largo de todo el perfil.

En referencia al clima, existe un gradiente suave de precipitaciones: al límite con la región del Matorral de Mata Negra el promedio de lluvias es de 170 mm, hacia el sur y el este por la influencia marina del Atlántico varía entre 200 y 300 mm. Hacia el interior continental se torna más seco (algo menos de 200 mm). A pesar de que la lluvia se distribuye a lo largo de todo el año, presenta un máximo estival, una característica particular en el clima del sur

de Santa Cruz. El promedio anual de temperatura varía de 6 a 7° C. Los vientos predominantes son del sector sudoeste, con una velocidad media de 15 - 22 km h⁻¹.

La producción predominante en el área es la ganadería ovina extensiva sobre pastizales naturales. La cantidad y calidad de animales faenados fluctúa debido a factores climáticos altamente decisivos en la producción: la nieve del invierno, que generan problemas de estado a la salida del invierno y comienzos de primavera; y las sequías de primavera, que generan problemas de condición corporal de corderos y ovejas de venta.

1.3. Erosión eólica: problemática, estudio, control y conservación de suelos.

El suelo es el soporte de la actividad agropecuaria del país, siendo esta, la principal fuente de ingresos por exportaciones de granos y carnes, además de generar productos que son imprescindibles para la vida de las personas. Es imposible ignorar la importancia que el sector agropecuario tiene sobre la economía, sin embargo, el suelo que es el sustento para la actividad, no recibe los cuidados suficientes.

Todos los ecosistemas presentan un equilibrio delicado entre sus componentes bióticos y abióticos. El hombre, mediante la ocupación y uso de las tierras, origina cambios (generalmente negativos) en la cubierta vegetal y el suelo. Estos cambios, sumados a la variabilidad climática, rompen ese frágil equilibrio generándose procesos que, de alguna manera, terminan disminuyendo la capacidad biológica de dichos ecosistemas, culminando en lo que se denominan procesos de degradación. Entre los procesos de degradación, uno de los más importantes es la erosión, tanto hídrica como eólica (FAO – UNESCO., 1975).

La erosión eólica (EE) es un proceso geológico, natural, físico y dinámico (Buschiazzo & Aimar, 2003; Guo *et al.*, 2014), que provoca una pérdida irreversible de suelo. Según Chepil (1945), se define como el proceso mediante el cual se produce la remoción, selección y transporte del material superficial del suelo por acción del viento. Conduce a una pérdida del contenido de materia orgánica, nutrientes y fracciones texturales finas, reduciéndose la profundidad efectiva, la capacidad de retención de agua y nutrimentos. Se expone, además, el subsuelo infértil afectando el crecimiento y vigor de las especies vegetales (Lyles, 1975; Lyles & Tatarko, 1986; Lal & Stewart, 1990; Buschiazzo & Taylor, 1993; Silenzi *et al.*, 2011; Bouza *et al.*, 2012). No solo termina afectando a los productores (aumentando los costos de producción) por disminución de los rendimientos, sino que afecta a la población en general.

En la Patagonia, los suelos sueltos y secos, la cobertura vegetal incompleta y las frecuentes tormentas de viento de alta intensidad son condiciones que aumentan la susceptibilidad a la erosión eólica (Sterk *et al.*, 2012). En la Estepa Magallánica Seca, las elevadas cargas ganaderas han generado cambios en la cobertura vegetal (Anchorena, 1985; Borelli *et al.*, 1988; Oliva *et al.*, 1998) lo que posiblemente acelere las pérdidas de suelo por erosión eólica (Zender *et al.*, 2004).

Existen estimaciones de la superficie afectada por erosión eólica en la región Patagónica (Vazquez & Mazzoni, 2004; Diez *et al.*, 2013; Oliva *et al.*, 2015; Casas *et al.*, 2015; Paredes, 2016) constituyendo alrededor de 14.250.000 ha (19% de la superficie de la Patagonia aproximadamente), de las cuales 11.250.000 ha (15% de la superficie) se encuentran en grado de erosión ligero a moderado y 3.000.000 ha (4% de la superficie) en grado severo a grave. En el caso de la provincia de Santa Cruz, se estima que, 1.196.400 ha se encuentran erosionadas y de las mismas, alrededor del 96% presentan un grado severo a grave de erosión eólica.

Oliva *et al.*, (2017), muestra como en Markatch Aike (estancia ubicada en el sur de Santa Cruz), en un lapso de 30 años (1986 - 2016), las áreas erosionadas pasaron de 1212 a 3216 hectáreas (Figura 8). Se observa que el ritmo de avance de la erosión no es generalizado, pero indica que áreas que se encuentran severamente erosionadas estarían creciendo y son necesarias medidas urgentes de control.

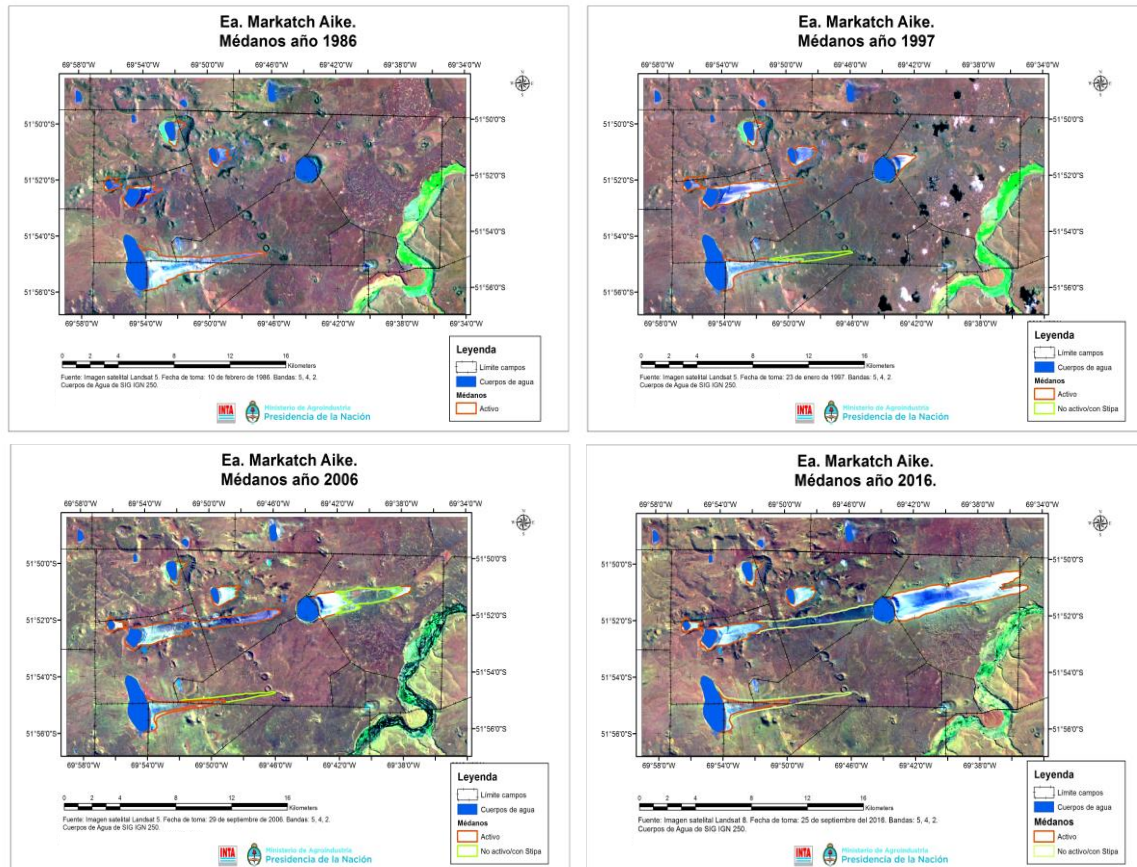


Figura 8. Evolución de médanos Markatch Aike, en el Sur de Santa Cruz, entre los años 1986 y 2016 (Paredes, 2016).

En la provincia, se realizan diferentes, prácticas de manejo para controlar o mitigar los procesos de degradación de los suelos (Castro, 1983). Sin embargo, resulta necesario cuantificar las pérdidas de suelo y conocer las modificaciones en el perfil del viento, provocado por alteraciones en la vegetación y estimar su velocidad umbral. Son varias las metodologías que permiten realizar estimaciones de pérdida de suelo por erosión eólica, por ejemplo: mediante modelos empíricos a partir del clima y propiedades del suelo (Prego, 1962), o mediante parcelas de muestreo estandarizadas a campo (Buschiazzo *et al.*, 1999; Bouza, 2014). Otra alternativa es la utilización de túneles de viento. Estos permiten realizar manipulaciones en un entorno controlado. Los mismos han sido muy utilizados a nivel mundial para investigar la relación que existe entre la vegetación y el transporte de sedimentos (Gabriels *et al.*, 1997; Cornelis & Gabriels, 2004; Aimar & Mendez, 2018). Los primeros informes de aparición de formaciones medanosas sobre las costas de los lagos Belgrano, San Martín, Viedma y Argentino, fueron dados a conocer en el año 1945 (Barría *et al.*, 2004). La información fue brindada por los pobladores, cuando notaron que

estas formaciones causaban la destrucción de los pastizales y traían serios problemas a la hora de esquilarse las majadas. Fue durante la década del '60 que comienzan los esfuerzos de control y recuperación de los suelos. Durante varios años se probaron diferentes técnicas de conservación en diferentes áreas, siendo la fijación de médanos la más destacada, lográndose los mayores resultados mediante la siembra directa de las especies *Leymus arenarius* y *Leymus racemosus* subespecie *sabulosus* (Pasto malvinero). *Leymus sp.*, es una gramínea psamófila originaria de las costas del norte y oeste de Europa. Son plantas perennes, rizomatosas, de follaje glauco, que crece en densas matas que pueden alcanzar un metro de altura y hasta 50 centímetros de diámetro (Figura 9).

Las especies seleccionadas como fijadoras, deben presentar una serie de características como buen desarrollo radicular (para que las raíces produzcan el “anclaje” del suelo) y en lo posible, que sean rizomatosas. La parte aérea debe ser de rápido crecimiento, de forma tal que puedan emerger rápidamente en caso de quedar sepultadas en la arena. Las hojas deben ayudar a retener arena en rodadura que vuele cerca de la superficie del suelo. Debe producir abundante semilla fértil para sembrarse naturalmente a fin de fijar el médano y para cosechar la semilla, y pueda ser usada en otro lugar. *L. arenarius* cumple con todos los requisitos mencionados, dado que es una especie rústica, rizomatosa, de buena altura, resiste el choque de partículas en movimiento, produce buena cantidad de semilla fértil y es capaz de establecerse en zonas con precipitaciones desde 180 mm/año.



Figura 9. *Leymus arenarius* (Pasto malvinero).

1.4. Estación Experimental Agropecuaria INTA Santa Cruz|

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un organismo dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación que funciona de manera descentralizada con autarquía operativa y financiera.

Fue fundado en el año 1956 y desde entonces, se enfoca en el desarrollo de innovaciones, que ponen al servicio de la sociedad a través de sus sistemas de extensión, información y comunicación. Generan capacidades para el sector agroindustrial, participa en redes que fomentan la cooperación entre instituciones, mejoran la competitividad, el desarrollo rural sustentable y las condiciones de vida de la familia rural.

La institución cuenta con 15 Centros Regionales, 51 Estaciones Experimentales Agropecuarias y más de 350 Unidades de Extensión Rural distribuidas por todo el país (INTA, 2015).

La Práctica Profesional Supervisada (PPS) se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Santa Cruz. Esta Experimental fue fundada el 18 de junio de 1985, por convenio entre el INTA, el Gobierno de Santa Cruz y la Universidad Federal de la Patagonia Austral (UFPA), actualmente Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

El área de influencia de la EEA Santa Cruz corresponde a la provincia de Santa Cruz, para ello cuenta con nueve Agencias de Extensión Rural en distintas localidades y un Campo Experimental, en el que se desarrollan investigaciones aplicables a una amplia región de la Patagonia. Existen tres grupos de investigación: Producción Agrícola, Recursos Naturales y Forestal Agrícola y Manejo del Agua.

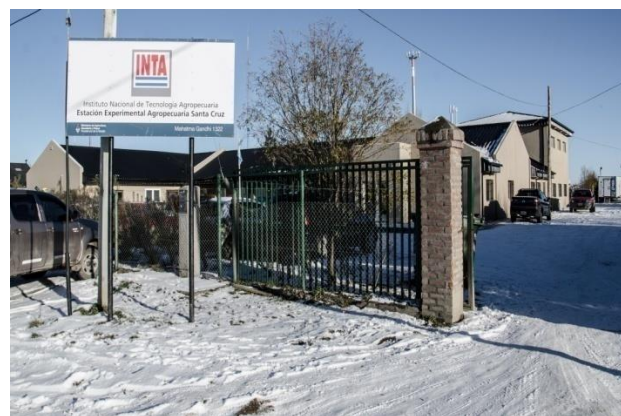


Figura 10. EEA (INTA) Santa Cruz.

1.5. Prácticas Profesionales Supervisadas

El objetivo de la actividad denominada Práctica Profesional Supervisada (PPS) es vincularse con el medio productivo y de investigación, a través de las prácticas pre-profesionales mediante la realización de un trabajo concreto con suficiente interés

científico y/o tecnológico, que permita la inserción del futuro Ingeniero Agrónomo en el medio laboral en que deberá desempeñarse.

Estas prácticas se basan en una secuencia de toma de datos, análisis de los mismos y evaluación de situaciones particulares, que conducen a la posterior toma de decisiones y la adquisición de nuevas habilidades (Nápoli, 2020), permitiendo contribuir al mejor abordaje y elaboración de propuestas frente a situaciones y sistemas de producción reales (Paunero, 2017).

1.6. Objetivo general

El objetivo de este trabajo fue realizar una práctica profesional en una institución oficial dedicada a la actividad agropecuaria.

1.7. Objetivos específicos

- Definir las formas de degradación del suelo por el uso, las causas que la ocasionan y las prácticas adecuadas para su control.
- Desarrollar criterios de observación y evaluación de situaciones específicas, guiado por el instructor en el área.
- Incrementar y afianzar conocimientos teóricos a través de la práctica de campo.
- Participar en equipos de trabajo para ejecutar tareas relacionadas con el muestreo, análisis e interpretación de datos y presentación de informes de los mismos.

1.8. Objetivos de formación profesional

- Aplicar conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica en actividades concretas desarrolladas dentro de la EEA INTA Santa Cruz.
- Conocer la metodología de trabajo adecuada a la realidad profesional, con el fin de generar competencias requeridas para el desempeño laboral,
- Obtener una experiencia práctica que facilite la inserción en el mercado de trabajo.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente trabajo consistió en un entrenamiento profesional supervisado realizado en la EEA INTA Santa Cruz mediante una Comisión de Estudio entre el INTA y el Departamento de Agronomía de la UNS. La PPS se desarrolló entre febrero del 2020 y diciembre de 2021. Realicé muestreos de campo, trabajo de laboratorio y participé de las actividades de la Estación Experimental, y que son propias a las habilidades que desempeña el Ing. Agrónomo.

Las funciones realizadas estuvieron bajo la dirección técnica y supervisión de la Mg. Paula Paredes, con la colaboración del Dr. Gabriel Oliva, Mg. Daniela Ferrante y la Dra. Cintia Schenkel en el marco del Proyecto Estructural Nacional “Tecnologías para el control de erosión y degradación de suelos”.

2.1. Problemática

La Estepa magallánica seca, es un área extensa altamente susceptible a la erosión eólica, principalmente debido a los vientos de alta intensidad y frecuencia durante la época de mayor evapotranspiración, a la aridez de la región, a los suelos y a una vegetación de estepa con escasa cobertura (Schenkel, 2020; Barría *et al.*, 2004).

2.2. Desarrollo de las actividades

Se realizaron simulaciones del proceso de erosión eólica. Para ello se utilizó un túnel de viento portátil (Figura 11) con el objetivo de delinear el perfil de viento en función del tipo de cobertura vegetal y evaluar el efecto de la siembra de *L. arenarius*, (gramínea usada para la fijación de médanos), en la captura de sedimentos.

El túnel de viento portátil (Mendez *et al.*, 2006) está compuesto por:

- un motor, marca Honda GX 670 de 24 HP que se encuentra en un chasis con ruedas para movilizarlo fácilmente (Figura 11a).

- una hélice de 1 m de diámetro con 8 palas de 0,35 m en ángulo de 40°, accionada mediante de una correa y poleas reductoras (2,5: 1), que gira a 1.000 rpm. El aire impulsado por la hélice es conducido hacia una placa cribada a través de una sección rectangular construida en lona.

- una placa cribada (196 orificios de 2,5 cm de diámetro cada uno) tiene como función principal homogeneizar el flujo de aire reduciendo la turbulencia (Figura 11b).

- tres secciones de chapa galvanizada, (2 m x 0,5 m x 1 m), La primera sección del túnel tiene piso de chapa (Figura 11d). Las dos restantes, que se localizan más alejadas del motor, no cuentan con piso (Figura 11e), lo que permite que la corriente de aire tome contacto con la superficie del suelo y son el lugar donde se realizan las mediciones. Estas dos últimas secciones poseen dos ventanas laterales y una superior que permiten modificar la zona de medición sin necesidad de desacoplar los dos últimos tramos del túnel.

El flujo de aire generado por el motor, pasa al túnel propiamente dicho ingresando a la primera sección (Figura 11d); en la entrada de la misma se ubican un conjunto de

placas deflectoras (Figura 11c) que se encargan de orientar el flujo y de esta manera generar el perfil de viento deseado. En el extremo final del túnel de viento se disponen anemómetros con sistema de tubos Pitot (Pressure and flow meter CEM/DT-8920) a 10, 20, 30, 50 y 80 centímetros del suelo para medir el perfil vertical de viento sumado a un mástil con 6 colectores Big Spring Number Eight (BSNE) a: 7, 20, 36, 53, 66 y 84 centímetros desde el suelo para recolectar el material erosionado (Figura 11f). Los colectores BSNE están contruidos de chapa galvanizada, son de forma trapezoidal y constan de dos partes: una inferior donde se colecta la muestra y una superior, acoplada a la anterior (Figura 12). El piso de la parte superior tiene una malla de 1 mm de diámetro y en la cara de arriba una malla de 0,3 mm de diámetro. En la parte superior, también se encuentra una abertura rectangular de 2 x 5 cm por donde ingresa el flujo de aire. Este disminuye su velocidad al chocar con la cara opuesta y el material transportado cae a través de la malla a la bandeja inferior. El flujo de aire sin material es desviado y sale a través de la malla de la parte superior.



Figura 11. Componentes del túnel de viento portátil. a) Motor sobre el carro y segmento que lleva la hélice, b) placa cribada, c) chapas deflectoras, d) tramo del túnel con piso, e) zona de medición y f) salida del túnel con colectores BSNE y anemómetros.



Figura 12. Colectores BSNE. A la izquierda, mástil con colectores colocados a la salida del túnel de viento. A la derecha, en la foto de arriba se detalla el exterior del colector y en la foto de abajo, se detalla el interior del colector BSNE.

2.3. Unidad experimental

En el mes de abril de 2021, se realizaron 10 simulaciones con túnel de viento portátil en la Estancia Markatch Aike (Figura 13), ubicada al sur de la Estepa Magallánica Seca, a 40 km al sudoeste de la ciudad de Río Gallegos RN N°3.

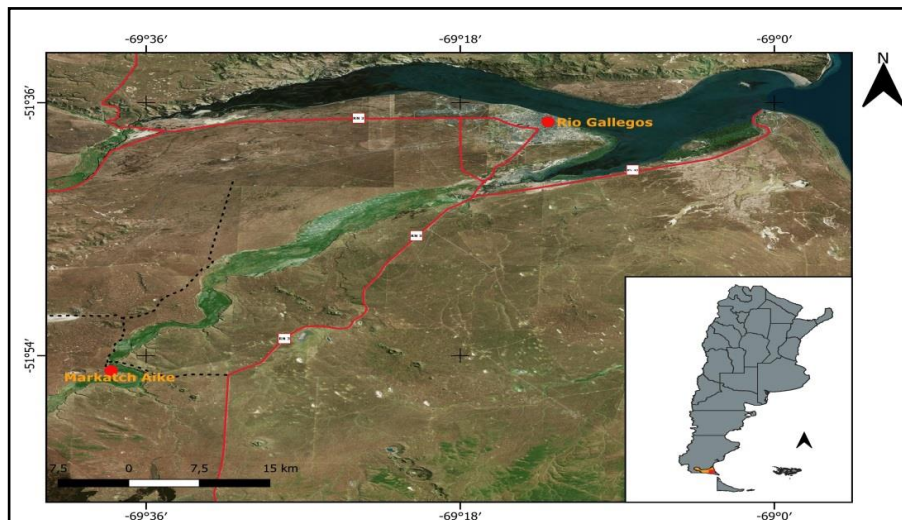


Figura 13. Ubicación de la Ea. Markatch Aike al sur de la Estepa magallánica seca. En el mapa de referencia de localización, en color gris, la República Argentina, en color mostaza la Estepa magallánica Seca y en color rojo la ubicación de la Ea. Markatch Aike. En el Mapa principal, las líneas continuas color rojo representan rutas nacionales y líneas punteadas color negro representan caminos rurales.

Se seleccionaron 3 sitios de estudio (Figura 14 y 15). El primero de ellos correspondió a un pastizal natural de *Festuca gracillima* (Figura 15a), el segundo a un área medanosa sembrada en invierno de 2018 y 2019 con *Leymus sp.* a una densidad de 4 kg ha⁻¹ en surcos separados a 70 cm (Figura 15b) y el último sitio, un médano sin intervención (Figura 15c).

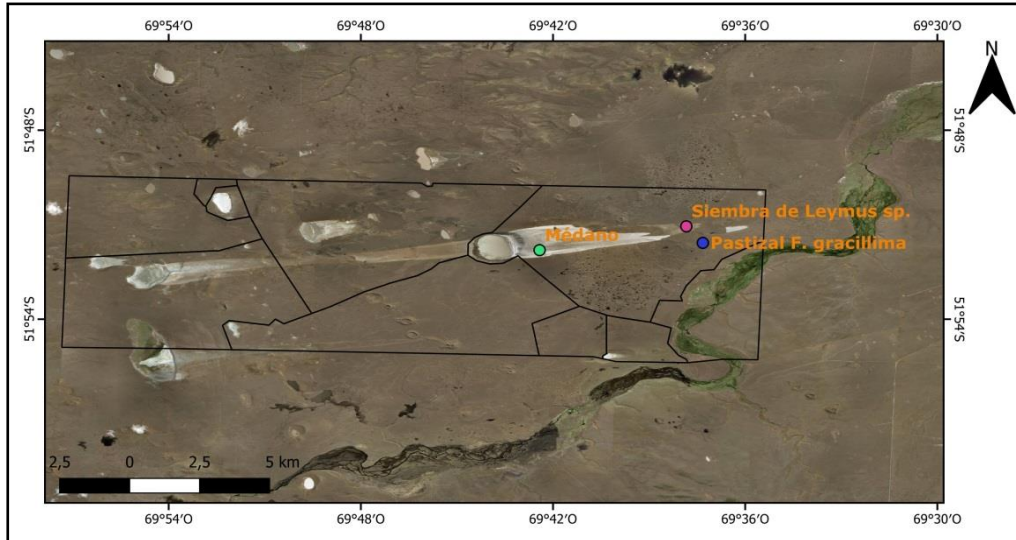


Figura 14. Imagen satelital de la Ea. Markatch Aike. Puntos de colores indican la ubicación de los sitios donde se realizaron las simulaciones. Líneas continuas color negro indican perímetro y divisiones internas de la estancia.

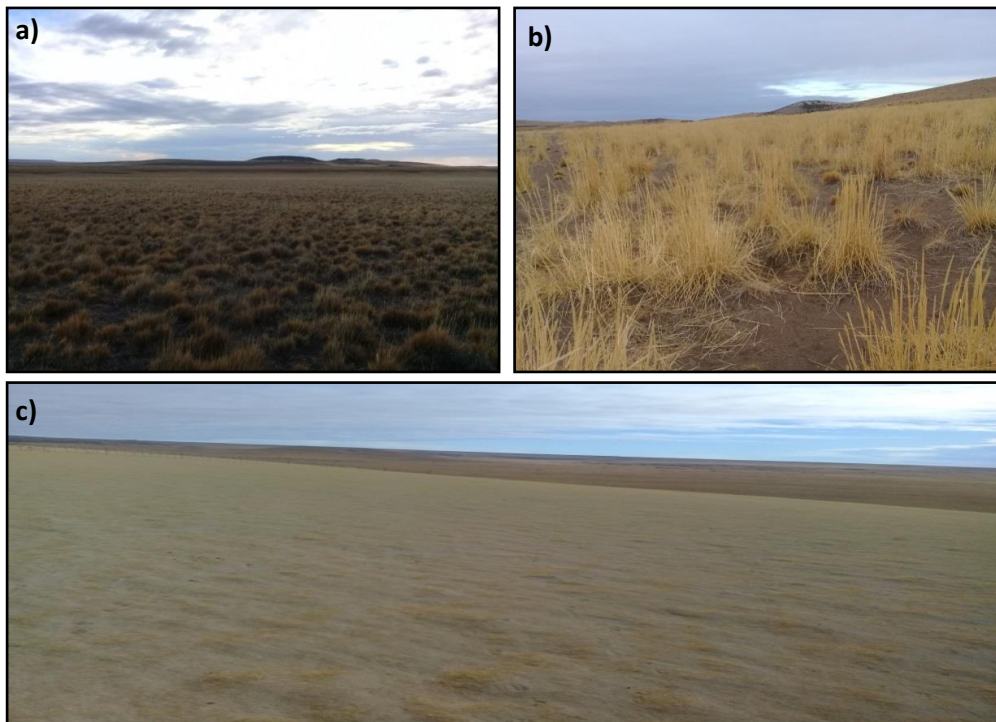


Figura 15. Imágenes de cada sitio donde se realizaron las simulaciones. En a) pastizal de *Festuca gracillima*, b) área medanosa sembrada con *Leymus sp.* y c) médano sin intervención.

En cada sitio de estudio se delimitaron 3 parcelas de 0,5 x 4 m distribuidas de manera aleatoria. Sobre cada parcela se instaló el túnel de viento. En las parcelas que correspondieron al pastizal natural se realizaron 2 simulaciones de viento en cada una, la primera fue sobre el pastizal intacto y la segunda se realizó luego de la remoción completa de la vegetación. En los otros 2 sitios, en cada parcela se realizó una simulación con túnel de viento. Todas las simulaciones tuvieron 10 minutos de duración (Figura 16).

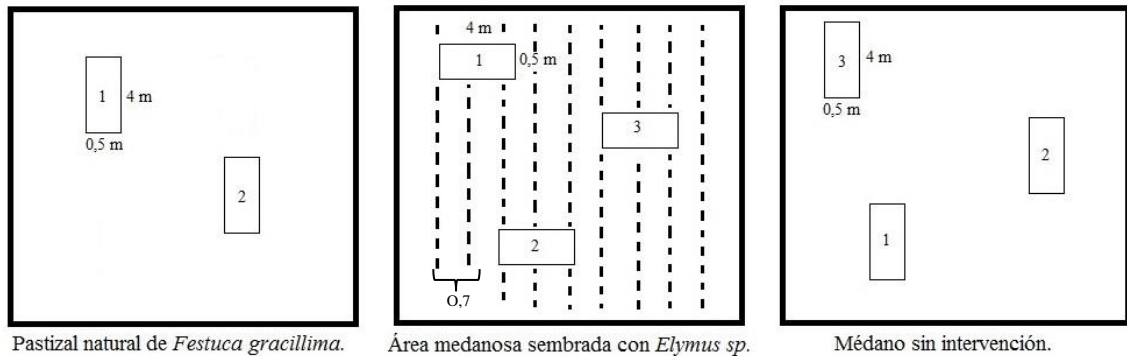


Figura 16. Esquema del diseño experimental en la Ea. Markatch Aike. Las parcelas de 0,5 x 4 m se encuentran representadas por rectángulos. Las líneas punteadas representan las hileras de *Leymus sp.* a una distancia de 0,7 m.

La velocidad de viento se registró a intervalos de 1 segundo. Se descartaron los primeros 250 registros ya que podrían reflejar un período en el cual el motor no alcanzó su régimen normal. Dado que algunos registros de viento presentaron valores negativos, (especialmente en cercanías de la superficie del suelo) e interpretando que éstos serían producto de flujos turbulentos, se utilizaron valores absolutos para los cálculos de velocidad. El túnel se utilizó a un régimen constante a 3500 rpm medido con un tacómetro digital, en que el motor alcanza su máxima potencia.

El material recolectado fue colocado en envases para luego, en el laboratorio, ser pesado con balanza de precisión de 0,1 mg (Figura 17). Para cuantificar la pérdida de suelo se procedió según la metodología aplicada por distintos autores (Mendez *et al.*, 2006; Aimar *et al.*, 2011; Vicens, 2013; Bouza, 2014; Colazo *et al.*, 2016; AVECILLA *et al.*, 2019).

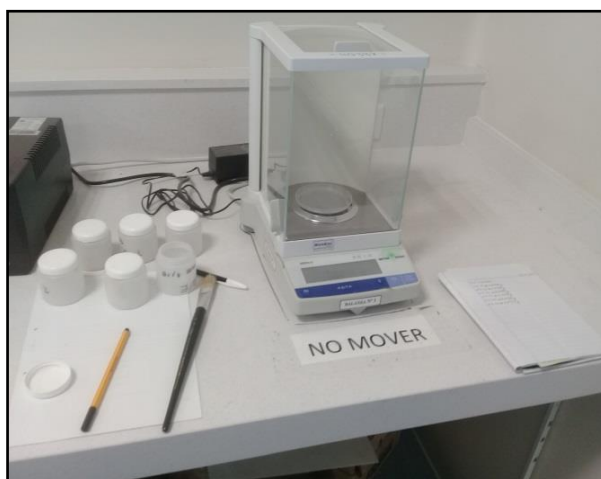


Figura 17. Material recolectado y pesada con balanza de precisión.

2.4. Análisis de datos

El perfil de viento generado para el tipo de vegetación de cada sitio se analizó como variable dependiente, la velocidad (km h^{-1}) y como variables de clasificación se analizaron:

- sitio, compuesto por cuatro tratamientos: pastizal natural sin remoción de la vegetación (PN), pastizal natural con remoción de la vegetación (PNR), siembra de *Leymus sp.* (AMS) y médano (M)

- Altura del anemómetro (cinco tratamientos: 10, 20, 30, 50 y 80 cm).

Para el análisis de sedimentos en los colectores del túnel la variable dependiente fue cantidad de sedimentos (kg ha^{-1}) y la variable de clasificación fue sitio (PN, PNR, AMS y M).

Para los análisis, tanto del perfil de viento, como el de sedimentos, se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) con contraste de LSD Fisher. Los datos se analizaron mediante técnicas asociadas a la estadística descriptiva y las relaciones entre variables mediante regresiones simples, utilizando el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La velocidad media simulada con el túnel de viento fue de $16,5 \text{ km h}^{-1}$. Los resultados obtenidos indican que las velocidades promedio por altura oscilaron entre $10,6 \text{ km h}^{-1}$ a 10 cm y $23,1 \text{ km h}^{-1}$ a 80 cm desde el suelo. La Figura 18 muestra que el perfil de viento obtenido se ajustó a una función exponencial con un elevado coeficiente de regresión ($R^2=0,96$).

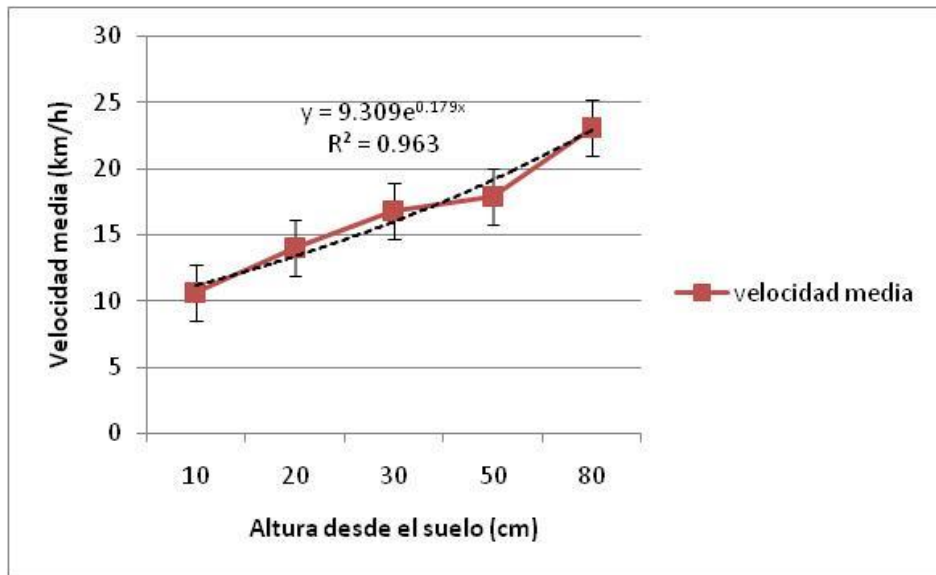


Figura 18. Perfil de la velocidad media del viento según la altura, obtenido con el túnel. Las barras verticales indican el error estándar.

La velocidad media del viento ($16,5 \text{ km h}^{-1}$), es inferior a los $23,7 \text{ km h}^{-1}$ que constituye una velocidad erosiva para la Patagonia según Busschiazzo *et al.*, (2009). Aún así, es necesario destacar que dicha velocidad, dista mucho del promedio anual de 25 km h^{-1} para esta región (Barría *et al.*, 2004). En la región, se han registrado tormentas donde la velocidad del viento alcanzó los 85 km h^{-1} (Schenkel, 2020).

En la Figura 19, se muestra la velocidad del viento en función de la altura de los anemómetros para cada sitio donde se realizaron las simulaciones.

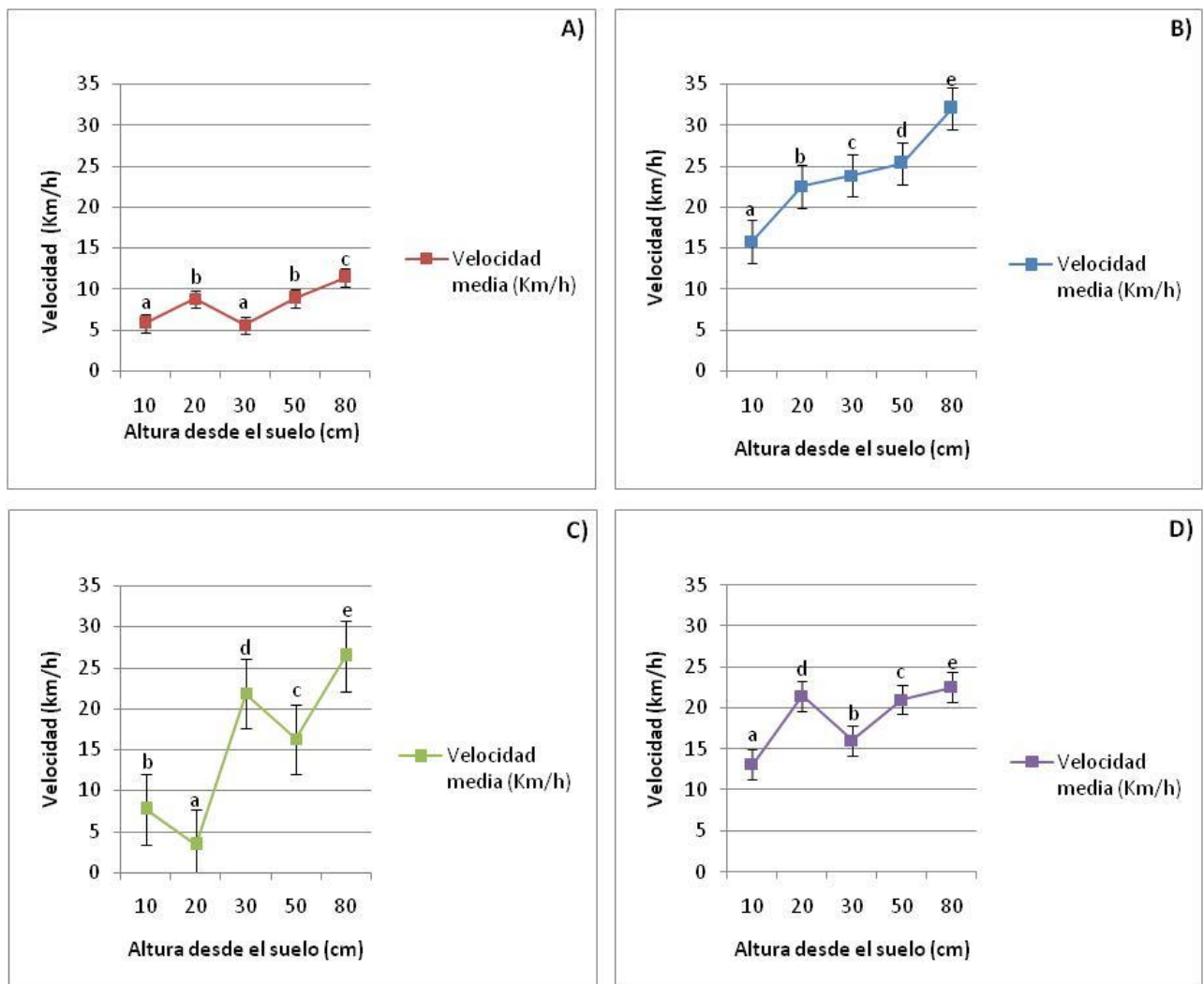


Figura 19. Perfiles de viento para los diferentes sitios: a) Pastizal de *F. gracillima* sin remoción de la vegetación; b) Pastizal de *F. gracillima* con remoción de la vegetación; c) Área medanosa sembrada con *L. arenarius*; d) Área medanosa sin intervención. Las barras negras verticales indican el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En cada tratamiento, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la velocidad promedio del viento respecto a la altura (Figura 19). En PN no se observan diferencias en la velocidad ($p < 0,05$) entre los 10 y 30 cm, ni entre los 20 y 50 cm de altura desde el suelo (Figura 19a). Si se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) a los 80 cm de altura de los anemómetros, donde la velocidad media alcanzó los $11,4 \text{ km h}^{-1}$.

Se registraron mayores velocidades en los sitios donde la cobertura vegetal había sido removida (PNR) o donde ésta no estaba presente (M). La velocidad media del viento fue de $23,9 \text{ km h}^{-1}$ para el PNR (Figura 19b) y de $18,8 \text{ km h}^{-1}$ para el M (Figura 19d).

Comparando los tratamientos PN y PNR (Figura 19a y 19b), se observó como la remoción de la vegetación generó un incremento de la velocidad media del viento, pasando de $5,83$

km h⁻¹ a 15,8 km h⁻¹ a los 10 cm de altura. Este comportamiento se repite en todas las alturas de los anemómetros, por lo que, el PN tendría influencia sobre todo el perfil de viento. En cambio, en el tratamiento AMS, la vegetación tendría influencia en el perfil de viento sólo hasta los 20 cm de altura, donde la velocidad media del viento es de 3,39 km h⁻¹ y a partir de esa altura, se generan velocidades mucho mayores, llegando hasta los 26,4 km h⁻¹ registrados a los 80 cm (Figura 19c).

Al comparar la velocidad del viento en función de la cobertura vegetal para cada altura de los anemómetros (Figura 20), se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos para todas las alturas. En todos los casos, la velocidad del viento aumentó con la altura, siendo el PN el que presentó las menores velocidades (5,83; 8,77; 5,57; 8,86 y 11,4 km h⁻¹ a los 10, 20, 30, 50 y 80 cm, respectivamente). El área medanosa sembrada con *L. arenarius*, influyó en el perfil de viento dentro de los primeros 20 cm de altura, siendo incluso menor que la del PN. En todos los casos, PNR presentó las mayores velocidades del viento para todas las alturas (15,8; 22,5; 23,8; 25,3 y 32,0 km h⁻¹ a los 10, 20, 30, 50 y 80 cm, respectivamente).

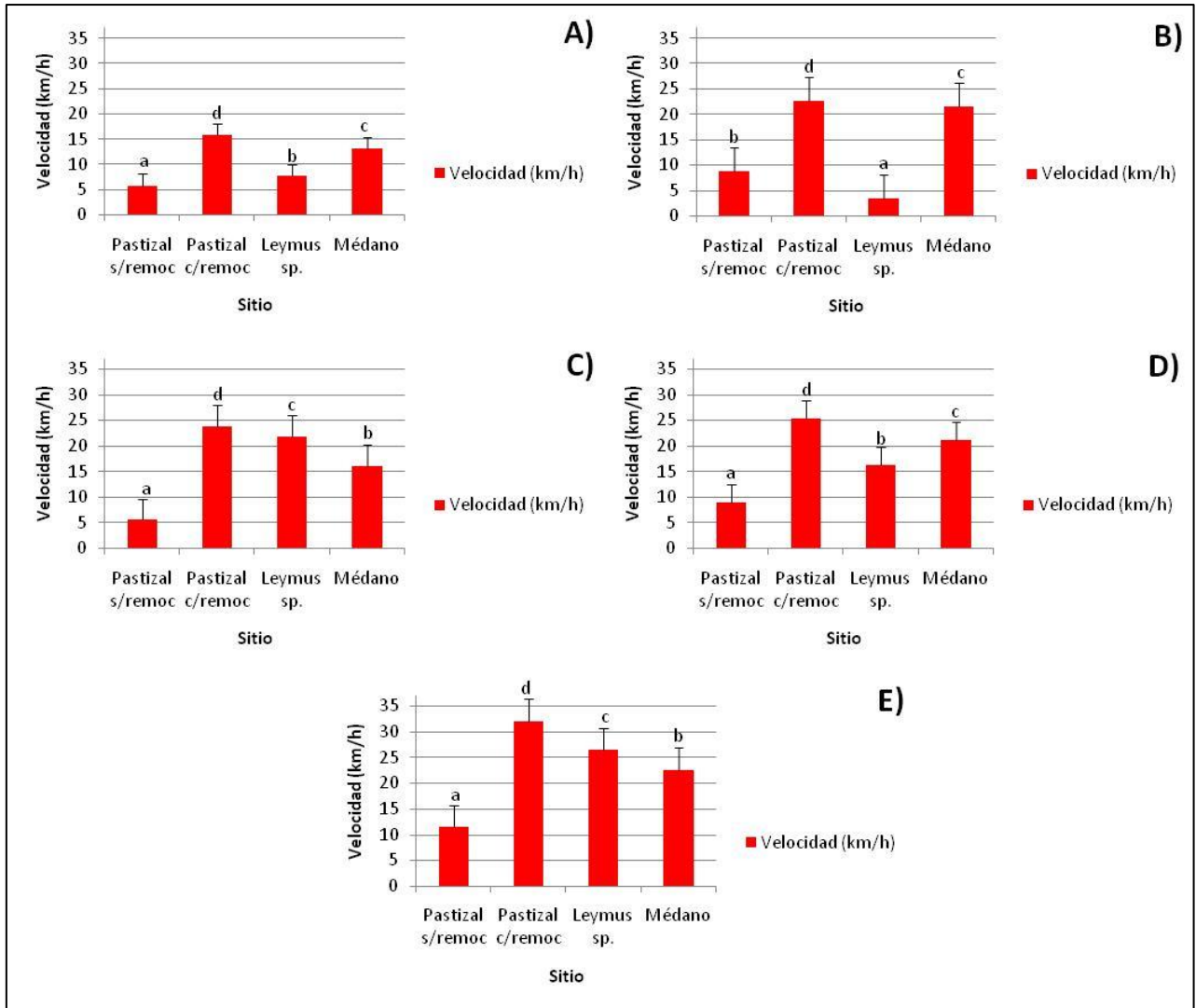


Figura 20. Velocidad del viento en función de la cobertura vegetal para las diferentes alturas del anemómetro. a) 10 cm, b) 20 cm, c) 30 cm, d) 50 cm y e) 80 cm de altura. Las barras negras verticales indican el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En base a los resultados obtenidos (Figura 19 y 20), se podría decir que el perfil de viento estaría modelado por la cobertura y la estructura de la vegetación, dado que al comparar el pastizal de *F. gracillima* antes y después de la remoción de la vegetación, hubo un incremento de 10 km h^{-1} en la velocidad del viento (Figura 19a y 19b). Este comportamiento fue similar cuando se observó el sitio intervenido con *L. arenarius*, solo que en este caso la vegetación tendría influencia en el perfil de viento hasta los 20 cm (Figura 19c). A partir de dicha altura, la velocidad se incrementa considerablemente. En los sitios sin cobertura vegetal (PNR y M), se registraron velocidades superiores a partir de los primeros centímetros (Figura 19b, 19d y 20). Comportamientos similares en perfiles de viento, principalmente en lo que se refiere a desplazamientos en altura de los mismos,

fueron descritos por Buschiazzo *et al.*, (2009) en pastizales naturales de Patagonia y por Hoffmann *et al.*, (2008) sobre pastizales semiáridos de Mongolia.

Respecto al efecto que ejerce la estructura y la cobertura vegetal sobre el perfil de viento, Grant & Nickling (1998) exponen que, la erosión eólica depende de la energía cinética del viento, que a su vez es regulada por el tamaño (altura y diámetro), la porosidad, la flexibilidad y la disposición en la superficie de las plantas, que son los principales obstáculos o “elementos rugosos”. Es decir que, la rugosidad de una superficie aumenta a medida que la distancia entre obstáculos disminuye y la altura de estos aumenta. La excepción a esta regla serían los obstáculos flexibles capaces de doblarse por acción del viento, modificando la altura y densidad de la cubierta aérea con la que la vegetación resguarda al suelo (Santana, 2011). Además, la rugosidad varía con la modificación de la superficie, la cual cambia en el tiempo y el espacio en un amplio rango de escalas. A microescala, la variación de la cobertura es resultado de un mosaico de parches de distintas especies de vegetación (Bohrer *et al.*, 2009). Todo lo expuesto, podría explicar por qué *L. arenarius*, a pesar de ser una especie vegetal que puede alcanzar hasta un metro de altura, solo influiría en el perfil de viento hasta los 20 cm. Posiblemente, diversos factores como: la distancia entre plantas, su morfología, el estado fenológico al momento de las simulaciones, la cantidad de sedimentos retenidos (capturados de zonas aledañas cuya acumulación dentro de las plantas, modificaría la altura de las mismas), hicieron que la vegetación se “alisara” y a la vez, se comportara como una superficie porosa que permitiría que el viento penetre la cobertura vegetal y sople entre las plantas (Queck & Bernhofner, 2010).

Serían necesario que, en futuros estudios, se consideren diferentes momentos del año y parámetros como porcentaje de cobertura, estructura de las plantas, estado fenológico, etc. para lograr una mejor descripción del efecto que posee *L. arenarius* en la modificación del perfil de viento.

El transporte de masa, es decir la cantidad de material erosionado de 0 a 1 m de altura por 1 m de ancho, para los diferentes tratamientos, se puede observar en la Tabla 1. Entre los tratamientos PN, PNR y M, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$). En el tratamiento AMS, la cantidad de material colectado ($719,96 \text{ kg ha}^{-1}$) fue mayor al resto de los tratamientos. Por otra parte, se observó que existe una tendencia a una menor pérdida de sedimentos en el pastizal natural.

Tabla 1. Peso medio de los sedimentos (kg ha^{-1}) colectados para los diferentes tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tratamiento	Sedimento (Kg ha^{-1})	
Pastizal Natural sin remoción	139,8	a
Pastizal Natural con remoción	133,35	a
Médano	386,73	a
<i>L. arenarius</i>	719,96	b

El análisis de los sedimentos capturados con los colectores BSNE, arrojó que, en promedio, la pérdida de suelo fue de 340 kg ha^{-1} . Esta estimación resultó similar a las obtenidas por Aimar (2016) para sistemas patagónicos: 860 kg ha^{-1} en Pilcaniyeu (Rio Negro), 40 kg ha^{-1} en Potrok Aike (Sur de Santa Cruz) y 300 kg ha^{-1} en Rio Mayo (Chubut). Existió una tendencia a una menor pérdida de sedimentos en el pastizal natural, confirmando la importancia que tiene mantener la cobertura vegetal. A su vez, queda demostrado que la erosión eólica en ambientes en los cuales predominan pastos naturales que mantienen la cobertura de forma permanente, este efecto es de menor magnitud y coincide con resultados obtenidos por Busschiazzo *et al.*, (2009) de experiencias realizadas en Pilcaniyeu (Rio Negro).

En el caso de *L. arenarius*., contrario a lo que se esperaba, los sedimentos recolectados fueron mayores que en el médano (Tabla 1). Probablemente debido a que, durante las simulaciones, se colectaron sedimentos capturados por la vegetación, que provenían de zonas aledañas a las del tratamiento, y que se encontraban retenidos por la vegetación previo a la colocación del túnel de viento. En este caso, la vegetación actuaría como un elemento rugoso, que favorecería la deposición de material, que luego estaría disponible para ser removido. Teniendo en cuenta la estructura y la baja densidad de las plantas de *L. arenarius* ($1,5 \text{ plantas m}^{-2}$), la superficie disponible a erosionar dentro del túnel de viento fue elevada. Son necesarios futuros estudios a una escala superior, probablemente utilizando “parcelas de erosión”, para evaluar el efecto de *L.arenarius* en la captura de sedimentos originados en áreas aledañas.

4. CONSIDERACIONES FINALES

La profesión de Ingeniero Agrónomo se caracteriza por su alto nivel de complejidad, dado que su campo laboral involucra actividades en diversos ámbitos, como son: el académico, el productivo agronómico, el comercial, el de recursos naturales y ambiente, entre otros. Estas actividades se encuentran definidas por aspectos sociales, económicos, tecnológicos, culturales, políticos y ambientales, que determinan o regulan el desempeño del agrónomo. Es por ello, que el Ingeniero Agrónomo recién recibido debe generar competencias, tomando todos los conocimientos adquiridos y poniéndolos en práctica de forma creativa bajo diferentes circunstancias.

La competencia profesional puede ser definida como la capacidad de utilizar el conocimiento para la identificación, comprensión, y solución de problemas reales en su contexto (Parra, 2003). Estas capacidades se obtienen por la adquisición y desarrollo de conocimientos, habilidades y capacidades que son expresados en el ser, hacer, saber y su conjunción (Parra, 2003).

El futuro graduado, posee los conocimientos para poder desarrollarse en diferentes tipos de producción. Sin embargo, muchas veces no tiene la experiencia práctica necesaria. En ese contexto, las prácticas profesionales supervisadas son una herramienta pedagógica esencial para que, durante la etapa académica, el estudiante pueda desarrollar sus habilidades en situaciones reales. Sumado a esto, el alumno puede aprender más sobre el área en la que el mismo desea desarrollarse.

De acuerdo a lo mencionado, la práctica que realicé en la EEA INTA Santa Cruz fue una experiencia muy productiva, principalmente porque pude participar junto a profesionales, en temas que me resultan de particular interés como: la erosión eólica y la conservación de suelos, dos aspectos de fundamental importancia en una zona geográfica tan susceptible como lo es la Patagonia. Debo remarcar en este punto, que la formación obtenida en el transcurso de la carrera, y principalmente en el área suelos, me permitió adaptarme rápidamente y ejecutar las tareas asignadas de manera exitosa. A pesar de no tener una formación específica para realizar algunas tareas, sentí que contaba con las herramientas suficientes para encontrar la solución de determinados problemas. Debo agregar que esta experiencia me permitió reforzar conocimientos adquiridos durante la carrera y aportó nuevos. Aprendí a utilizar instrumentos de medición, uso de software estadístico y matemático. El acompañamiento de los profesionales y el trabajo en equipo, me permitieron consolidar los conocimientos adquiridos en la Universidad.

Trabajar en el INTA me permitió tener un punto de vista diferente de la producción agropecuaria en la Provincia de Santa Cruz. Del mismo modo, pude entender las principales problemáticas que existen en la Provincia, y las medidas que toma la institución al respecto.

Para finalizar y aportar una conclusión sobre la experiencia realizada con el túnel de viento, se demostró que la especie vegetal *L. arenarius* presentó un buen comportamiento para la fijación de áreas medanosas, sin embargo, siempre es conveniente un manejo conservacionista de los pastizales naturales. Los resultados mostraron que el pastizal de *F. gracillima* redujo de forma considerable la velocidad del perfil de viento, disminuyendo la captura de sedimentos en los colectores. Todo lo mencionado anteriormente resalta la importancia de mantener la cobertura vegetal, sobre todo en los ecosistemas patagónicos, que son severamente susceptibles a la erosión eólica.

Desarrollar futuras experiencias a mayor escala permitiría obtener resultados más descriptivos del funcionamiento de las prácticas conservacionistas aplicadas en la Patagonia Austral.

5. BIBLIOGRAFIA

- Aimar, S., & Méndez, M. J. (2018). Emisión de partículas finas y calidad del material erosionado por el viento en suelos de Argentina. *Semiárida*, 25(2), 52.
- Aimar, S.B. (2016). Calidad del material erosionado por el viento en suelos de Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Aimar, S. B., Méndez, M. J., & Buschiazzo, D. E. (2011). Predicción de la erosión eólica potencial con el modelo EWEQ en dos suelos loesicos: efectos de las condiciones climáticas. *Ciencia del suelo*, 29(2), 253-264.
- Avecilla, F., Panebianco, J. E., & Buschiazzo, D. E. (2019). Erosión eólica y emisión de pm10 en dos suelos agrícolas de la provincia de La Pampa, Argentina. *Ciencia del suelo*, 37(2), 209-224.
- Barría, J., Osses, J., & Ortega, B. (2004). Fijación de médanos. En L. Gozales, P. Rial (ed). *Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz* (pp 35-36). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Bohrer, G., Katul, G.G., Walko, R. L., & Avissar, R. (2009). Exploring the effects of microscale structural heterogeneity of forest canopies using large-eddy simulations. *Boundary-layer meteorology*, 132(3), 351-382.
- Bouza, M. E. (2014). Estudio del proceso de erosión eólica en el sudoeste bonaerense: validación de un modelo predictivo. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur, Argentina .156 pp.
- Bouza, M. E.; Silenzi; J.C., Echeverría, N. E., & De Lucia, M. P. (2012). Analysis of erosive events for a soil in the southwest of Buenos Aires Province, Argentina. *Aeolian Research*, 3(4): 427-435. ISSN: 1875-9637.
- Buschiazzo, D. E., Panebianco, J. E., Guevara, G., Rojas, J., Zurita, J. J., Bran, D., ... & Hurtado, P. (2009). Incidencia potencial de la erosión eólica sobre la degradación del suelo y la calidad del aire en distintas regiones de la Argentina. *Ciencia del suelo*, 27(2), 255-260.
- Buschiazzo, D. E. & Aimar, S. B (2003). Erosión eólica: procesos y predicción. *Viento, Suelo y Plantas. Golberg y Kin (eds). INTA*, 21, 34.
- Buschiazzo, D. E., Zobeck, T. M. & Aimar, S. B. (1999). Wind erosion in loess soils of the semiarid Argentinian Pampas. *SoilScience*, 164(2), 133-138.

- Buschiazzo, D. E. & Taylor, V. (1993). Efectos de la erosión eólica sobre algunas propiedades de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. *Ciencia del Suelo*, 10(11), 46-53.
- Casas R.R. (2015). La erosión del suelo en la Argentina. En: El deterioro del suelo y del ambiente en la Argentina. Comp. Roberto R. Casas y Gabriela Albarracín. Tomos I y II. Centro para la Promoción de la Conservación del Suelo y del Agua -PROSA-, Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura -FECIC-. ISBN 978-950-9149-39-7. Tomo I pp.604; Tomo II pp 452. Buenos Aires.
- Castro, J. M. (1983). Manual para la recuperación de áreas erosionadas en la Patagonia (No. 631.4509827 333.7316). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Trelew, Puerto Madryn (Argentina).
- Chepil, W.S. (1945). Dynamics of wind erosion: I. Nature of movement of soil by wind. *SoilScience*, 60 (4), 305-332.
- Colazo, J. C., Mendez, M. J., de Oro, L. A., AVECILLA, F., Panebianco, J. E., & Buschiazzo, D. E. (2016). Diseño de un túnel de viento portátil para el estudio de la erosión eólica. *Ciencia del suelo*, 34(2), 341-347.
- Cornelis, W. M. & Gabriels, D. (2004). A simple model for the prediction of the deflation threshold shear velocity of dry loose particles. *Sedimentology*, 51(1), 39-51.
- Cuadra, D. & Oliva G. (1996). Ambientes naturales de la Provincia de Santa Cruz. *Revista Espacios*, 6, 22-27.
- Diez, P., Vázquez, M. & Grima, D. (2013). La degradación ambiental de la cuenca endorreica Coy Aike, Patagonia Austral, Argentina, y su implicancia en establecimientos agropecuarios. *Perspectiva Geográfica*, 18(2), 195-216.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2020). InfoStat versión 2020. *Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*. URL <https://www.infostat.com.ar>
- FAO, UNESCO. (1975). Legend of the soil map of the world. *FAO: Rome, Italy*.
- Ferrante, D., Oliva, G. E. & Fernández, R. J. (2014). Soil water dynamics, root systems, and plant responses in a semiarid grassland of Southern Patagonia. *Journal of Arid Environments*, 104, 52-58.
- Gabriels, D., Cornelis, W., Pollet, I., Van Coillie, T. & Ouessar, M. (1997). The ICE wind tunnel for wind and water studies. *Soil Technology*, 10(1), 1-8.

- Godagnone, R. E., & Salazar Lea Plaza, J. C. (2004). Suelos de Santa Cruz. En L. Gozales, P. Rial (ed). Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz (pp 21-22). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Golluscio, R. A., Deregibus, V. A. & Paruelo, J. M. (1998). Sustainability and range management in the Patagonian Steppes. *Ecología Austral*, 008 (02), 265-284. Recuperado de https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/ecologiaaustral/document/ecologiaaustral_v008_n02_p265 []
- González, L., Rial, P., Oliva, G., Mazzoni, E., & Vazquez, M. (2004). Ubicación geográfica. En L. Gonzales, P. Rial (ed). Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz (pp 11). Buenos Aires. Ediciones INTA.
- Grant, P. F., & Nickling, W. G. (1998). Direct field measurement of wind drag on vegetation for application to windbreak design and modelling. *Land Degradation & Development*, 9(1), 57-66.
- Guo, Z., Huang, N., Dong, Z., Van Pelt, R. S., & Zobeck, T. M. (2014). Wind erosion induced soil degradation in Northern China: Status, measures and perspective. *Sustainability*, 6(12), 8951-8966.
- Hoffmann, C., Funk, R., Li, Y., & Sommer, M. (2008). Effect of grazing on wind driven carbon and nitrogen ratios in the grasslands of Inner Mongolia. *Catena*, 75(2), 182-190.
- <https://guiauniversitaria.mx/practicas-profesionales-que-son-y-por-que-es-importante-hacerlas-mientras-estudias/> [Consulta: 18 de marzo 2022].
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2020). Informes técnicos (Vol. 5, n° 44). Origen Provincial de las Exportaciones. [en línea]. Recuperado de https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/opex_03_21D7B16F826C.pdf [Consulta: 9 de Junio 2021].
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2010). Proyecciones por departamento. [en línea]. Recuperado de <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-24-119> [Consulta: 9 de Junio 2021].
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) (2015). <https://www.argentina.gob.ar/inta/quehacemos> [Consulta: 18 de Junio 2021].

- Lal, R. (1990). Soil and Land Degradation: The global Risks. In: Lal, R. & Stewart, B. A.(eds) *Advances in soil science. Advances in soil science , vol 11. Springer, New York, NY.*
- Lyles, L & Tatarko, J. (1986). Wind erosion effects on soil texture and organic matter. *Journal Soil and Water Conservation*, 41(3), 191-193.
- Lyles, L. (1975). Possible effects of wind erosion on soil productivity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 30(6), 279-283.
- MAG y P (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca). (2022). Plan Ganadero de la Provincia de Santa Cruz. [en línea]. Recuperado de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_ovinos/estadistica/existencias/index.php [Consulta 5 de Agosto 2022].
- Mendez, M. J., de Dios Herrero, J., & Buschiazzo, D. E. (2006). Desarrollo de un túnel de viento portátil para la medición de erosión eólica: XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy.
- Nápoli, M. G. (2020). Experiencia profesional en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Chubut como instrumento formativo del Ingeniero Agrónomo [Trabajo de intensificación, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional del Sur. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5178>
- Oliva, G., García Martínez, G. C., Ferrante, D., Massera Paletto, V., Rimoldi, P. O., Díaz, B. G., Paredes, P., & Gaitán, J. J.(2017). Estado de los Recursos Naturales de la Patagonia Sur INTA CRPATSU, Trelew.
- Oliva, G., Torres, V., & Paredes, P. (2015). Provincia de Santa Cruz. En: R. Cassay y G. Albarracín, eds. *El deterioro del ambiente en Argentina FECIC, Buenos Aires.* Páginas 255-273.
- Oliva, G., Cibils, A., Borelli, P. & Humano. G. (1998). Stable states in relation to grazing in Patagonia: A 10-year experimental trial. *Journal of Arid Environments*, 40(1), 113-131.
- Paredes, P. (2016). Análisis de médanos en los bajos sin salida Ea Markatch aike. INTA EEA Santa Cruz, Rio Gallegos.
- Parra, J. E. (2003). Competencias profesionales del ingeniero agrónomo. *Agronomía colombiana*, 21(1-2), 7-16.

- Paruelo, J. M., Jobbagy, E. G., & Sala, O. E. (1998). Biozonas de la región patagónica. C. DHV/SWEDFOREST, editor. ECOSISTEMAS DESÉRTICOS PATAGÓNICOS. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. República Argentina, Buenos Aires, 7.
- Paunero, I. E., Francescangeli, N., Angel, A. N., Albarracin, F. S., Marti, H. R., Fortunato, R. H., ... & Piola, M. (2017). *Aporte de herramientas metodológicas para el trabajo en los territorios*. Ediciones INTA.
- Prego, A. J. (1962). *La erosión eólica en la República Argentina*. Secretaría de Estado de Agropecuaria y Ganadería de la Nación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Suelos y Agrotecnia.
- Queck, R., & Bernhofer, C. (2010). Constructing wind profiles in forests from limited measurements of wind and vegetation structure. *Agricultural and forest meteorology*, 150(5), 724-735.
- Sala, O. E., Lauenroth, W. K., & Parton, W. J. (1992). Long-term soil water dynamics in the shortgrass steppe. *Ecology*, 73(4), 1175-1181.
- Santana, M. (2011). *Parámetros de rugosidad representativos de terrenos naturales*. Tesis para título de Master en Geofísica y Meteorología, Departamento de Física Aplicada en la Universidad de Granada, Granada, España.
- Schenkel, C. A. (2020). *La erosión eólica del suelo y su influencia en la dinámica de la vegetación de la Estepa Magallánica Seca* [tesis doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires].INTA Digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/8748>
- Silenzi J.C., Echeverría N. E., Bouza M. E., & De Lucia M. P. (2011). Degradación de suelos del SO Bonaerense y su recuperación. En: *Jornada sobre “Evolución y Futuro del Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense”* (24 de noviembre de 2011, Bahía Blanca, Argentina).
- Soto, J., & Vazquez, M. (2000). Las condiciones climáticas de la Provincia de Santa Cruz. El gran libro de la provincia de Santa Cruz, 98-115.
- SSPMicro (Subsecretaría de Programación Microeconómica). (2018). Informes Productivos Provinciales. Santa Cruz. [en línea]. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_productivo_santa-cruz.pdf [consulta: 10 de Junio 2021]

- Sterk, G., Parigiani, J., Cittadini, E., Peters, P., Scholberg, J., & Peri, P. (2012). Aeolian sediment mass fluxes on a Sandy soil in Central Patagonia. *Catena*, 95, 112-123.
- Vazquez, M. & Mazzoni, E. (2004). Problemas de desertificación en Santa Cruz. *Revista Párrafos Geográficos*, 3, 129-145.
- Vicens, L. S. (2013). Calibración a campo de colectores BSNE y MWAC para la medición de erosión eólica. Tesina para obtener el grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNLPam. (pp. 32). Recuperado de : <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2027>
- Zárate Y., Mendicino L. & Huinca Y. (2014). La Región Patagónica. Pp 42 – 56 en *Regiones Productivas de la Argentina*. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, UNLP.
- Zender, C. S., Miller, R. L., & Tegen, I. (2004). Quantifying mineral dust mass budgets: Terminology, Constraints, and current estimates. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 85(48), 509 – 512.