



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

Facultad de Ciencias Agrarias

Tecnicatura Universitaria en Producción Agrícola

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

**“Evaluación del uso de abonos verdes para el aumento de la materia orgánica en
suelos erosionados de Collón Curá, Neuquén”**

Autor: Giuliana Morbido

N° de matrícula/ID: 000-19-4702

Tutor:

Ing. Agr. Hugo Miniño

Año: 2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres y a toda mi familia, quienes estuvieron presentes acompañándome en cada etapa de este camino. Gracias por el apoyo, la paciencia y el cariño incondicional que me impulsaron a seguir adelante y alcanzar esta meta tan importante.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a los profesores de la carrera por los conocimientos brindados y el acompañamiento durante mi formación académica. Asimismo, agradezco especialmente al director de la carrera y a la universidad por brindar las herramientas y el espacio necesario para mi desarrollo profesional y personal.

También agradezco profundamente a mi familia, quienes me apoyaron constantemente a lo largo de este proceso, acompañándome en cada desafío y motivándome en todo el camino.

Resumen

El presente trabajo se realizó con el propósito de analizar la problemática de degradación del suelo en un establecimiento agropecuario ubicado en la zona de Collón Curá, provincia de Neuquén, dentro de la región de la estepa patagónica argentina. La investigación surgió a partir de la identificación de diversas limitantes productivas vinculadas a la erosión hídrica y eólica, la baja cobertura vegetal, la escasa retención de agua y la disminución progresiva de la materia orgánica del suelo, factores que afectan la sustentabilidad del sistema productivo. El objetivo principal del trabajo fue evaluar la utilización de abonos verdes como estrategia para incrementar el contenido de materia orgánica y mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Asimismo, se buscó analizar las condiciones ambientales y productivas del establecimiento, identificando las principales limitantes del sistema y las posibles estrategias de recuperación del recurso edáfico. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron distintas herramientas metodológicas, entre ellas análisis bibliográfico, estudio de antecedentes técnicos y aplicación de un análisis FODA del establecimiento. Se consultaron publicaciones y documentos elaborados por organismos especializados, como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), vinculados a degradación de suelos, erosión, materia orgánica y utilización de cultivos de cobertura en ambientes áridos y semiáridos. Los resultados obtenidos permitieron identificar que el establecimiento presenta importantes limitantes productivas relacionadas con la degradación del suelo y las condiciones climáticas restrictivas de la región. Sin embargo, también se observó que existen recursos y condiciones que podrían favorecer la implementación de estrategias orientadas a la recuperación del sistema, especialmente mediante el uso de mezclas de gramíneas y leguminosas como abonos verdes. Estas especies permitirían aumentar la

cobertura vegetal, disminuir los procesos erosivos, mejorar la retención de humedad y favorecer el incremento progresivo de materia orgánica en el suelo. Finalmente, se concluyó que la incorporación de prácticas conservacionistas representa una alternativa viable para mejorar la calidad edáfica y contribuir a la sustentabilidad del establecimiento en el mediano y largo plazo. Asimismo, se destacó la importancia de continuar profundizando el estudio de las características del suelo mediante análisis específicos que permitan ajustar futuras estrategias de manejo y conservación.

Palabras clave: Abonos verdes - Cobertura vegetal - Erosión - Materia orgánica - Sustentabilidad del suelo

Indice

<i>Dedicatoria</i>	<i>1</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>2</i>
<i>Resumen</i>	<i>3</i>
<i>Capítulo 1</i>	<i>7</i>
1.1 Introducción	7
1.2 Objeto de estudio	8
1.3 Estado del arte	8
1.4 Justificación	10
1.5 Delimitación	11
1.5.1 Delimitación espacial	11
1.5.2 Delimitación temporal	11
1.6 Problematicación	11
1.6.1 Preguntas de investigación	12
1.7 Objetivos	12
1.7.1 Objetivo general	12
1.7.2 Objetivos específicos	12
<i>Capítulo 2</i>	<i>13</i>
2.1 Características zonales	13
2.2 Historia evolutiva del establecimiento	15
2.3 Descripción del sistema productivo y su manejo	16
2.4 Clima y suelo	17
2.5 Vegetación, limitantes productivos y degradación	20
2.6 Relación con la problemática planteada	23
<i>Capítulo 3</i>	<i>24</i>
3.1 Introducción metodológica	24
3.2 Herramientas metodológicas utilizadas	25
3.3 Definición de conceptos clave	27
<i>Capítulo 4</i>	<i>29</i>
4.1 Introducción	29

4.2 Análisis FODA del establecimiento	30
4.2.1 Matriz de estrategias derivadas del analisis FODA.....	32
4.3 Casos de estudio y antecedentes técnicos	33
4.3.1 Respuesta a las preguntas de investigacion	35
4.4 Propuesta de implementación de abonos verdes	36
4.4.1 Impacto esperado de la propuesta.....	41
<i>Capítulo 5</i>	<i>41</i>
5.1 Posibilidad de alcanzar el objetivo general	41
5.2 Consecuencias e impactos potenciales	43
5.3 Consideraciones finales	44
<i>Referencias</i>	<i>45</i>

Capítulo 1

1.1 Introducción

La producción agropecuaria en regiones áridas y semiáridas, como la Patagonia argentina, se encuentra fuertemente condicionada por factores climáticos y edáficos que limitan el desarrollo de los sistemas productivos. Procesos como la erosión, la pérdida de materia orgánica y la disminución de la fertilidad afectan la capacidad productiva de los sistemas, comprometiendo su sustentabilidad a largo plazo (FAO, 2015). Entre las principales restricciones se destacan las bajas precipitaciones, la alta variabilidad interanual de las lluvias, los fuertes vientos y las temperaturas extremas, que en conjunto generan ambientes de alta fragilidad productiva (FAO, 2017). En este contexto, los suelos adquieren un rol central en la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios, ya que su calidad determina la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, así como la capacidad de sostener la producción en el tiempo. Sin embargo, en este tipo de ambientes, los suelos suelen presentar bajo contenido de materia orgánica, escasa estabilidad estructural y alta susceptibilidad a procesos de degradación, particularmente erosión eólica e hídrica (FAO, 2017). La materia orgánica del suelo constituye un componente clave en el funcionamiento de los ecosistemas productivos, ya que influye directamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Entre sus principales funciones se destacan la mejora de la estructura del suelo, el aumento de la capacidad de retención de agua, la regulación de la disponibilidad de nutrientes y el estímulo de la actividad microbiana (INTA, 2020). En este marco, la degradación del suelo asociada a la pérdida de materia orgánica representa una de las principales problemáticas que afectan la productividad de los sistemas agropecuarios en regiones áridas. La disminución de la cobertura vegetal, sumada a prácticas de

manejo poco adaptadas a las condiciones del ambiente, favorece los procesos de erosión y reduce la capacidad productiva del sistema. Frente a esta situación, resulta necesario implementar estrategias de manejo que permitan mejorar la calidad del suelo y recuperar su funcionalidad. En este sentido, la incorporación de abonos verdes se presenta como una alternativa viable para incrementar el contenido de materia orgánica, aportando biomasa al suelo y contribuyendo a su regeneración (INTA, 2020). Por lo tanto, el presente trabajo se orienta a analizar la problemática de degradación del suelo en un establecimiento de la Patagonia, “Bota cura”, con el objetivo de proponer una estrategia basada en la incorporación de abonos verdes para mejorar la calidad edáfica.

1.2 Objeto de estudio

El objeto de estudio corresponde al establecimiento agropecuario denominado “Bota Cura”, ubicado en la zona de Collón Curá, provincia de Neuquén, Argentina, con una superficie de 1.120 hectáreas. Se localiza en las coordenadas 40°06'26.6"S 70°51'12.7"W. Se trata de un sistema productivo característico de la estepa patagónica, donde predominan condiciones climáticas restrictivas, suelos de baja aptitud productiva y una vegetación natural adaptada a ambientes de baja disponibilidad hídrica. El establecimiento desarrolla actividades ganaderas extensivas, condicionadas por la oferta forrajera natural del campo, la disponibilidad de agua y las limitantes propias del ambiente.

1.3 Estado del arte

El establecimiento presenta diversas limitantes productivas asociadas a factores edáficos, climáticos y de manejo. En primer lugar, no se cuenta con análisis de suelo sistemáticos, lo cual

dificulta la evaluación precisa del estado nutricional, el contenido de materia orgánica y la presencia de posibles limitantes físicas o químicas del suelo. Esta ausencia de información constituye una restricción importante para la toma de decisiones de manejo. Los suelos son de origen volcánico, con aportes de sedimentos fluviales y lacustres, y presentan una elevada susceptibilidad a procesos de erosión. La erosión eólica, impulsada por los fuertes vientos característicos de la región, provoca la remoción de las partículas finas del suelo, reduciendo su fertilidad. Por otro lado, la erosión hídrica se manifiesta a través de la formación de surcos y cárcavas, especialmente en sectores con baja cobertura vegetal. Asimismo, estos suelos presentan baja capacidad de retención de agua, con drenaje rápido, particularmente en zonas arenosas, lo que limita la disponibilidad hídrica para el desarrollo de la vegetación. Esta condición resulta crítica en un ambiente donde las precipitaciones son escasas e irregulares. La vegetación natural corresponde a la estepa patagónica, dominada por coirones y arbustos bajos, con escasa densidad y baja productividad. Este tipo de vegetación, si bien está adaptada a condiciones adversas, no permite sostener altos niveles de producción forrajera. Además, se observa la presencia de especies como la rosa mosqueta, que en muchos casos compiten con especies forrajeras de mayor valor. Dentro del establecimiento se identifican mallines, que constituyen áreas de mayor productividad relativa debido a una mayor disponibilidad de agua. Sin embargo, estos ambientes han evidenciado una disminución en su capacidad productiva, asociada a procesos de desecación progresiva, posiblemente vinculados a cambios en el régimen hídrico. La producción forrajera es muy baja y presenta una marcada estacionalidad. Durante el invierno, las condiciones climáticas (bajas temperaturas, heladas intensas y escasa humedad) limitan casi completamente el crecimiento vegetal. Asimismo, hacia fines del verano e inicios del otoño se observa una fuerte disminución en la oferta forrajera debido al déficit hídrico acumulado. En cuanto al manejo, el

establecimiento cuenta con una división en tres cuadros principales de aproximadamente 300 hectáreas cada uno, con subdivisiones internas que totalizan cerca de 12 piquetes. No obstante, el tamaño de estos sigue siendo elevado, lo que dificulta el control del pastoreo y favorece el sobrepastoreo selectivo, contribuyendo al deterioro de la cobertura vegetal. El sistema de provisión de agua depende de fuentes naturales como vertientes, lagunas y el río Collón Curá, lo que genera una distribución heterogénea del recurso hídrico. Esta situación favorece la concentración de animales en determinados sectores, incrementando la presión de pastoreo y acelerando los procesos de degradación del suelo. Finalmente, se observa una tendencia de deterioro productivo del establecimiento en los últimos años, asociada a condiciones climáticas cada vez más restrictivas, con veranos más secos e inviernos con escasa precipitación. Este fenómeno sugiere un proceso de aridización progresiva, que afecta tanto la disponibilidad de agua como la productividad general del sistema.

1.4 Justificación

La elección del presente tema se fundamenta en la necesidad de abordar problemáticas reales vinculadas a la degradación del recurso suelo en ambientes áridos y semiáridos. En este tipo de sistemas, la pérdida de materia orgánica representa una de las principales causas de disminución de la calidad edáfica y de la productividad. La materia orgánica desempeña un papel fundamental en el suelo, ya que mejora su estructura, incrementa la capacidad de retención de agua, favorece la disponibilidad de nutrientes y promueve la actividad biológica (FAO, 2017). Su reducción genera suelos más vulnerables a la erosión, con menor capacidad de sostener la producción en el tiempo. En ambientes con limitaciones hídricas, la materia orgánica cumple un rol fundamental en la regulación del agua en el suelo, favoreciendo la infiltración y reduciendo

las pérdidas por escurrimiento. Esto resulta clave en regiones donde la disponibilidad de agua constituye el principal factor limitante para la producción (FAO, 2017). En este contexto, la incorporación de abonos verdes constituye una práctica ampliamente utilizada para incrementar el contenido de materia orgánica, aportando biomasa al suelo y mejorando sus propiedades (INTA, 2020). Esta estrategia resulta especialmente relevante en sistemas donde la producción de residuos vegetales es limitada, como ocurre en la estepa patagónica. Por lo tanto, el presente trabajo busca analizar la viabilidad de implementar esta práctica en el establecimiento estudiado, con el fin de mejorar la calidad del suelo y contribuir a la sustentabilidad del sistema productivo.

1.5 Delimitación

1.5.1 Delimitación espacial

El estudio se desarrollará en el establecimiento agropecuario “Bota Cura” ubicado en la zona de Collón Curá, dentro de la región patagónica argentina.

1.5.2 Delimitación temporal

El análisis se realizará considerando la situación actual del establecimiento y proyectando la implementación de la propuesta en un horizonte de evaluación de tres años.

1.6 Problemática

El establecimiento presenta una baja productividad asociada a la degradación del suelo, caracterizada por una disminución de la cobertura vegetal, baja producción forrajera y presencia de procesos de erosión. Esta situación se ve agravada por la escasa retención de agua y la ausencia de información precisa sobre el estado del suelo, lo que dificulta la toma de decisiones

de manejo. Asimismo, las condiciones climáticas adversas y el uso de fuentes naturales de agua generan una distribución desigual del pastoreo, intensificando la degradación en determinadas áreas. En este contexto, la baja disponibilidad de materia orgánica se presenta como un factor central que condiciona la calidad del suelo y la sustentabilidad productiva del establecimiento.

1.6.1 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el estado actual de la materia orgánica del suelo en el establecimiento?
- ¿Cómo influye la baja materia orgánica en la producción forrajera del sistema?
- ¿Qué estrategias pueden implementarse para mejorar la calidad del suelo en estas condiciones?
- ¿Qué impacto podría tener la incorporación de abonos verdes sobre la materia orgánica del suelo?

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Incrementar el contenido de materia orgánica del suelo mediante la incorporación de abonos verdes para mejorar su calidad.

1.7.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del suelo y sus principales limitantes;
- Analizar la relación entre el contenido de materia orgánica y la producción forrajera;
- Evaluar la implementación de abonos verdes como estrategia de mejora del suelo;

- Estimar el impacto de los abonos verdes sobre la materia orgánica, la cobertura vegetal y la calidad del suelo, a partir de antecedentes bibliográficos.

Capítulo 2

2.1 Características zonales

El establecimiento objeto de estudio se encuentra ubicado en la zona de Collón Curá, dentro de la región patagónica argentina, la cual se caracteriza por presentar condiciones ambientales restrictivas para el desarrollo de sistemas productivos intensivos. Esta región forma parte de la denominada estepa patagónica, un ambiente dominado por condiciones áridas a semiáridas, con baja disponibilidad de agua y fuertes limitantes edáficas. Desde el punto de vista socio-productivo, se trata de una zona con baja densidad poblacional y escaso desarrollo de infraestructura agropecuaria, lo que condiciona el acceso a insumos, tecnología y mercados. La actividad predominante es la ganadería extensiva, basada en el aprovechamiento de pastizales naturales, con baja intervención tecnológica y una alta dependencia de las condiciones climáticas. La distancia a centros urbanos y mercados también representa una limitante, ya que encarece los costos de producción y dificulta la incorporación de mejoras en el sistema productivo. En este contexto, la sustentabilidad del sistema depende en gran medida del manejo eficiente de los recursos naturales disponibles, especialmente el suelo y el agua.

La variabilidad climática característica de la región genera sistemas productivos con altos niveles de incertidumbre, donde la producción depende en gran medida de las precipitaciones anuales. Esto limita la posibilidad de intensificar la producción y obliga a adoptar estrategias de manejo adaptadas a condiciones restrictivas (INTA, 2018).

A continuación, se presenta la ubicación de Collón Curá dentro de la provincia de Neuquén



Imagen 1 Ubicación del departamento Collón Curá en Neuquén, Argentina

Nota. Tomado de “Departamento Collón Curá”, Wikipedia, s.f.,

A continuación, se presenta la ubicación geográfica del establecimiento.

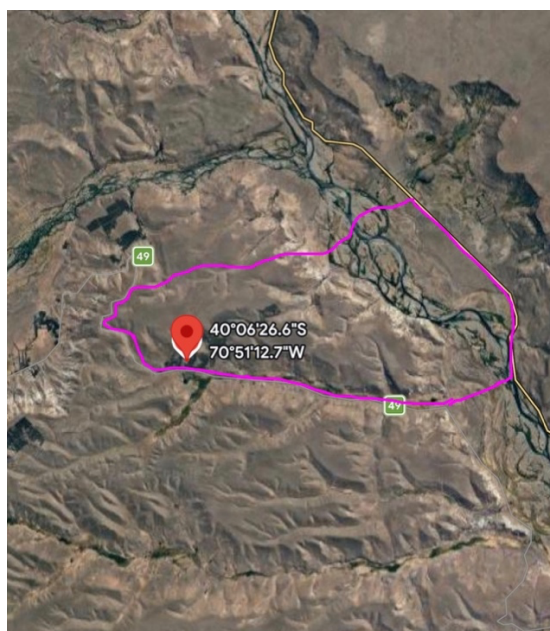


Imagen 2 Establecimiento Bota Cura

Nota. Imagen satelital del establecimiento Bota Cura (40°06'26.6"S 70°51'12.7"W). Elaboración propia en base a Google Maps (s.f.).

2.2 Historia evolutiva del establecimiento

El establecimiento presenta un sistema productivo tradicional basado en la ganadería extensiva, con aprovechamiento predominante de los pastizales naturales. A lo largo del tiempo, este tipo de sistemas ha dependido casi exclusivamente de las condiciones ambientales, con escasa incorporación de tecnologías orientadas a mejorar la productividad. En los últimos años, se ha evidenciado una tendencia de deterioro productivo del establecimiento, asociada principalmente a cambios en las condiciones climáticas. Se destacan veranos cada vez más secos, que afectan la producción de biomasa vegetal y reducen la recarga hídrica de los mallines, así como inviernos con escasas precipitaciones, lo que impacta negativamente en el régimen hídrico del sistema. Como consecuencia, se ha observado una disminución en la disponibilidad de agua superficial, evidenciada por una menor acumulación en lagunas y una reducción del caudal del río durante los períodos de deshielo. Este fenómeno sugiere un proceso de aridización progresiva, que afecta tanto la productividad forrajera como la sustentabilidad general del establecimiento. Asimismo, la ausencia de herramientas de diagnóstico, como análisis de suelo, ha limitado la posibilidad de implementar estrategias de manejo orientadas a mejorar la calidad del recurso edáfico.



Imagen 3 Establecimiento “Bota Cura”

Nota. Imágenes reales del establecimiento “Bota Cura”.

2.3 Descripción del sistema productivo y su manejo

El establecimiento desarrolla un sistema ganadero extensivo, con presencia de distintas especies animales, incluyendo bovinos, ovinos, equinos y llamas. Este tipo de sistema se caracteriza por un bajo nivel de intervención, donde la producción depende en gran medida de la oferta forrajera natural. El manejo del pastoreo se realiza mediante un sistema de rotación en piquetes, con una división en tres cuadros principales de aproximadamente 300 hectáreas cada uno, subdivididos en un total de alrededor de 12 piquetes. Sin embargo, el tamaño de estos sigue siendo elevado, lo que dificulta un control eficiente del pastoreo. La limitada subdivisión del establecimiento impide un adecuado control del tiempo de permanencia de los animales en cada sector, dificultando la recuperación de la vegetación. Esto favorece el sobrepastoreo en determinadas áreas y genera un uso ineficiente del recurso forrajero, donde los animales consumen preferentemente las especies más palatables, lo que contribuye al deterioro de la

cobertura vegetal y a la pérdida de especies forrajeras de mayor calidad. A su vez, la falta de subdivisiones más pequeñas limita la posibilidad de implementar un manejo más intensivo y controlado. En cuanto al recurso hídrico, el sistema depende de fuentes naturales como vertientes, lagunas y el río Collón Curá. Esta forma de provisión de agua genera una distribución heterogénea del pastoreo, ya que los animales tienden a concentrarse en los sectores cercanos a las fuentes de agua, incrementando la presión sobre estos ambientes.

2.4 Clima y suelo

La región es árida a semiárida, con precipitaciones anuales bajas y una marcada variabilidad interanual. Se caracteriza por inviernos fríos, con frecuentes heladas, y veranos secos, con elevadas tasas de evapotranspiración. A esto se suma la presencia de vientos intensos, característicos de la región patagónica, que incrementan la pérdida de humedad del suelo y favorecen los procesos de erosión. Estas condiciones climáticas limitan significativamente el crecimiento de la vegetación y reducen la disponibilidad de agua en el sistema, afectando directamente la producción forrajera (FAO, 2017). En este tipo de ambientes, los suelos presentan limitaciones naturales asociadas a la baja disponibilidad de agua, la escasa cobertura vegetal y la alta susceptibilidad a procesos de degradación, lo que condiciona su capacidad productiva (FAO, 2015).

Con el objetivo de caracterizar el régimen climático del establecimiento ubicado en Collón Curá (Neuquén), se analizaron datos de precipitaciones y temperatura media anual correspondientes al período 2016–2026.

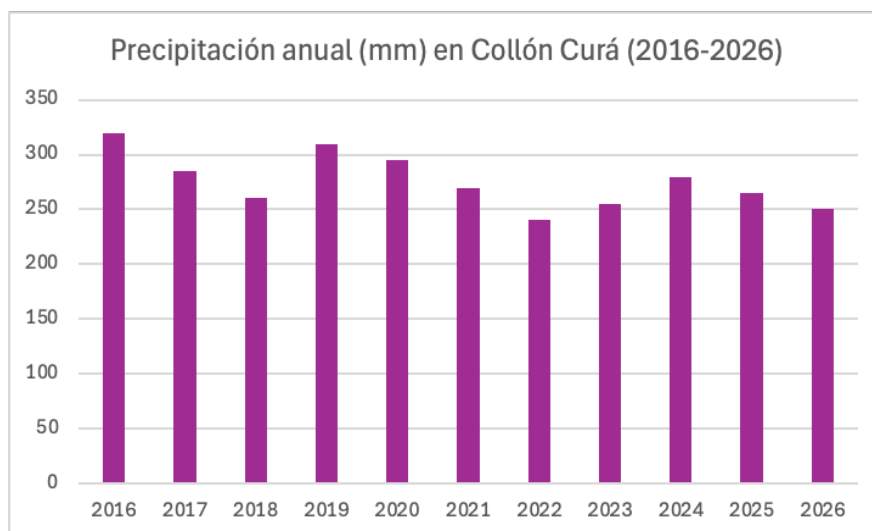


Grafico 1. Precipitación anual en Collón Curá (2016–2026).

Nota. Elaboración propia en base a datos de NASA POWER y Servicio Meteorológico Nacional.

Como se observa en el gráfico, las precipitaciones presentan una marcada variabilidad interanual, con valores que oscilan entre aproximadamente 240 y 320 mm anuales. Esta variabilidad es característica de regiones semiáridas patagónicas y constituye una de las principales limitantes para la producción agropecuaria, afectando la disponibilidad de agua en el suelo y el desarrollo de pasturas y cultivos. Los datos presentan una leve tendencia a la disminución de las precipitaciones en los últimos años.

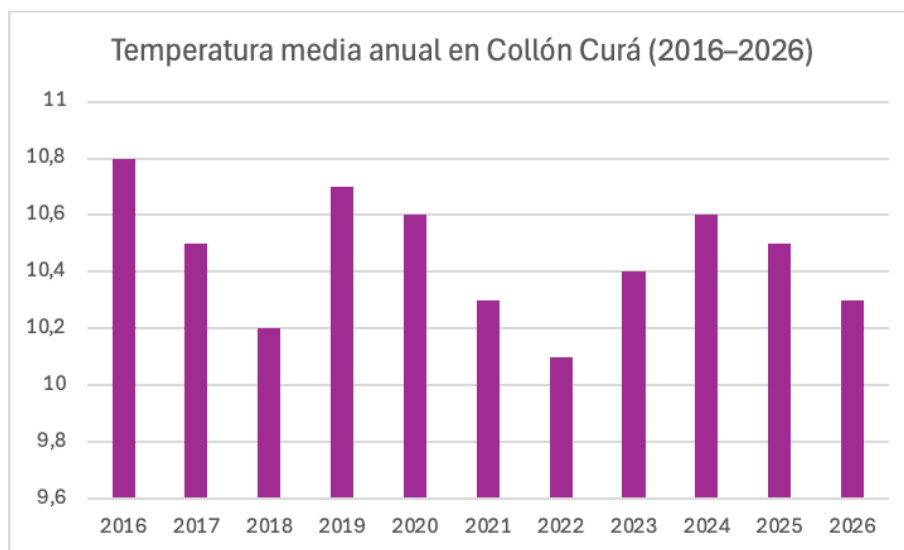


Gráfico 2. Temperatura media anual en Collón Curá (2016–2026).

Nota. Elaboración propia en base a datos de NASA POWER.

En cuanto a la temperatura media anual, se observa una relativa estabilidad a lo largo de los años, con valores cercanos a los 10–11 °C. Esto indica que, a diferencia de las precipitaciones, la temperatura no representa una limitante significativa, siendo el factor hídrico el principal condicionante productivo en la región.

Desde el punto de vista edáfico, los suelos del establecimiento son de origen volcánico, con aportes de sedimentos fluviales y lacustres. Presentan una textura que favorece el drenaje rápido, lo que limita la retención de agua, especialmente en sectores con mayor proporción de arena. Además, estos suelos muestran una alta susceptibilidad a procesos de erosión eólica e hídrica. La acción del viento provoca la remoción de partículas finas, mientras que las precipitaciones generan la formación de surcos y cárcavas, especialmente en condiciones de baja cobertura vegetal. Si bien el establecimiento no cuenta con análisis de suelo específicos que permitan determinar con precisión su composición físico-química, es posible inferir sus

características a partir de estudios realizados en la región de la estepa patagónica. En términos generales, los suelos de esta región presentan bajos contenidos de materia orgánica, generalmente inferiores al 2%, con valores frecuentes entre 0,5% y 1,5%, dependiendo de la cobertura vegetal y el grado de degradación. Asimismo, suelen presentar bajos niveles de fósforo disponible y nitrógeno, lo que limita su fertilidad natural (INTA, 2018; FAO, 2015). Desde el punto de vista físico, predominan texturas franco-arenosas a arenosas en muchos sectores, lo que favorece el drenaje rápido y reduce la capacidad de retención de agua. Esta condición, combinada con la baja cobertura vegetal, incrementa la susceptibilidad a procesos de erosión eólica e hídrica, especialmente en ambientes expuestos a fuertes vientos, como es el caso de la región patagónica (FAO, 2017). En este contexto, y considerando las características observadas en el establecimiento, se infiere que los suelos presentan limitaciones similares, asociadas a bajos niveles de materia orgánica, baja fertilidad y alta vulnerabilidad a la degradación. La exposición del suelo a la acción directa del viento y la lluvia acelera los procesos de pérdida de suelo fértil, afectando la capacidad de regeneración natural del sistema y reduciendo su potencial productivo. La baja disponibilidad de materia orgánica constituye una de las principales limitantes, ya que afecta la estabilidad estructural del suelo, la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes (INTA, 2020). En este contexto, la baja disponibilidad de materia orgánica actúa como un factor limitante crítico, ya que reduce la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, afectando directamente la productividad del sistema (INTA, 2020)

2.5 Vegetación, limitantes productivos y degradación

La vegetación predominante corresponde a la estepa patagónica, caracterizada por especies adaptadas a condiciones de estrés hídrico, como coirones y arbustos bajos. Estas

especies presentan una alta resistencia a condiciones adversas, pero una baja productividad en términos de generación de biomasa. La cobertura vegetal es escasa y discontinua, lo que deja amplias superficies de suelo expuestas a la acción del viento y la lluvia, favoreciendo los procesos de erosión.



Imagen 4. Erosión eólica en ambiente patagónico.

Nota. Tomado de Ruralnet (s.f.), “Ráfagas de 95 km/h en Patagonia: alerta por viento y nieve”.



Imagen 5. Erosión hídrica en ambiente patagónico.

Nota. Tomado de WOU Noticias (2022), “Preocupación por los suelos patagónicos”.

Asimismo, se observa la presencia de especies invasoras como la rosa mosqueta, lo cual puede interpretarse como un indicador de degradación del sistema. Estas especies tienden a expandirse en ambientes alterados, desplazando a las especies forrajeras nativas de mayor valor. Por otro lado, los mallines constituyen los sectores de mayor productividad dentro del establecimiento, debido a una mayor disponibilidad de agua. Sin embargo, en los últimos años han evidenciado una disminución en su capacidad productiva, asociada a procesos de desecación progresiva, lo que representa una pérdida significativa para el sistema. La reducción en la productividad de los mallines representa una pérdida significativa para el sistema, ya que estos ambientes constituyen los sectores de mayor valor forrajero. Su degradación implica una disminución directa en la capacidad productiva del establecimiento.



Imagen 6. Vegetación de coirones en la estepa patagónica.

Nota. Patagonia Argentina (s.f.)



Imagen 7. Mallín en la región patagónica (Neuquén).

Nota. Argentina.gob.ar (s.f.), La importancia del uso sostenible de los mallines.

2.6 Relación con la problemática planteada

Las condiciones del establecimiento evidencian una fuerte relación entre la calidad del suelo y la productividad del sistema. La baja disponibilidad de materia orgánica afecta directamente la capacidad del suelo para retener agua, sostener la vegetación y resistir procesos de erosión. Esto genera una menor producción forrajera, lo que limita el desarrollo del sistema productivo y contribuye a un proceso de degradación progresiva del recurso suelo. En este contexto, resulta fundamental implementar estrategias que permitan mejorar la calidad edáfica del sistema. La incorporación de abonos verdes se presenta como una alternativa viable, ya que permite incrementar el contenido de materia orgánica, mejorar la estructura del suelo y favorecer la retención de humedad, contribuyendo a la recuperación del sistema productivo (INTA, 2020).



Imagen 8. Proceso de degradación del suelo y propuesta de recuperación.

Nota. Esquema de elaboración propia

Capítulo 3

3.1 Introducción metodológica

El presente capítulo tiene como finalidad describir las herramientas metodológicas que serán utilizadas para abordar la problemática planteada en el trabajo. La metodología seleccionada se orienta al análisis de la degradación del suelo y de las posibles estrategias de

recuperación de la materia orgánica en el establecimiento “Bota Cura”, ubicado en la región de Collón Curá, provincia de Neuquén.

Para el desarrollo de la investigación se recurrirá al análisis bibliográfico, al estudio de antecedentes técnicos y a herramientas de diagnóstico que permitan interpretar las características productivas y ambientales del establecimiento. Estas metodologías permitirán relacionar las condiciones climáticas, edáficas y de manejo presentes en el sistema con la disminución de la materia orgánica y la degradación del suelo observadas en el campo.

Asimismo, se utilizarán herramientas de evaluación y planificación que permitan analizar las limitantes y potencialidades del establecimiento, con el objetivo de proponer estrategias orientadas a mejorar la calidad del suelo y contribuir a la sustentabilidad del sistema productivo.

3.2 Herramientas metodológicas utilizadas

Una de las principales herramientas metodológicas utilizadas en el presente trabajo será el análisis bibliográfico y de antecedentes técnicos. Esta metodología consiste en la recopilación, interpretación y comparación de información proveniente de publicaciones científicas, documentos técnicos y experiencias desarrolladas en ambientes similares al establecimiento estudiado. Para ello se utilizarán materiales elaborados por organismos especializados, como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), relacionados con degradación de suelos, materia orgánica, erosión y uso de abonos verdes en regiones áridas y semiáridas.

El análisis de antecedentes y casos de estudio permitirá comparar la situación del establecimiento con experiencias previamente evaluadas en sistemas productivos similares. Esta

herramienta resulta de gran utilidad debido a que posibilita identificar prácticas de manejo aplicadas en otras regiones, analizar sus resultados y evaluar su posible adaptación al sistema productivo estudiado. En este sentido, los antecedentes relacionados con el uso de abonos verdes y estrategias de recuperación de suelos degradados servirán como base para fundamentar técnicamente la propuesta planteada en el trabajo.

Por otra parte, se utilizará un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) como herramienta de diagnóstico integral del establecimiento. Esta metodología permite identificar factores internos y externos que influyen sobre el sistema productivo. Las fortalezas y debilidades corresponden a características propias del establecimiento, mientras que las oportunidades y amenazas se relacionan con factores externos, como las condiciones ambientales, climáticas y productivas de la región.

La utilización del análisis FODA no implica cálculos matemáticos específicos, sino una herramienta de planificación y evaluación estratégica que facilita la interpretación de la situación actual del establecimiento. Su aplicación permitirá reconocer las principales limitantes productivas, así como también los recursos y condiciones favorables que podrían contribuir a la implementación de estrategias orientadas a mejorar la calidad del suelo y reducir los procesos de degradación.

Finalmente, el trabajo incorporará definiciones conceptuales relacionadas con los principales ejes temáticos abordados en la investigación. Estas definiciones permitirán establecer un marco teórico de referencia para comprender la problemática analizada y facilitar la interpretación de los procesos vinculados a la degradación del suelo y a la recuperación de la materia orgánica.

3.3 Definición de conceptos clave

La materia orgánica del suelo constituye uno de los componentes fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas productivos. Está formada por residuos vegetales y animales en distintos grados de descomposición, además de microorganismos y compuestos derivados de la actividad biológica del suelo. Su presencia influye directamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando la estructura, aumentando la capacidad de retención de agua y favoreciendo la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Asimismo, cumple un rol clave en el mantenimiento de la actividad microbiana y en la estabilidad del sistema edáfico (FAO, 2017).

Los abonos verdes son cultivos implantados con el objetivo de mejorar las condiciones del suelo mediante el aporte de biomasa vegetal y materia orgánica. Generalmente se utilizan especies gramíneas y leguminosas debido a su capacidad de generar cobertura vegetal, proteger el suelo frente a la erosión y contribuir al reciclado de nutrientes. Estas especies pueden ser incorporadas al suelo o mantenidas sobre la superficie como cobertura, favoreciendo la conservación de la humedad y la actividad biológica. Su utilización representa una estrategia ampliamente aplicada para mejorar la calidad edáfica en sistemas degradados (INTA, 2020).

La erosión constituye uno de los principales procesos de degradación del suelo en ambientes áridos y semiáridos. Este fenómeno implica el desprendimiento y transporte de partículas del suelo por acción del agua o del viento, provocando la pérdida de la capa superficial fértil y reduciendo la capacidad productiva del sistema. La erosión hídrica suele manifestarse mediante la formación de surcos y cárcavas, mientras que la erosión eólica se produce

principalmente en suelos descubiertos y expuestos a fuertes vientos. La disminución de la cobertura vegetal y el sobrepastoreo favorecen el avance de estos procesos (FAO, 2015).

La cobertura vegetal corresponde al conjunto de especies vegetales que cubren y protegen la superficie del suelo. Su presencia resulta fundamental para disminuir el impacto de las precipitaciones y del viento sobre el terreno, reduciendo los procesos erosivos y favoreciendo la conservación de la humedad. Además, la cobertura vegetal contribuye al aporte de residuos orgánicos y a la protección de la estructura del suelo. En sistemas degradados, la disminución de esta cobertura incrementa la vulnerabilidad del ambiente y acelera los procesos de deterioro productivo y ambiental (FAO, 2015).

La estepa patagónica es una región ecológica característica del sur argentino, dominada por condiciones climáticas áridas y semiáridas. Se caracteriza por presentar bajas precipitaciones, fuertes vientos, elevada amplitud térmica y una vegetación adaptada a condiciones de estrés hídrico. Predominan especies xerófitas, como coirones y arbustos bajos, capaces de desarrollarse en ambientes con escasa disponibilidad de agua. Debido a estas condiciones, se trata de un ambiente de baja productividad natural y elevada fragilidad ecológica (INTA, 2018).

La sustentabilidad del suelo hace referencia a la capacidad de este recurso para mantener sus funciones productivas, ambientales y biológicas a lo largo del tiempo, sin sufrir procesos de degradación irreversibles. Un suelo sustentable debe conservar su estructura, fertilidad, biodiversidad y capacidad de retención de agua, permitiendo sostener la producción agropecuaria de manera equilibrada y ambientalmente responsable. La conservación de la materia orgánica y

de la cobertura vegetal representa un aspecto fundamental para mantener dicha sustentabilidad (FAO, 2015).

Capítulo 4

4.1 Introducción

El presente capítulo tiene como finalidad presentar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las herramientas metodológicas desarrolladas en el capítulo anterior, integrando la información relevada sobre el establecimiento “Bota Cura” con los antecedentes técnicos y conceptuales analizados previamente. A partir del diagnóstico realizado, fue posible identificar las principales problemáticas que afectan al sistema productivo, especialmente aquellas relacionadas con la degradación del suelo, la baja disponibilidad de materia orgánica, la erosión y la disminución de la cobertura vegetal.

Las condiciones ambientales presentes en la región de Collón Curá representan una importante limitante para el desarrollo productivo del establecimiento. La combinación de precipitaciones escasas, fuertes vientos, inviernos fríos y baja retención de agua en el suelo genera un ambiente de elevada fragilidad ecológica, donde los procesos de degradación avanzan rápidamente cuando no se aplican prácticas de manejo adecuadas. A esto se suma la disminución progresiva de la productividad de los mallines y la pérdida de cobertura vegetal observada en distintos sectores del campo.

En este contexto, el presente capítulo propone una estrategia orientada a la recuperación de la materia orgánica del suelo mediante la incorporación de abonos verdes y prácticas conservacionistas. Asimismo, se desarrollará un análisis FODA del establecimiento y se

presentarán antecedentes técnicos relacionados con experiencias similares desarrolladas en ambientes áridos y semiáridos, con el objetivo de fundamentar la propuesta planteada y evaluar su posible aplicación en el sistema productivo analizado.

4.2 Análisis FODA del establecimiento

Con el objetivo de realizar un diagnóstico integral del establecimiento “Bota Cura”, se aplicó un análisis FODA, herramienta metodológica que permite identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en el sistema productivo. Este análisis facilita la comprensión de los factores internos y externos que influyen sobre el establecimiento, permitiendo evaluar sus limitantes, potencialidades y posibles líneas de acción.

En el caso del establecimiento analizado, las fortalezas se vinculan principalmente con la disponibilidad de recursos naturales, como la presencia del río Collón Curá, vertientes, lagunas y sectores de mallines, que continúan representando áreas de mayor productividad relativa dentro del sistema. Asimismo, la amplia superficie del establecimiento y la posibilidad de implementar mejoras de manera gradual constituyen aspectos favorables para el desarrollo de estrategias de recuperación y manejo conservacionista. Entre las debilidades se identifican problemáticas asociadas a la degradación del suelo y a las limitaciones ambientales del sistema. Se destacan la baja disponibilidad de materia orgánica, la escasa cobertura vegetal, la presencia de erosión hídrica y eólica, la baja producción forrajera y la ausencia de análisis de suelo específicos que permitan evaluar con precisión el estado del recurso edáfico. Estas condiciones reducen la capacidad productiva del establecimiento y dificultan su sustentabilidad a largo plazo.

Por otra parte, las oportunidades se relacionan con la posibilidad de incorporar prácticas orientadas a la recuperación del suelo, como la implantación de abonos verdes, el aumento de la

cobertura vegetal, la mejora en la retención de humedad y el uso de antecedentes técnicos sobre manejo sustentable en ambientes áridos y semiáridos. Estas herramientas permiten plantear estrategias adaptadas a las condiciones ambientales de la región. Finalmente, entre las principales amenazas se destacan el avance de los procesos de aridización, la ocurrencia de sequías prolongadas, la intensificación de la erosión, el sobrepastoreo y la disminución progresiva de la productividad de los mallines. Estas condiciones podrían profundizar la degradación del sistema si no se implementan prácticas de manejo orientadas a conservar y recuperar el suelo.

Fortalezas		Debilidades	
F1	Presencia del río Collón Curá , vertientes y lagunas como fuentes naturales de agua.	D1	Baja disponibilidad de materia orgánica en el suelo.
F2	Existencia de mallines y sectores con mayor disponibilidad hidrica relativa.	D2	Escasa cobertura vegetal y baja produccion forrajera.
F3	Amplia superficie del establecimiento y sectores con potencial de recuperacion.	D3	Presencia de erosión hídrica y eólica
F4	Sistema extensivo adaptable a una implementacion gradual de mejoras.	D4	Ausencia de analisis de suelo del establecimiento.
Oportunidades		Amenazas	
O1	Implementación de abonos verdes mediante mezclas de gramineas y leguminosas.	A1	Avance de procesos de aridización y sequias prolongadas.
O2	Disponibilidad de antecedentes tecnicos y bibliograficos sobre recuperacion de suelos degradados.	A2	Intensificacion de procesos erosivos por viento y precipitaciones.
O3	Incorporacion de practicas conservacionistas y monitoreo del suelo.	A3	Perdida progresiva de produccion de los mallines.
O4	Posible mejora de la cobertura vegetal, retencion de humedad y calidad edafica.	A4	Sobrepastoreo y concentracion de animales en sectores con agua y pasto.

Cuadro 1. Análisis FODA del establecimiento “Bota Cura”

Nota. Elaboracion propia

El análisis FODA permitió identificar que, si bien el establecimiento presenta importantes limitantes productivas y ambientales, también dispone de recursos y condiciones que podrían favorecer la aplicación de estrategias orientadas a mejorar la calidad del suelo. La existencia de sectores con disponibilidad hídrica y áreas degradadas con potencial de recuperación representa una base importante para implementar prácticas conservacionistas y aumentar progresivamente la cobertura vegetal.

Asimismo, este análisis permitió reconocer que la degradación del suelo constituye actualmente una de las principales problemáticas del establecimiento, afectando directamente la producción forrajera y la sustentabilidad del sistema. En este sentido, la recuperación de la materia orgánica y la disminución de los procesos erosivos se presentan como aspectos prioritarios para mejorar las condiciones productivas del campo.

4.2.1 Matriz de estrategias derivadas del analisis FODA

Con base en los resultados obtenidos mediante el análisis FODA, fue posible establecer distintas estrategias orientadas a potenciar las fortalezas y oportunidades identificadas, así como también reducir el impacto de las debilidades y amenazas presentes en el establecimiento.

Estrategias Fortalezas Oportunidades	Estrategias Debilidades Oportunidades
FO1 (F1 + F2 + O1): Aprovechar la disponibilidad de agua natural y la presencia de sectores con mayor humedad relativa para iniciar la implantación de abonos verdes en áreas con mayor probabilidad de establecimiento.	DO1 (D1 + D2 + O1): Utilizar mezclas de gramíneas y leguminosas para aumentar el aporte de biomasa, mejorar la cobertura vegetal e incrementar progresivamente la materia orgánica del suelo.
FO2 (F3 + F4 + O3): Implementar la propuesta de manera gradual en sectores seleccionados del establecimiento, permitiendo evaluar la respuesta del suelo y ajustar el manejo antes de ampliar la superficie intervenida.	DO2 (D4 + O2 + O3): Incorporar análisis de suelo y seguimiento técnico para diagnosticar con mayor precisión la materia orgánica, pH, fósforo, nitrógeno y textura, utilizando antecedentes bibliográficos como base inicial.

Estrategias Fortalezas Amenazas	Estrategias Debilidades Amenazas
FA1 (F1 + F2 + A1): Priorizar las áreas con mayor disponibilidad hídrica para reducir el riesgo de fracaso de implantación frente a sequías prolongadas y condiciones climáticas restrictivas.	DA1 (D1 + D3 + A1 + A2): Mantener cobertura vegetal sobre la superficie del suelo para disminuir la exposición al viento y la lluvia, reduciendo la pérdida de partículas fértiles.
FA2 (F3 + A2): Seleccionar sectores con menor pendiente o menor exposición a procesos erosivos para iniciar ensayos de abonos verdes, evitando aplicar la práctica inicialmente en áreas críticas.	DA2 (D2 + D4 + A3 + A4): Complementar la propuesta con monitoreo del suelo y manejo del pastoreo, evitando la concentración de animales en mallines y sectores vulnerables a la degradación.

Cuadro 2. Matriz de estrategias del establecimiento “Bota Cura”

Nota. Elaboración propia

La matriz de entrecruzamiento permitió transformar el diagnóstico FODA en estrategias concretas de intervención para el establecimiento “Bota Cura”. Las estrategias FO permiten aprovechar las fortalezas internas y las oportunidades externas; las estrategias DO buscan superar debilidades mediante oportunidades disponibles; las estrategias FA utilizan las fortalezas para reducir el impacto de las amenazas; y las estrategias DA se orientan a disminuir simultáneamente debilidades y amenazas. En este caso, la estrategia central consiste en implementar abonos verdes de manera gradual, priorizando sectores con mayor disponibilidad hídrica y potencial de recuperación, acompañando la práctica con monitoreo del suelo y manejo conservacionista..

4.3 Casos de estudio y antecedentes técnicos

Diversos estudios realizados en ambientes áridos y semiáridos demostraron que la incorporación de cultivos de cobertura y abonos verdes representa una estrategia eficaz para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Estas prácticas permiten incrementar la cobertura vegetal, reducir los procesos de erosión y favorecer la acumulación

progresiva de materia orgánica, contribuyendo a mejorar la estabilidad del sistema productivo (INTA, 2020).

En regiones caracterizadas por limitaciones hídricas y baja fertilidad natural, como ocurre en amplios sectores de la Patagonia argentina, la pérdida de cobertura vegetal y la disminución de materia orgánica generan una reducción significativa de la productividad. Frente a esta problemática, distintos organismos técnicos, entre ellos el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), desarrollaron experiencias orientadas a la recuperación de ambientes degradados mediante prácticas de manejo conservacionistas.

Uno de los antecedentes relevantes corresponde a estudios realizados en sistemas ganaderos patagónicos, donde se observó que el aumento de residuos vegetales sobre la superficie del suelo contribuye a disminuir la erosión eólica, mejorar la infiltración de agua y reducir las pérdidas de humedad. Asimismo, se comprobó que el incremento de cobertura vegetal favorece la estabilidad estructural del suelo y mejora progresivamente las condiciones para el desarrollo de la vegetación natural (INTA, 2018).

Por otra parte, investigaciones vinculadas al uso de cultivos de servicio en ambientes semiáridos demostraron que las mezclas de gramíneas y leguminosas generan importantes aportes de biomasa y permiten aumentar progresivamente el contenido de materia orgánica del suelo. Las gramíneas aportan grandes volúmenes de residuos vegetales y generan cobertura superficial, mientras que las leguminosas contribuyen a mejorar la disponibilidad de nitrógeno mediante fijación biológica, favoreciendo la fertilidad del sistema (INTA, 2020).

Entre las gramíneas más utilizadas en este tipo de estrategias se destacan especies como avena y centeno, debido a su capacidad de adaptación a ambientes fríos y semiáridos, su rápido

crecimiento y su elevado aporte de biomasa. En cuanto a las leguminosas, especies como vicia y tréboles son frecuentemente utilizadas por su capacidad de aportar nitrógeno y mejorar la actividad biológica del suelo.

En este contexto, los antecedentes analizados permiten inferir que la incorporación de mezclas de gramíneas y leguminosas podría representar una alternativa viable para el establecimiento “Bota Cura”, especialmente en sectores degradados con baja cobertura vegetal y escasa disponibilidad de materia orgánica. La aplicación de estas prácticas permitiría aumentar la protección superficial del suelo, disminuir los procesos erosivos y favorecer la recuperación progresiva de la calidad edáfica del sistema.

4.3.1 Respuesta a las preguntas de investigacion

A partir del análisis bibliográfico realizado fue posible responder parcialmente las preguntas de investigación planteadas en el Capítulo 1.

Respecto al estado actual de la materia orgánica del suelo, no fue posible determinar valores exactos debido a la ausencia de análisis de suelo específicos del establecimiento. Sin embargo, antecedentes desarrollados en la estepa patagónica indican que los contenidos de materia orgánica suelen ser bajos, generalmente inferiores al 2 %, con valores frecuentes entre 0,5 % y 1,5 % (INTA, 2018; FAO, 2015).

En relación con la influencia de la materia orgánica sobre la producción forrajera, la bibliografía consultada demuestra que su disminución afecta negativamente la capacidad de retención de agua, la disponibilidad de nutrientes y la estabilidad estructural del suelo, reduciendo el crecimiento vegetal y la productividad de los sistemas ganaderos extensivos.

Respecto a las estrategias que podrían implementarse para mejorar la calidad del suelo, la bibliografía consultada destaca la incorporación de abonos verdes, el mantenimiento de la cobertura vegetal y la aplicación de prácticas conservacionistas como alternativas viables para reducir la erosión, aumentar el aporte de biomasa y favorecer la recuperación progresiva del recurso edáfico.

Finalmente, los antecedentes técnicos analizados indican que la incorporación de abonos verdes puede contribuir a mejorar progresivamente la cobertura vegetal, aumentar el aporte de biomasa y favorecer la acumulación de materia orgánica, generando condiciones más favorables para la recuperación del suelo y la sustentabilidad del sistema productivo.

Aspecto Analizado	Resultado Obtenido
<i>Estado actual de la materia organica</i>	No fue posible determinarlo mediante análisis directos; se estimó mediante antecedentes regionales.
<i>Influencia de la materia organica sobre la produccion forrajera</i>	La baja materia orgánica reduce la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes y la producción de biomasa.
<i>Estrategias para mejorar la calidad del suelo</i>	Abonos verdes, mantenimiento de cobertura vegetal y prácticas conservacionistas.
<i>Impacto esperado de los abonos verdes</i>	Incremento progresivo de la materia orgánica y mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Cuadro 3. Síntesis de respuestas a las preguntas de investigación.

Nota. Elaboración propia

4.4 Propuesta de implementación de abonos verdes

A partir del diagnóstico realizado, se propone la incorporación de abonos verdes como estrategia para aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar sus propiedades

físicas, químicas y biológicas. Esta práctica resulta adecuada para el establecimiento “Bota Cura” debido a la presencia de suelos erosionados, baja cobertura vegetal, escasa retención de humedad y limitada producción forrajera.

La propuesta consiste en utilizar mezclas de gramíneas y leguminosas, ya que ambos grupos cumplen funciones complementarias dentro del sistema. Las gramíneas, como avena, centeno o triticale, se caracterizan por producir una importante cantidad de biomasa aérea y radical, aportando cobertura al suelo y contribuyendo a reducir la erosión eólica e hídrica. Además, sus raíces ayudan a mejorar la estructura del suelo y favorecen la infiltración del agua.

Por su parte, las leguminosas, como vicia, tréboles o melilotus, tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico mediante la asociación con bacterias del género *Rhizobium*, lo que permite mejorar la fertilidad del suelo de manera progresiva. A su vez, aportan residuos vegetales de mejor calidad, favoreciendo la actividad biológica del suelo y contribuyendo al aumento de materia orgánica (INTA, 2020).

Grupo	Posibles especies	Funcion principal
<i>Gramineas</i>	Avena, centeno, triticale	Aporte de biomasa, cobertura del suelo y protección frente a erosión.
<i>Leguminosas</i>	Vicia, treboles, melilotus	Fijación de nitrógeno, mejora de fertilidad y aporte de residuos vegetales.
<i>Mezcla recomendada</i>	Avena + vicia	Cobertura rápida, biomasa y mejora progresiva del suelo.

Cuadro 4. Especies sugeridas para abonos verdes en la patagonia.

Nota. Elaboracion propia

En función de las condiciones climáticas del establecimiento, se recomienda priorizar especies de ciclo otoño-invernal, adaptadas a bajas temperaturas y con capacidad de desarrollarse en ambientes semiáridos. Una alternativa posible sería la combinación de una gramínea rústica, como centeno o avena, junto con una leguminosa como vicia. Esta mezcla permitiría obtener cobertura rápida, aporte de biomasa y mejora de la fertilidad del suelo.



Imagen 9. Combinacion de avena y vicia.

Nota. Imagen ilustrativa elaborada mediante inteligencia artificial.



Imagen 10 y 11. Semillas de vicia y avena.

Nota. Tomado de Agroads (s.f.), “Semilla Avena Amarilla Clasificada Bolsas 30 Kg”.

Nota. Tomado de Mycophos (s.f.), “Vicia”.

La implantación debería realizarse de manera gradual, comenzando por sectores seleccionados del establecimiento, especialmente aquellos con mayor potencial de recuperación y disponibilidad de humedad, como áreas cercanas a mallines o zonas con menor pendiente y menor riesgo de pérdida de semilla por escurrimiento. No se recomienda aplicar la práctica inicialmente sobre toda la superficie del campo, ya que se trata de un establecimiento extenso y con gran variabilidad ambiental.

Etapas	Año	Acción principal
Diagnostico inicial	Año 1	Realizar análisis de suelo y selección de sectores prioritarios.
Implantación piloto	Año 1	Sembrar mezclas de gramíneas y leguminosas en áreas seleccionadas.
Evaluación y ajuste	Año 2	Monitorear cobertura vegetal, erosión y evolución del suelo.
Ampliación gradual	Año 3	Extender la práctica a nuevos sectores con potencial de recuperación.

Cuadro 5. Etapas sugeridas para la implementación de abonos verdes

Nota. Elaboración propia

En cuanto a la obtención de los abonos verdes, no se trata de un “abono” comprado ya preparado, sino de semillas de especies utilizadas como cultivos de cobertura. Estas semillas podrían adquirirse a través de semilleras, cooperativas agropecuarias, proveedores regionales o distribuidores vinculados al INTA o al sector agropecuario local. En una etapa posterior, sería necesario consultar disponibilidad comercial de especies adaptadas a la región y evaluar costos de semilla, transporte e implantación.

El manejo de los abonos verdes puede realizarse de dos formas principales. Una opción consiste en incorporarlos al suelo una vez alcanzado un buen desarrollo vegetativo, con el objetivo de aportar materia orgánica directamente al perfil superficial. Otra alternativa es dejarlos como cobertura sobre la superficie, permitiendo que el material vegetal proteja el suelo frente al viento, reduzca la evaporación y disminuya el impacto de las lluvias. Para el caso del establecimiento analizado, esta segunda opción podría resultar especialmente útil debido a la fuerte erosión eólica y a la necesidad de conservar humedad.

La implementación de esta propuesta debería acompañarse con un monitoreo del suelo, especialmente mediante análisis de materia orgánica, pH, fósforo, nitrógeno y textura. Esto permitiría evaluar la evolución del recurso edáfico y determinar si la práctica genera mejoras progresivas en la calidad del suelo. Asimismo, sería conveniente realizar un seguimiento visual de la cobertura vegetal, la presencia de erosión y la respuesta de las especies implantadas.

De manera complementaria, podrían evaluarse técnicas como el hidrosembrado en sectores de mayor pendiente o con alto riesgo de erosión. Esta técnica consiste en aplicar una mezcla líquida compuesta por semillas, agua, mulch o acolchado, fertilizantes y sustancias adherentes, con el objetivo de proteger la semilla, conservar humedad y favorecer la implantación vegetal. Sin embargo, debido a la escala del establecimiento y a los costos asociados, el hidrosembrado se plantea como una alternativa complementaria y no como eje principal de la propuesta.

En síntesis, la incorporación de abonos verdes mediante mezclas de gramíneas y leguminosas representa una estrategia viable para iniciar un proceso de recuperación del suelo en el establecimiento “Bota Cura”. Su aplicación gradual permitiría aumentar la cobertura vegetal,

aportar biomasa, mejorar la retención de humedad y favorecer el incremento de materia orgánica, contribuyendo a la sustentabilidad del sistema productivo.

4.4.1 Impacto esperado de la propuesta

Si bien no es posible determinar valores exactos debido a la ausencia de análisis de suelo específicos, los antecedentes bibliográficos indican que la incorporación de abonos verdes puede favorecer el aumento progresivo de la materia orgánica, mejorar la cobertura vegetal, incrementar la infiltración del agua y reducir los procesos erosivos.

Variable evaluada	Situación actual	Impacto esperado
<i>Materia orgánica</i>	Baja	Aumento progresivo
<i>Cobertura vegetal</i>	Escasa y discontinua	Mayor cobertura del suelo
<i>Erosión</i>	Elevada susceptibilidad	Disminución de los procesos erosivos
<i>Retención de agua</i>	Limitada	Mejora de la infiltración y conservación de humedad
<i>Calidad edáfica</i>	Degradada	Mejora gradual de las propiedades del suelo.

Cuadro 6. Impacto esperado de la propuesta

Nota. Elaboración propia

Capítulo 5

5.1 Posibilidad de alcanzar el objetivo general

A partir del análisis realizado a lo largo del presente trabajo, puede concluirse que la incorporación de abonos verdes representa una estrategia viable para iniciar un proceso de

recuperación de la materia orgánica y mejora de la calidad del suelo en el establecimiento “Bota Cura”, ubicado en la región de Collón Curá, Neuquén.

El diagnóstico efectuado permitió identificar que una de las principales limitantes del sistema productivo es la degradación progresiva del recurso edáfico, asociada a procesos de erosión hídrica y eólica, baja cobertura vegetal, escasa retención de agua y disminución de la productividad forrajera. Estas condiciones se encuentran estrechamente relacionadas con el bajo contenido de materia orgánica presente en los suelos de la región, situación que reduce la capacidad del sistema para sostener la producción en el tiempo.

En este contexto, la utilización de mezclas de gramíneas y leguminosas como abonos verdes podría contribuir a mejorar progresivamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El aporte de biomasa vegetal permitiría incrementar la cobertura superficial, reducir la exposición del suelo frente a los agentes erosivos y favorecer una mayor conservación de la humedad. Asimismo, las leguminosas aportarían nitrógeno al sistema mediante fijación biológica, contribuyendo a mejorar la fertilidad del suelo.

No obstante, debido a las condiciones ambientales restrictivas presentes en la región, los resultados esperados no serían inmediatos, sino que deberían evaluarse en el mediano y largo plazo. La recuperación de la materia orgánica en ambientes áridos y semiáridos constituye un proceso gradual, dependiente de factores como las precipitaciones, las temperaturas, la disponibilidad hídrica y el manejo del sistema. Por este motivo, la implementación de la propuesta debería realizarse de manera progresiva y acompañarse con monitoreos periódicos del estado del suelo y de la cobertura vegetal.

Asimismo, se considera fundamental complementar la propuesta con otras prácticas de manejo conservacionista, orientadas a disminuir la degradación del suelo y favorecer la sustentabilidad del sistema productivo. Entre ellas podrían mencionarse mejoras en el manejo del pastoreo, aumento de la cobertura vegetal y protección de sectores vulnerables a la erosión.

5.2 Consecuencias e impactos potenciales

La posible implementación de estrategias orientadas a incrementar la materia orgánica del suelo podría generar efectos positivos tanto desde el punto de vista productivo como ambiental. Uno de los principales beneficios esperados sería la mejora de la capacidad del suelo para retener agua, aspecto fundamental en ambientes donde el déficit hídrico constituye una de las principales limitantes productivas.

Asimismo, el aumento de cobertura vegetal contribuiría a disminuir los procesos de erosión hídrica y eólica, favoreciendo la conservación del suelo y reduciendo la pérdida de partículas fértiles. Esto permitiría mejorar gradualmente las condiciones para el desarrollo de la vegetación natural y aumentar la estabilidad del sistema.

Desde el punto de vista productivo, la recuperación progresiva de la calidad edáfica podría favorecer una mejora en la producción forrajera, especialmente en sectores actualmente degradados o con baja cobertura vegetal. Si bien el presente trabajo no se enfocó específicamente en el incremento de carga animal, una mejora en la disponibilidad y estabilidad de los recursos forrajeros podría generar, a futuro, condiciones más favorables para el desarrollo del sistema ganadero.

Por otra parte, la implementación de prácticas conservacionistas orientadas a recuperar el suelo también posee una importante dimensión ambiental. La conservación de la materia orgánica y de la cobertura vegetal contribuye a mejorar la estabilidad de los ecosistemas, favorecer la biodiversidad y disminuir los procesos de degradación asociados al avance de la aridización.

En este sentido, la propuesta desarrollada en el presente trabajo no sólo podría representar una mejora para el establecimiento analizado, sino también servir como referencia para otros sistemas productivos de características similares dentro de la Patagonia argentina, donde la degradación del suelo constituye una problemática frecuente.

5.3 Consideraciones finales

El desarrollo del presente trabajo permitió comprender la estrecha relación existente entre la calidad del suelo y la sustentabilidad de los sistemas productivos en ambientes áridos y semiáridos. A partir del análisis realizado, se observó que la degradación del recurso edáfico representa actualmente una de las principales limitantes para la producción agropecuaria en el establecimiento estudiado.

Asimismo, pudo concluirse que la recuperación de la materia orgánica constituye un aspecto central para mejorar las condiciones productivas y ambientales del sistema. La implementación de abonos verdes y prácticas orientadas a aumentar la cobertura vegetal se presenta como una alternativa técnicamente viable para contribuir a la conservación del suelo y reducir los procesos de degradación.

Sin embargo, también se identificó la necesidad de profundizar el conocimiento sobre las características específicas del establecimiento, especialmente mediante análisis de suelo que permitan determinar con mayor precisión el estado actual del recurso edáfico. La disponibilidad de esta información resultaría fundamental para ajustar futuras estrategias de manejo y evaluar con mayor exactitud la evolución del sistema.

Si bien el presente trabajo no contó con análisis de suelo específicos del establecimiento, la utilización de antecedentes técnicos y bibliográficos permitió estimar el comportamiento esperado del sistema frente a la incorporación de abonos verdes. Esto permitió fundamentar la propuesta planteada y evaluar su potencial aplicación en condiciones similares a las observadas en la región de Collón Curá.

Los resultados obtenidos permitieron alcanzar los objetivos específicos planteados al inicio de la investigación. Fue posible diagnosticar las principales limitantes del establecimiento, analizar la relación entre la materia orgánica y la producción forrajera, evaluar la utilización de abonos verdes como estrategia de mejora y estimar, a partir de antecedentes bibliográficos, los beneficios potenciales de esta práctica sobre la calidad edáfica, la cobertura vegetal y la sustentabilidad del sistema productivo. De esta manera, la propuesta desarrollada se presenta como una alternativa técnicamente viable para contribuir a la recuperación gradual del suelo en ambientes áridos y semiáridos de la Patagonia.

Finalmente, el trabajo permitió destacar la importancia de aplicar enfoques de manejo sustentable en regiones de elevada fragilidad ecológica, donde la conservación del suelo y del recurso hídrico constituye un factor clave para sostener la producción agropecuaria en el largo plazo.

Referencias

Argentina.gob.ar. (s.f.). *La importancia del uso sostenible de los mallines*.

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-importancia-del-uso-sostenible-de-los-mallines-2>

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Mapas de la República Argentina*. <https://www.ign.gob.ar>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s.f.). *Degradación de suelos en la Patagonia*.

<https://www.inta.gob.ar>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s.f.). *Manejo de mallines patagónicos*.

<https://www.inta.gob.ar>

León, R. J. C., Bran, D., Collantes, M., Paruelo, J. M., & Soriano, A. (1998). *Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina*. <https://www.scielo.org.ar>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (s.f.). *Información agropecuaria argentina*. <https://www.magyp.gob.ar>

Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Clima en la región patagónica*. <https://www.smn.gob.ar>

Wikipedia contributors. (s.f.). *Departamento Collón Curá*. Wikipedia, la enciclopedia libre.

https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_Coll%C3%B3n_Cur%C3%A1

Wikipedia contributors. (s.f.). *Stipa (coirón)*. Wikipedia, la enciclopedia libre.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Stipa>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Estado de los recursos de suelos del mundo*. <https://www.fao.org>

FAO. (2015). Estado de los recursos del suelo en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2017). El carbono orgánico del suelo: el potencial oculto. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

INTA. (2018). Ganadería en la Patagonia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

INTA. (2020). Cultivos de servicio, abonos verdes y cultivos de cobertura. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Quiroga, A., & Bono, A. (2012). Manual de manejo y conservación de suelos en Patagonia.

Ediciones INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/manual-de-manejo-y-conservacion-de-suelos-en-patagonia>

Covas, G. (1991). Suelos de la Patagonia y su conservación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/7727>

Agroads. (s.f.). Semilla Avena Amarilla Clasificada Bolsas 30 Kg.

<https://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=1056609>

Mycophos. (s.f.). Vicia.

<https://mycophos.com/portfolio-item/vicia/>

Oña Chiguano, A. P., & Vega Alquina, R. K. (2018). Importancia del análisis FODA para la elaboración de estrategias en organizaciones americanas, una revisión de la última década. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Ruralnet. (s.f.). Ráfagas de 95 km/h en Patagonia: alerta por viento y nieve.

<https://ruralnet.com.ar/rafagas-95-kmh-patagonia-alerta-viento-nieve/>

WOU Noticias. (2022, 19 de abril). Preocupación por los suelos patagónicos.

<https://wou.com.ar/articulo/preocupacion-por-los-suelos-patagonicos>

Materia Clima y Suelo, Universidad de Belgrano

Materia Forrajes, Universidad de Belgrano

Materia Servicios Ecosistemicos, Universidad de Belgrano

Materia Practica Agricola, Universidad de Belgrano