



**PROVINCIA DEL CHUBUT**

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**BIOENERGÍA: “Estudio Integral de Factibilidad de la Producción de Cáñamo Industrial y Evaluación del Potencial como Recurso Energético Biomásico y otras Aplicaciones.”**

**INFORME FINAL**

**MARZO 2025**

**Consultora: I + D CONSULTING**

## EXTRACTO

El presente documento integra los resultados obtenidos en las tres etapas del trabajo, orientadas al cumplimiento del objetivo general: evaluar la factibilidad de producir Cáñamo Industrial (*Cannabis sativa* sp.) en Chubut, Argentina, analizando las capacidades científicas, tecnológicas, técnicas, logísticas, legales y económicas provinciales. Esta propuesta busca diversificar la matriz productiva en un contexto de transición energética y reducción de emisiones de carbono, especialmente en provincias petroleras como Chubut. Si bien esta tiene un rol clave en la producción de hidrocarburos, el descenso del crudo convencional abre la puerta a nuevas actividades como el cáñamo, con múltiples usos —biocombustibles, fibras textiles, alimentación— que aportan a la economía local y la sostenibilidad ambiental.

Se espera proporcionar a la provincia de herramientas para planificar e implementar políticas y estrategias para el desarrollo del cultivo. El informe se estructura en tres momentos:

- primero, de diagnóstico exploratorio, analiza ventajas comparativas naturales, condiciones edafoclimáticas y productivas de la Cuenca del Río Chubut, determinando zonas y variedades aptas para el cáñamo, así como factores económicos y programas nacionales que potencien economías regionales (Producto 1).

- segundo, de carácter político-estratégico, propone un manejo técnico del cultivo, analiza cadenas de valor, costos, compara resultados económicos de diferentes alternativas de uso, indica infraestructura necesaria y estudia el potencial de captura de carbono del cáñamo (Producto 2).

- tercero, formula una Matriz de actores y lineamientos para un Plan Estratégico Provincial, incluyendo programas clave para su implementación, con vistas a desarrollar una marca provincial (denominación de origen) (Producto Final).

La metodología de trabajo e investigación se sustentó en fuentes primarias y secundarias, aplicación de técnicas de costeo y trabajo de campo. Como conclusión, se destaca que Chubut posee un marco regulatorio y recursos favorables, pero requiere inversión en infraestructura, investigación y formación técnica. Se propone un plan estratégico para integrar el cáñamo en la economía provincial, generando empleo, con alcance nacional/internacional, reduciendo la huella de carbono.

## **Tabla de contenido**

Finalidad .....	4
Objetivos .....	4
<b>Objetivos Generales .....</b>	<b>4</b>
<b>Objetivos particulares .....</b>	<b>5</b>
Área en Estudio: Cuenca del Río Chubut .....	6
<b>Características Geográficas y Geomorfológicas de la Cuenca del río Chubut .....</b>	<b>6</b>
<b>Características Demográficas y División Política.....</b>	<b>10</b>
<b>Caracterización Económica y Actividades Productivas .....</b>	<b>11</b>
Caracterización General .....	11
Cadenas Productivas Vigentes .....	13
Cadenas Emergentes .....	20
Consideraciones sobre el área de estudio.....	22
Caracterización de Ambientes Edáficos.....	23
<b>Descripción General .....</b>	<b>23</b>
Valle Superior del Río Chubut.....	24
Valle de Gualjaina .....	25
Valle del Chubut (entre Fofó Cahuel y Piedra Parada) .....	26
Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH) .....	27
Valle Inferior del Río Chubut .....	28
Características Climáticas de las Áreas de Estudio .....	30
<b>Valle Inferior del Río Chubut .....</b>	<b>32</b>
<b>Valle Medio del Río Chubut .....</b>	<b>35</b>
<b>Valle Superior del Río Chubut .....</b>	<b>37</b>
Requerimientos Climáticos y Nutricionales del Cáñamo .....	40
<b>Requerimiento Nutricionales.....</b>	<b>40</b>
<b>Requerimientos Climáticos. Considerandos.....</b>	<b>42</b>
Aptitud Agroclimática de la Cuenca del Río Chubut para el Cultivo De Cáñamo (Cannabis Sativa sp.) .....	43
<b>Evaluación de factibilidad de producción de cáñamo en la Cuenca del Río Chubut.</b>	
<b>Zonificación .....</b>	<b>44</b>
Respecto a los requerimientos térmicos y fotoperiódicos. ....	44
Respecto a los requerimientos hídricos: .....	46
Variedades de Cáñamo (Cannabis Sativa sp) Promisorias para la Producción de Biomasa, Alimento para el Ganado y Construcción, entre Otros Posibles Usos, en la Provincia De Chubut.....	49
<b>Contexto Nacional .....</b>	<b>49</b>

<b>Argentina y el Programa de Cáñamo Polaco (PHP)</b> .....	<b>50</b>
<b>Evaluación de Variedades de Cáñamo Industrial en Argentina (2022-2023) - Programa de Cáñamo Polaco (PHP) – IHS – INTA – INASE - SENASA:</b> .....	<b>50</b>
<b>Variedades con potencial de ser evaluadas en la Provincia del Chubut</b> .....	<b>51</b>
<b>Adaptación y mejora de variedades</b> .....	<b>52</b>
Variedades obtenidas y comercializadas por hemp-it-adn – EEUU .....	53
Manejo del Cultivo de Cáñamo .....	54
<b>Siembra</b> .....	<b>54</b>
<b>Densidad de siembra</b> .....	<b>54</b>
<b>Épocas de siembra</b> .....	<b>55</b>
<b>Fertilización</b> .....	<b>56</b>
<b>Cosecha</b> .....	<b>56</b>
<b>Maquinaria</b> .....	<b>57</b>
<b>Rendimientos potenciales óptimos, promedios y marginales</b> .....	<b>57</b>
Infraestructura Predial, Disponibilidad de Equipamientos Productivos y Capacidad Técnica/Operativo Local por Sub Cuenca del Rio Chubut. ....	59
<b>Infraestructura predial</b> .....	<b>59</b>
Sub-cuenca Superior del Rio Chubut.....	60
Sub-cuenca Media del Rio Chubut .....	60
Sub-cuenca Inferior del Rio Chubut .....	60
<b>Disponibilidad de equipamiento productivo</b> .....	<b>61</b>
<b>Estrategias y técnicas de manejo del cultivo de cáñamo para el aprovechamiento según destino y dotación de recursos, abordando desafíos ambientales, económicos y sociales</b> .....	<b>62</b>
Agricultura Regenerativa .....	62
Diagrama de Flujo de Cadena de Valor de la Industria del Cañamo .....	64
<b>Cadena de Valor factible y sostenible en la Cuenca del Rio Chubut.</b> .....	<b>64</b>
<b>Aprovechamiento y Potencial energético del cáñamo</b> .....	<b>66</b>
<b>Calidad del combustible de cáñamo</b> .....	<b>68</b>
Bioetanol .....	70
Biomasa .....	73
Alimentación animal .....	74
<b>Relevamiento de la red local de agricultores y empresas que puedan proporcionar cáñamo bruto y servicios de primera transformación.</b> .....	<b>76</b>
<b>Potencialidades del desarrollo agrícola, textiles, reciclaje, remediación de suelos, alimentación y materiales de construcción</b> .....	<b>77</b>
<b>Espacio para innovación en la Provincia del Chubut:</b> .....	<b>78</b>

Análisis del Potencial Impacto Socioproductivo Y Ambiental de la Industria del Cáñamo ....	80
<b>Relevamiento de potenciales nichos, capacidades instaladas y/ o industrias a nivel provincial y regional para la comercialización o integración en proyectos productivos.</b> .....	<b>80</b>
<b>Segmentación de mercado</b> .....	<b>82</b>
<b>Potencial Impacto socioproductivo y ambiental</b> .....	<b>83</b>
Análisis Económico Integral De La Producción y Aplicación del Cáñamo en Escenarios Multiobjetivo y Multiparámetros (Rendimiento, Riego, Tecnología de Producción, Destino y Aplicaciones, Etc.) .....	86
<b>Determinación de costos de producción</b> .....	<b>86</b>
<b>Valoración de la producción como materia prima e insumo para la generación de bioenergía alimentación de ganado o construcción. Integrar tales consideraciones ecológicas en un análisis económico.</b> .....	<b>92</b>
<b>Análisis de rentabilidad.</b> .....	<b>93</b>
Complementación con Proyectos de Generación de Energía Renovable en la Provincia ....	95
<b>Antecedentes</b> .....	<b>95</b>
<b>Bases del diseño técnico del proyecto - Proceso industrial de valorización de residuos forestales</b> .....	<b>96</b>
<b>Análisis FODA: Utilización de residuos forestales vs Producción de Cáñamo como recurso biomásico.</b> .....	<b>98</b>
Cáñamo como recurso biomásico.....	98
Desechos forestales como recurso biomásico .....	100
<b>Análisis costo beneficio producción de cáñamo vs aprovechamiento forestal</b> .....	<b>101</b>
<b>Valor de la biomasa</b> .....	<b>103</b>
Cáñamo Industrial: Potencialidades del Mercado De Carbono .....	104
<b>El cáñamo industrial califica para compensaciones de carbono</b> .....	<b>104</b>
<b>¿En qué parte de la cadena de valor creamos créditos de carbono?</b> .....	<b>104</b>
<b>Cómo funcionan los créditos de carbono del cáñamo</b> .....	<b>106</b>
<b>Beneficios de invertir en créditos de carbono del cáñamo</b> .....	<b>106</b>
<b>Estándar Global Para Medir, Reportar Y Monetizar El Secuestro De Carbono En El Cultivo De Cáñamo Industrial</b> .....	<b>106</b>
Hemp Carbon Standard.....	106
<b>Desafíos y consideraciones</b> .....	<b>107</b>
Acciones Participativas para la Formulación de Lineamientos Base para la Implementación de un Plan Estratégico Provincial del Cáñamo Industrial .....	107
<b>Matriz de actores involucrados en el Desarrollo de un Plan Estratégico Provincial del Cáñamo Industrial</b> .....	<b>107</b>

<b>Auditoría de Posicionamiento Estratégico (en el marco de la formulación de recomendaciones)</b> .....	<b>108</b>
<b>Desafíos para el desarrollo de la cadena de valor e Industria del Cáñamo Industrial</b>	<b>111</b>
Visión .....	111
Misión.....	111
Posicionamiento Deseado.....	112
Integración Productiva: Estrategias sectoriales .....	112
Objetivos Generales .....	115
Horizonte de planeamiento para el cumplimiento de objetivos .....	115
<b>Programas Centrales del Plan Estratégico Provincial del CI</b> .....	<b>116</b>
<b>Lineamientos base para la implementación de un Plan Estratégico</b> .....	<b>117</b>
Bibliografía .....	120

### Índice de Figuras

Figura 1 <i>Cuenca del Río Chubut</i> .....	6
Figura 2 <i>Ubicación general de la Cuenca</i> .....	6
Figura 3 <i>Sub-cuencas principales del Río Chubut</i> .....	7
Figura 4 <i>Sub-cuencas Valle Alto del Río Chubut (VARCH)</i> .....	8
Figura 5 <i>Sub-cuencas Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH)</i> .....	9
Figura 6 <i>Sub-cuencas Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH)</i> .....	9
Figura 7 <i>Localidades, distribución en la cuenca y tamaño poblacional (izquierda). Detalle Valle Inferior (VIRCH, derecha), con el Dique Ameghino, las localidades y el valle irrigado (verde brillante)</i> .....	11
Figura 8 <i>Principales actividades productivas y perfiles económicos por departamento</i> .....	12
Figura 9 <i>Producción de Materia Seca</i> .....	19
Figura 10 <i>Principales valles irrigadas de la Provincia del Chubut</i> .....	19
Figura 11 <i>Actividades productivas y población en las tres sub cuencas del río Chubut</i> .....	20
Figura 12 <i>Distribución de parques eólicos en Chubut</i> .....	21
Figura 13 <i>Relevamiento semi detallado de suelos del Valle Inferior del Río Chubut. Laya, Haroldo y colaboradores (1.981)</i> .....	28
Figura 14 <i>Distribución de suelos por clases (capacidad de uso agronómico). Laya, Haroldo y colaboradores. 1981</i> .....	29
Figura 15 <i>Usos y coberturas de suelo en el Virch. EEA INTA Chubut, web 2022</i> .....	29
Figura 16 <i>Tipos de climática según Köppen para el periodo 1980-2016</i> .....	31
Figura 17 <i>Ubicación de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional</i> ....	32
Figura 18 <i>Rangos de precipitación anual media para la provincia del Chubut</i> .....	39
Figura 19 <i>Distribución del Índice de Aridez estimado por relación entre la Precipitación Media Anual (P) y la Evapotranspiración Potencial (ETP) en la provincia de Chubut</i> ....	40
Figura 20 <i>Aptitud agroclimática del territorio argentino para el cultivo de cáñamo, Mora 2019</i> .....	44
Figura 21. <i>Áreas para producción de CI según sensibilidad al fotoperiodo</i> .....	47
Figura 22 <i>Área subóptima para producción de CI, en la provincia del Chubut</i> .....	48
Figura 23 <i>Requerimientos térmicos, según ciclo de cultivo de CI, en la provincia del Chubut</i> .....	48

Figura 24 Zonas climáticas de la provincia del Chubut para producción de CI: relación Precipitaciones/ Evapotranspiración (P/EPT) .....	49
Figura 25 Principales variedades de cáñamo. Instituto de Fibras Naturales y Plantas Herbáceas. ....	51
Figura 26 Rendimiento potencial modelado para el periodo histórico 1990-2021 .....	59
Figura 27 Sistema de riego del VIRCH .....	61
Figura 28 Los 5 principios de la agricultura regenerativa .....	63
Figura 29 Versatilidad de la aplicación del cultivo de cáñamo industrial .....	64
Figura 30 Transformación de biomasa en diferentes productos y usos priorizados para la provincia del Chubut.....	65
Figura 31 Variantes de Aprovechamiento Energético del Cáñamo.....	66
Figura 32 Vías bioenergéticas de conversión de biomasa de cáñamo .....	67
Figura 33 Ciclo de producción de bioetanol a partir da cáñamo .....	71
Figura 34 Ciclo de producción de biogás a partir da cáñamo .....	74
Figura 35 Contenido nutricional de productos derivados de cáñamo Cannabis sativa en alimentación de rumiantes .....	75
Figura 36 Ciclo de producción de alimentos para animales como subproducto a partir da cáñamo .....	75
Figura 37 Explotaciones agropecuarias Provincia del Chubut, por departamentos .....	76
Figura 38 Sub cuencas principales del río Chubut .....	81

## Índice de Tabla

Tabla 1 Participación Relativa de la Provincia y la Región en el VAB .....	12
Tabla 2 <i>Participación por cadenas de las exportaciones de la Provincia del Chubut</i> .....	13
Tabla 3 <i>Indicaciones comparativas de ocupación de la Provincia del Chubut vs Región y País</i> .....	13
Tabla 4 <i>Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Arroyo Lepá.</i> .....	24
Tabla 5 <i>Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Río Gualjaina.</i> .....	26
Tabla 6 <i>Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Río Chubut (Fofo Cahuel a Piedra Parada) (Davel et al. 2015).</i> .....	26
Tabla 7 <i>Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Río Chubut (Piedra Parada a Paso del Sapo).</i> ..	28
Tabla 8 <i>Fecha, Frecuencia e intensidad de heladas – Trelew (SMN, 1956-2020).</i> .....	34
Tabla 9 <i>Fechas, Frecuencia e intensidad de heladas - Paso de Indios (SMN, 1968-2000).</i> ..	36
Tabla 10 <i>Fechas, Frecuencia e intensidad de heladas - Esquel (SMN, 1961-2012).</i> .....	38
Tabla 11 <i>Índices térmicos, fecha de primera y última helada para las tres sub cuencas.</i> .....	44
Tabla 12 <i>Resultados parciales experimentales campaña 2022/2022 – INTA/INASE/IHS</i> ....	51
Tabla 13 <i>Prestaciones de variedades comercializadas por HEMP it ADN</i> .....	52
Tabla 14 <i>Parámetros técnicos de variedades de cáñamo (hemp-it-adn,2024).</i> .....	53
Tabla 15 <i>Rendimientos de tallo y componente, densidad de plantas, rendimiento de semilla, fechas de floración y madurez de semilla y porcentaje de corteza para ensayo de fechas de siembra, Devonport.</i> .....	56
Tabla 16 <i>Maquinaria Agrícola propiedad del estado Provincial- Especificaciones</i> .....	61
Tabla 17 <i>Rendimiento y composición de la fibra de cáñamo en comparación con otros cultivos de biomasa</i> .....	68
Tabla 18 <i>Valores calóricos brutos y netos de algunos combustibles de biomasa</i> .....	68
Tabla 19 <i>Estudio ambiental (ACV) comparativo del cáñamo - diésel con el Gasoil</i> .....	72
Tabla 20 <i>Empresas textiles Parque Industrial Trelew</i> .....	81
Tabla 21 <i>Costos fijos de producción por hectárea</i> .....	89
Tabla 22 <i>Precio de venta de indiferencia del cultivo de CI ante diferentes escenarios de rendimiento en la región de estudio bajo el Planteo técnico de SD</i> .....	90
Tabla 23 <i>Precio de venta de indiferencia del cultivo de CI ante diferentes escenarios de rendimiento en la región de estudio bajo el Planteo técnico de SD</i> .....	90
Tabla 24 <i>Resultados simulados, según escenarios (fibra y semilla)</i> .....	91
Tabla 25 <i>Rendimientos estimados variedad Henola y precios, según destino</i> .....	93
Tabla 26 <i>Comparación de costos de materia prima para usinas</i> .....	104

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 <i>Participación nacional por sector económico del VAB</i> .....	12
Gráfico 2 <i>Variación de la producción de hidrocarburos (2010-2022)</i> .....	14
Gráfico 3 <i>Variación de las capturas de langostino, merluza y calamar (2010-2022)</i> .....	15
Gráfico 4 <i>Producción de Aluminio</i> .....	16
Gráfico 5 <i>Variación de los pernoctantes en la Provincia del Chubut</i> .....	17
Gráfico 6 <i>Variación de producción primaria de la cadena ovina (2010-2022)</i> .....	18
Gráfico 7 <i>Distribución de cabezas bovinas por departamento (2022)</i> .....	18
Gráfico 8 <i>Distribución Nacional de producción de energía eólica 2023</i> .....	21
Gráfico 9 <i>Evolución de los indicadores de demanda y participación en el total país</i> .....	22
Gráfico 10 <i>Temperaturas máximas y mínimas - "Precipitaciones Medias – Trelew (SMN1991-2020)</i> .....	32
Gráfico 11 <i>Distribución y frecuencias de velocidades de vientos – Trelew (SMN 1991-2020)</i> .....	33
Gráfico 12 <i>Heliofanía y Fotoperiodo en medida por las horas de sol - Trelew (FAUBA 2001-2020)</i> .....	34
Gráfico 13 <i>Distribución, velocidad y frecuencias de velocidades de vientos - Paso de Indios (SMN, 1991-2020)</i> .....	35
Gráfico 14 <i>Temperaturas medias máximas y mínimas - Paso de Indios (SMN, 2023)</i> .....	36
Gráfico 15 <i>Temperaturas máximas, mínimas y Precipitaciones - Esquel (SMN, 1961- 2024)</i> .....	37
Gráfico 16 <i>Dirección, velocidad y frecuencias de velocidades de vientos – Esquel (SMN, 2023)</i> .....	38
Gráfico 17 <i>Heliofanía y fotoperiodo en medida por las horas de sol - Esquel (FAUBA, 2001-2020)</i> .....	38
Gráfico 18 <i>Valores caloríficos de la planta entera de cáñamo y sus subproductos en Ceniza y punto de fusión</i> .....	69
Gráfico 19 <i>Inventario ambiental cultivo de cáñamo</i> .....	72

Tras la cumbre sobre el cambio climático celebrada el 2021 en Glasgow (COP26), Argentina asumió el compromiso de avanzar hacia un mundo con cero emisiones de gases de efecto invernadero para 2050, pero antes se estima que es necesario reducir las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en 45% para el año 2030. Para lograr el compromiso de emisiones cero, se requiere una caída de la demanda de crudo desde ahora hasta el año 2050. Por lo tanto, es inevitable que la demanda de petróleo sufra una caída que afectará a todos los productores de petróleo de la región y el impacto se sentirá más en aquellos que tienen una mayor dependencia de este recurso, como es el caso de la provincia de Chubut que posee una estructura productiva de baja diversificación, siendo la segunda provincia petrolera del país (27% del total nacional), la primera en producción de crudo del tipo convencional (40% del total país), y la quinta jurisdicción en producción de gas (6% del total nacional y 12% del gas convencional). Como complemento, Chubut enfrenta debilidades y amenazas en la industria de petróleo y gas, reincidentemente sobre el debate técnico y también político de los yacimientos o cuencas maduras (y marginales), con una declinación acentuada de las curvas de producción de estas energías, en contraste con costos operativos elevados.

Los datos que se dieron a conocer en el Censo 2022 acerca de la migración poblacional y de las inversiones dentro de la región de la Patagonia sirven como una radiografía del declive de la extracción. Esta debilidad/ amenaza puede ser vista como una oportunidad, ante la necesidad de establecer políticas de desarrollo que contribuyan a la toma de decisiones de inversión orientadas a las nuevas demandas energéticas de carácter mundial, alineadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y afrontar el estancamiento económico que ha evidenciado la provincia en las últimas décadas.

En este sentido, la transición energética emerge como una estrategia de política pública de largo plazo, aprovechando los recursos naturales, atrayendo inversiones y ampliando la matriz productiva, en aras de reducir la alta dependencia en la generación de ingresos derivados de la explotación de recursos naturales no renovables (fósiles) y la mitigación de sus impactos ambientales.

En el marco de la geopolítica energética, la región patagónica es trascendental no sólo para la República Argentina y América del Sur, sino para el mundo entero por su gran expansión territorial y por la calidad de sus recursos naturales.

Chubut lidera el desarrollo del hidrógeno verde, no solo por su proyecto inaugurado en 2008 en la ciudad de Comodoro Rivadavia, Hychico, empresa argentina dedicada a la producción de hidrógeno y oxígeno, sino también por sus ventajas comparativas naturales. Tal y como señala Michael Porter (1990) para explicar su Modelo de Diamante, cada nación dispone factores de producción (insumos necesarios para competir en los distintos sectores productivos): mano de obra, tierra cultivable, recursos naturales, capital e infraestructura y exportará aquellos bienes que utilicen de manera intensiva los factores de los que esté relativamente bien dotada. En este sentido, la dotación de factores físicos se vuelve fundamental para planificar y lograr ventajas competitivas, explicado en la abundancia, calidad, accesibilidad y costo de la tierra, así como las condiciones climatológicas y la localización geográfica. Otros factores de alta incidencia para el avance de este tipo de producción basada en recursos renovables son los recursos humanos y los recursos de conocimiento. Los primeros, como consecuencia de la cualificación de categorías profesionales con las que cuenta el país y los segundos, basados en la dotación de conocimientos científicos y técnicos, siendo fuentes de este conocimiento las universidades

y los organismos estatales de investigación y las entidades privadas de investigación, entre otros. en la posibilidad de desarrollo.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de la dotación de factores productivos, Argentina encabeza el despegue regional del hidrógeno verde, una industria nueva con gran potencial para producir una de las energías que protagonizan la transición energética mundial. Sin embargo, se advierte que el país debe actuar rápidamente si quiere atraer inversiones internacionales y posicionarse como principales exportadores en el mediano y corto plazo, siendo necesario definir lo antes posible un marco regulatorio a largo plazo e invertir en la infraestructura necesaria como conexiones entre los centros de producción, las instalaciones de almacenamiento y los centros de demanda. Podría decirse que se cuenta con una ventaja comparativa natural que demanda un enfoque holístico para mejorar la productividad y eficiencia de sus sistemas productivos basados en la biodiversidad de los recursos naturales, preservando los servicios ecosistémicos y aspectos socioculturales.

Por lo tanto, en el corto plazo, es necesario estudiar alternativas a partir de otros recursos renovables para generar energía y diversificar su matriz energética. La biomasa producida de manera sustentable, incluyendo plantaciones y cultivos energéticos, los residuos agropecuarios, los residuos agroindustriales y forestales, y los residuos municipales, entre otros recursos biomásicos, puede contribuir a aumentar la participación de las energías renovables en la matriz energética de la provincia y por ende a las metas del ODS de la Agenda 2030.

Con los recientes cambios en el entorno regulatorio del cáñamo industrial, es posible visualizar el cultivo como una alternativa potencialmente viable y dada su alta demanda internacional, fundamentalmente como alimento y medicina, ha despertado el interés mundial por el producto.

Por su versatilidad y sus características funcionales, el cáñamo industrial tiene un enorme potencial en la agricultura, el reciclaje, la alimentación y como recurso biomásico.

La renovabilidad del cáñamo industrial se alinea con los criterios de permanencia establecidos por el Protocolo de Kioto. Gracias a los avances en la agricultura, el cáñamo se cultiva ahora con fibras largas en plantaciones densas, lo que mejora significativamente su biomasa y su potencial de captura de carbono.

En contraste con el impacto ambiental de la agricultura tradicional, el cáñamo industrial se destaca como un cultivo de auto compensación. Para ponerlo en perspectiva, el sector agrícola del Reino Unido emite un total de 57 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en gases de efecto invernadero, cubriendo 18,5 millones de hectáreas de tierra agrícola. Esto se traduce en un promedio de aproximadamente 3,1 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea en emisiones totales incorporadas. El cultivo de cáñamo, con su uso mínimo de fertilizantes y la completa evitación de pesticidas y herbicidas, resulta en emisiones de carbono sustancialmente más bajas que el promedio agrícola. Además, la materia orgánica dejada en el suelo por el cultivo del cáñamo compensa aproximadamente las emisiones procedentes del cultivo y la gestión. Por lo anterior, es posible que este cultivo sea incluido como práctica de intensificación sostenible (IS), favoreciendo la creación de capital social. Siguiendo a Valdivia et al (2024), en el contexto de ALC, el diálogo entre conocimiento locales o indígenas y la ciencia formal ofrece múltiples oportunidades para la bioeconomía. Los procesos colaborativos deben ser promovidos para generar innovaciones sociales, tecnológicas, prácticas agrícolas, servicios y procesos que permitan optimizar el impacto de los sistemas agrícolas, ganaderos, forestales y alimentarios en los recursos naturales. En paralelo, dichas

innovaciones pueden facilitar el desarrollo de actividades económicas más eficientes y sostenibles que promuevan la agregación de valor y permitan el surgimiento de una economía circular y verde, que tome en cuenta externalidades y servicios ecosistémicos. (p. 64)

La presente propuesta, arribada en diferentes avances, tiene por objetivo estudiar la factibilidad de producción de cáñamo y evaluar el potencial energético como recurso biomásico, principalmente, ya que podría representar una opción más para reducir la huella de carbono que produce el sector de producción de energías (oil and gas), y otras aplicaciones como alimentación y construcción favoreciendo la diversificación productiva y contribuyendo a una solución al desafío planteado. Todo esto enmarcado en un escenario internacional de creciente interés por la investigación, el desarrollo y consumo de las fibras naturales.

### ***Finalidad***

La finalidad del estudio, en sus diferentes entregas, es determinar la factibilidad de la producción del cáñamo (*Cannabis sativa* sp.) en la Cuenca del Río Chubut y relevar las capacidades científico-tecnológicas, técnicas, logísticas, legales y económicas, principalmente como recurso biomásico en iniciativas de generación de energías renovables (biomasa, biogás o biocombustibles) y alternativas de aplicaciones como alimento o materia prima de la industria de la construcción.

Así mismo, se propone establecer, a partir de un diagnóstico de la situación regional y mundial, diversas recomendaciones que permitan aprovechar las potencialidades de la provincia y posicionar competitivamente a la misma en la industria del cáñamo trazando una “hoja de ruta” para alcanzar el objetivo de la incorporación y explotación óptima de esta nueva industria.

Finalmente, el estudio desarrollado se constituirá como instrumento de apoyo, destinado a obtener financiamientos públicos -privados para obras de infraestructura que presten los servicios considerados necesarios para poder implementar en la práctica esta alternativa productiva, respetando los pilares de sustentabilidad (ecológico, económico, socio-político y cultural) y teniendo en cuenta el escenario mundial de los hidrocarburos y cómo las energías renovables emergen en la geopolítica energética global, en términos de seguridad energética.

### ***Objetivos***

#### ***Objetivos Generales***

El presente estudio avanza sobre los siguientes objetivos centrales, los cuales serán cumplidos en las diferentes entregas pautadas:

- a. Evaluar la capacidad productiva del cáñamo en la región para su potencial implementación como recurso biomásico, alimenticio y materia prima en aplicaciones industriales.
- b. Proponer estrategias técnico-productivas, así como, científicas-tecnológicas con el fin de disminuir los riesgos de acciones improvisadas y así colaborar con el diseño de Políticas Públicas para el desarrollo del cáñamo industrial como recurso multipropósito sostenible.

- c. Establecer un panorama integral con la provincia, en contexto con el país y la región, para la incorporación y explotación del cáñamo con impacto económico en la provincia.

### **Objetivos particulares**

#### *Sector Socio – productivo:*

- a.** Dimensionar el impacto socioproductivo que la industria del cáñamo pudiera tener en la provincia.
- b.** Evaluar el impacto económico de la utilización del cáñamo de producción in situ como material energético en proyectos de generación de energía y un análisis comparativo con otros recursos biomásicos en proyectos bioenergéticos.
- c.** Evaluación de la factibilidad técnica-económica de la potencial utilización del cáñamo como alimento para el ganado y como materia prima en proyectos constructivos.
- d.** Definir estrategias de vinculación entre el sistema científico-tecnológico y el sistema socio productivo para favorecer la transferencia tecnológica y la innovación en cáñamo industrial con actores estratégicos del medio socio-productivo.
- e.** Determinar las capacidades de I+D propias de la provincia con el fin de realizar acciones de vinculación con los actores claves para proyectos a partir de la utilización de cáñamo en sectores de Ciencia y Tecnología local y regional (CONICET, INTA, Universidades, laboratorios, entre otros), incluyendo oportunidades en el plano nacional principalmente (centros de I+D, investigadores, entre otros).
- f.** Determinar el mercado específico para las empresas definiendo dónde y cómo vender o integrar la producción de la IC.
- g.** Evaluación del cáñamo industrial y su potencial en el mercado de carbono y la emisión de créditos de carbono.
- h.** Contribuir en gestiones de vinculación y asistencia en aspectos estratégicos con actores claves para proyectos en la IC en el sector público y privado.

#### *Sector agronómico*

- a. Relevar las estadísticas climáticas de la provincia para determinar su aptitud climática para el cultivo del cáñamo.
- b. Relevar las aptitudes agronómicas y realizar una jerarquización de predios de referencia de la provincia que puedan adaptarse a la IC. Relevar requerimientos del cultivo según bibliografía actualizada e identificación de ensayos de CI en otros países y provincias con condiciones edafo-agroclimáticas similares a la Provincia del Chubut.
- c. Proponer estrategias de manejo y usos dentro de la IC de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos en los predios seleccionados.
- d. Evaluar económicamente la producción de cáñamo Industrial, en escenarios multiobjetivo y multiparámetros (rendimiento, riego, tecnología de producción, esquema de rotación de cultivos, etc.)
- e. Realizar un análisis integral económico del sistema desarrollado por zona y en su conjunto.
- f. Difundir los resultados obtenidos a productores, asesores y demás integrantes de la cadena comercial.



Se indica que el nombre Cuenca del Chubut, se debe a la tortuosidad y sinuosidad que presenta (Chubut, en idioma indígena), nace en el cerro Carreras a 2360 m de altura en la provincia de Río Negro, donde se lo conoce como río Alto Chubut.

La cuenca ocupa parte de los departamentos de Ñorquincó en Río Negro, y Cushamen, Futaleufú, Languiño, Gastre, Paso de Indios, Mártires, Florentino Ameghino, Gaiman, Escalante y Rawson, en la provincia de Chubut.

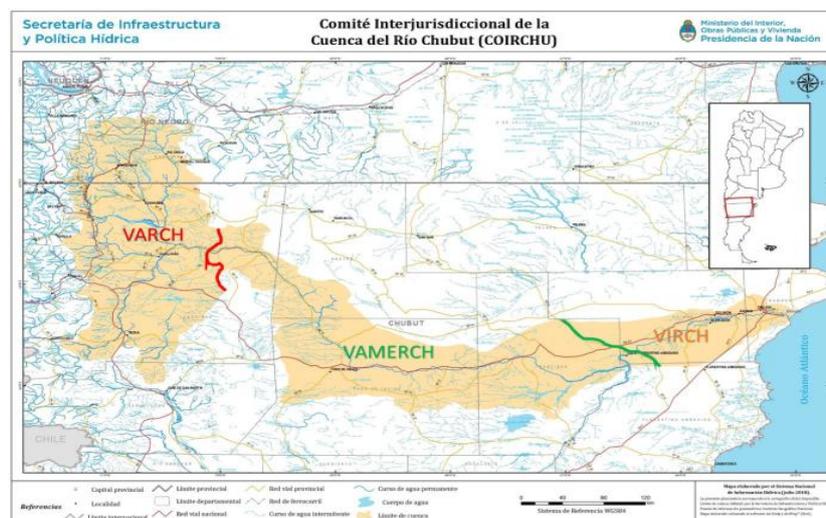
Las localidades más importantes al interior de la cuenca, son Trelew (106.214 habitantes) y Rawson (38.129 habitantes) según datos del Censo Nacional de Población del año 2022. Les siguen Gaiman (12.523 habitantes; Censo del 2022), El Maitén (4.814 habitantes; Censo del 2022), 28 de Julio (579 habitantes), Dolavon (3.962 habitantes, Censo del 2022) y Paso de Indios (1886 habitantes).

Una de las principales actividades económicas agropecuarias es la ganadería extensiva de ovinos que se practica en casi toda la cuenca y en las zonas de valle predomina la producción de forrajes y bovinos. El producto bruto geográfico de la actividad agropecuaria en 2010 fue de 500 millones de pesos (2% del total provincial).

En el área de influencia del litoral marítimo adquieren relevancia la faena, la industria textil y la pesca, estas dos últimas actividades orientadas al mercado externo.

La cuenca se puede dividir en tres sub-cuencas principales (Figura 3): la Cuenca Superior o Alto Valle de Río Chubut (VARCH), la Cuenca o Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH) y la Cuenca o Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH). A estas se agrega la cuenca del Río Chico, un afluente intermitente que se une al Río Chubut en la parte inferior del VAMERCH. Esta cuenca, inactiva, es incluida a los efectos de los estudios y caracterizaciones de línea de base, pero que no será tomada en cuenta a los efectos de las intervenciones y propuestas que emanen de este estudio. La formulación de propuestas se circunscribe a la cuenca activa del río Chubut.

**Figura 3**  
*Sub-cuencas principales del Río Chubut*



Fuente Comité Interjurisdiccional de la cuenca del Río Chubut

### Valle Alto del Río Chubut (VARCH)

El Valle Alto del Río Chubut (VARCH) dispone de un rico potencial hídrico y de tierras con posibilidades de ser incorporadas a la producción intensiva de forraje para ganadería o

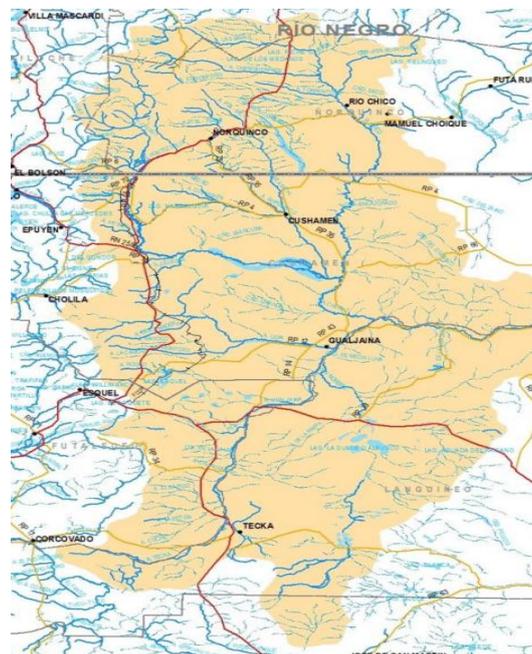
de nuevas alternativas fruti-hortícolas que posibiliten la creación de nuevos puestos de trabajo, incorporen valor agregado al producto y permitan el arraigo de los pobladores nativos.

Con una extensión de 23.188 km<sup>2</sup>, el VARCH comprende el 40% de la cuenca, de los cuales aproximadamente 8.000 km<sup>2</sup> se encuentran en la Provincia de Río Negro. Es la más compleja y diversa en términos biogeográficos e hidrológicos, ya que tiene el mayor gradiente topográfico y climático, con alturas promedio que van de los 2.000 msnm a los 1.500 msnm y con precipitaciones decrecientes y temperaturas crecientes hacia el este.

En esta Sub-cuenca, el Río Chubut concentra el 58 % de las hectáreas regadas, de las cuales el 99% corresponden a pasturas implantadas. Los sistemas de riego utilizados en un 26 % de las hectáreas regadas es altamente tecnificado, y el perfil de los productores, como las escalas de los establecimientos a lo largo del valle son variados, así como también el nivel tecnológico que desarrollan para llevar adelante sus producciones.

**Figura 4**

*Sub-cuencas Valle Alto del Río Chubut (VARCH)*



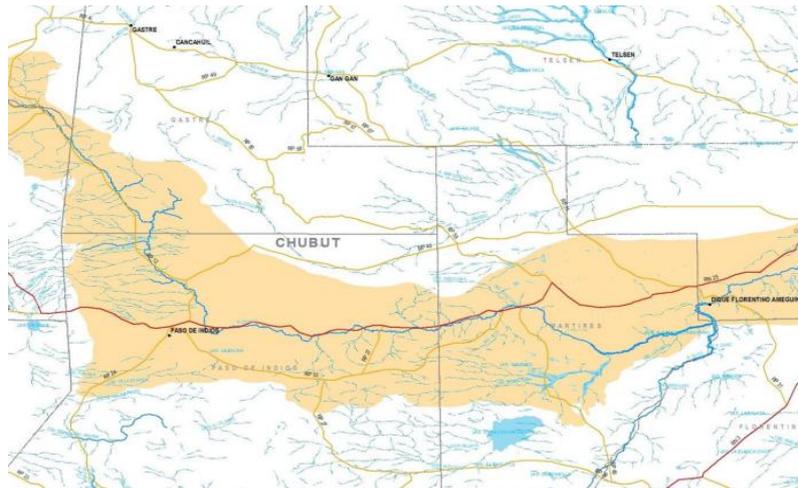
#### Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH)

El Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH) tiene una superficie de 18.562 km<sup>2</sup> (32% de la cuenca) y es un área relativamente más homogénea que las otras sub-cuencas, con alturas oscilando entre 1.500 – 1.900 msnm, descendiendo a los 500 msnm en las proximidades del Dique Ameghino, y pendientes medias que varían entre 0,6% y 0,8%. El VAMERCH termina en la represa Ameghino, inaugurado en el año 1963 como presa multipropósito, para evitar las inundaciones ante las recurrentes crecientes del río, almacenar agua en invierno y primavera para poder abastecer al sistema de riego del VIRCH durante el periodo estival y producir energía eléctrica.

Comprende unas 70 empresas ganaderas que poseen costa de río entre las localidades de Las Plumas al este (Dpto. Mártires) y Piedra Parada al oeste (Dpto. Languiño), tocando también los departamentos de Paso de Indios, Cushamen y Gastre. La longitud del área es de 350 km entre sus extremos y unos 20 km a cada margen. Por

relevamientos realizados se estima que existen 8.000 ha sin restricciones para la agricultura y otras 10.000 ha con aptitud para pasturas consociadas.

**Figura 5**  
*Sub-cuencas Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH)*



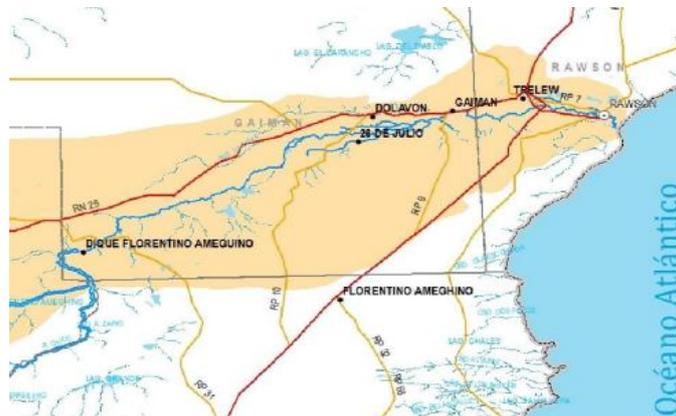
### Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH)

El VIRCH tiene una extensión de 5.960 km<sup>2</sup> (10% de la cuenca), con dos zonas bien diferenciadas: una zona superior con amplios valles aluviales, y una zona inferior, el valle agrícola irrigado (17.740 ha). Este está sustentado por una extensa red de canales, abastecida por dos canales principales que recorren el valle sobre ambas márgenes (norte y sur). El río Chubut desagua en el Océano Atlántico en la Bahía Engaño. Las cotas en general no superan los 280 msnm, disminuyendo las alturas acercándonos a la línea de mareas. Las pendientes medias en este tramo de la cuenca se encuentran alrededor de 0,4 % y 0,5%.

En el Valle se practica una horticultura extensiva, el cultivo de alfalfa y la ganadería (ovina y bovina). En los últimos años ha adquirido relevancia la producción de cerezas con un total de 300 ha productivo. La cosecha de 2023 fue de 2000 toneladas aproximadamente de las cuales el 40% se exportó a España y USA principalmente. En la zona cordillerana el turismo ha crecido en la última década en virtud del incremento considerable de la oferta hotelera y los servicios turísticos asociados.

El VIRCH tiene una longitud de unos 90 km orientados en dirección Oeste- Este y está localizado en las coordenadas 43 y 44° Latitud Sur a unos 1400 km de Buenos Aires.

**Figura 6**  
*Sub-cuencas Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH)*



Todo el VIRCH recibe riego a partir del río Chubut con un módulo anual de 48 m<sup>3</sup>/s. Desde 1963, el Dique Florentino Ameghino construido sobre el Chubut regula el curso del río. El dique resolvió en su momento el problema de las inundaciones recurrentes, pero generó en problemas de drenaje ya que el drenaje natural del río en verano y otoño fue restringido y la profundidad de la napa tendió a disminuir.

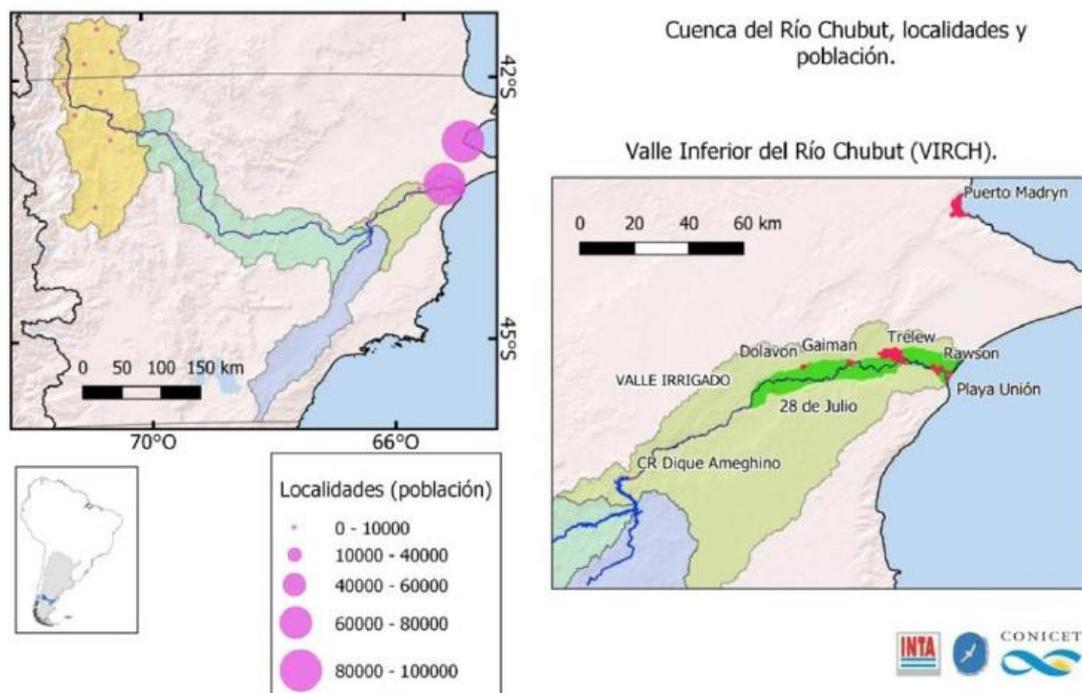
Aunque existen más de 48.000 ha disponibles para el riego, hay limitantes de suelo (principalmente por acumulación de sodio y sales) que afectan a más del 50% con lo que el área se reduce a valores que van de 19.000 a 23.000 ha (Luque, INTA). Sólo 10.447 ha (25.2% de los suelos) en el valle no presentan limitaciones debidas a sodio o salinidad, con lo que estos suelos son potencialmente aptos para todo tipo de cultivos.

### ***Características Demográficas y División Política***

La población total de la cuenca es de 300.000 habitantes, casi en su totalidad se encuentra dentro la Provincia de Chubut, y está fuertemente concentrada en el valle inferior. Las comunidades de inmigrantes que se asentaron a lo largo del valle agrícola dieron lugar a un conjunto de ciudades y pueblos (Figura 7): Rawson, la capital provincial, y Playa Unión (núcleo urbano asociado al Municipio de Rawson sobre el litoral Atlántico), Trelew, la ciudad más populosa del valle, Gaiman, Dolavon, 28 de Julio y Dique Ameghino.

**Figura 7**

Localidades, distribución en la cuenca y tamaño poblacional (izquierda). Detalle Valle Inferior (VIRCH, derecha), con el Dique Ameghino, las localidades y el valle irrigado (verde brillante)



Fuente: Cuenca del Río Chubut. Análisis de Factibilidad para Fondo de Agua. Mayo 2020.

Por su dimensión y actividad comercial, Puerto Madryn, una ciudad externa a la cuenca, está funcionalmente asociada al VIRCH, ya que influencia y es influenciada en forma significativa por todos los procesos socioambientales y productivos del VIRCH a través de su dependencia hídrica del Río Chubut y su papel como puerto regional de aguas profundas.

El resto de la cuenca, donde la actividad prácticamente excluyente es la ganadería extensiva, tiene una población reducida y dispersa, con poblados rurales a lo largo del curso del río como Las Plumas, Los Altares y Paso del Sapo en la cuenca media. Se estima que la cuenca superior del río Chubut representa entre un 3 % y un 4 % de la población total de la cuenca. Los pueblos más destacados son El Maitén, Cushamen, Fofó Cahuel, Leleque, Costa del Chubut, Gualjaina y Tecka en la provincia de Chubut.

La cuenca superior del río Chubut es también hábitat de comunidades Mapuches, Tehuelches y Mapuche-Tehuelches distribuidos tanto en la provincia de Río Negro como en la provincia de Chubut.

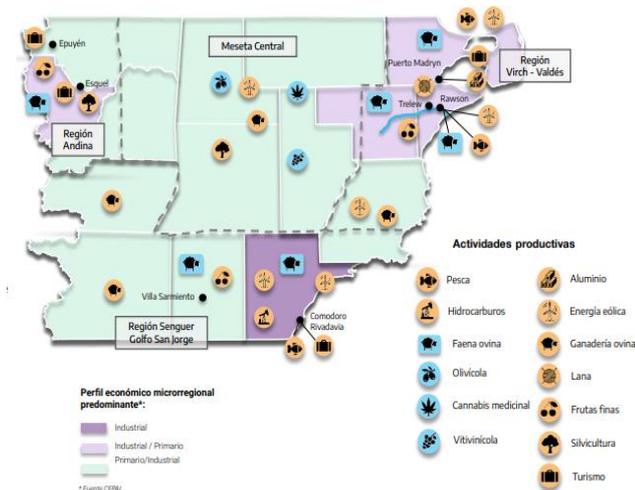
### **Caracterización Económica y Actividades Productivas**

#### *Caracterización General*

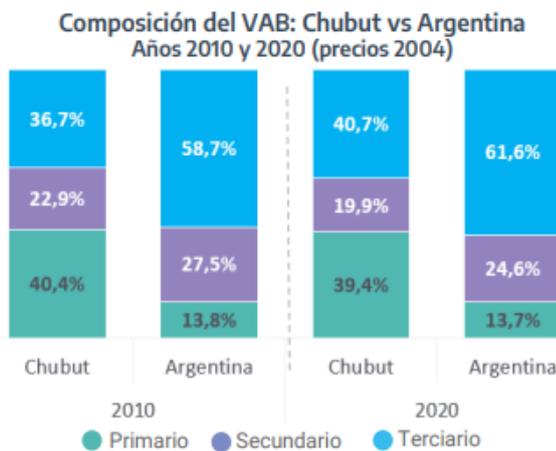
La provincia posee una estructura productiva de baja diversificación. Las actividades productivas más relevantes son: la extracción hidrocarburífera en donde se ubica como la 2° provincia petrolera del país (27% del total) y la 1° en producción de crudo del tipo convencional (40% del total país), además de ser la 5° jurisdicción en producción de gas (6% del total nacional y 12% del gas convencional); la producción de aluminio (única provincia productora del país); la pesca marítima (2° provincia pesquera con el 30% de las capturas nacionales) y

la ganadería ovina (25% del stock nacional). Por su parte, dentro de los servicios se destaca el turismo con Puerto Madryn como la localidad turística más importante.

**Figura 8**  
Principales actividades productivas y perfiles económicos por departamento.



**Gráfico 1**  
Participación nacional por sector económico del VAB



La participación relativa de la provincia de Chubut en el VAB (Valor Agregado Bruto) nacional es aproximadamente el 2,2% y 22,3% de la Región Patagónica.

**Tabla 1**  
Participación Relativa de la Provincia y la Región en el VAB

**Participación relativa de la provincia y la región en el VAB<sup>(4)</sup>**  
Año 2020 (precios constantes 2004)

Indicadores	
Participación de la desagregación geográfica del VAB de Chubut en el total Nacional (%)	2,2%
Participación de la desagregación geográfica del VAB de Chubut en el total región Patagonia (%)	22,3%
Participación de la desagregación geográfica del VAB de Patagonia en el total Nacional (%)	10,1%

(4) Desagregación Geográfica del VAB, CEPAL-Ministerio de Economía-Ministerio de Desarrollo Productivo.

En 2021, la mitad del ingreso de divisas por exportaciones fueron aportados por el sector hidrocarburífero (fundamentalmente, aceites crudos de petróleo) que, en conjunto con el sector pesquero (langostinos) y el aluminio, explican el 95% de las ventas externas de la provincia. Para el mismo año, Chubut ocupó el 4º lugar en el ranking exportador nacional (24 jurisdicciones) con un aporte del 3,7% del valor exportado con una caída interanual del 0,8%. Los principales destinos fueron Estados Unidos (40%), Emiratos Árabes (14%), España (9%) y Países Bajos (9%).

**Tabla 2**  
*Participación por cadenas de las exportaciones de la Provincia del Chubut*

**Principales cadenas exportadoras. Año 2021**

Nº	Principales cadenas	Exportaciones			Var. % i. a.	Contribución a la variación %	Principales productos
		Millones US\$ FOB	Part. %	Part. Acum %			
1	Hidrocarburos	1.463	50%	50%	70,1%	29,7%	Aceites crudos de petróleo
2	Pesca marítima	750	26%	76%	27,3%	7,9%	Langostinos
3	Aluminio	557	19%	95%	14,0%	3,4%	Aluminio sin alear y aleaciones de aluminio
4	Ganadería ovina	122	4%	99%	62,5%	2,3%	Lana
	Resto	17	1%	100%	-0,8%	-0,0%	-
	<b>Total Provincial</b>	<b>2.908</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>	<b>43,3%</b>	<b>43,3%</b>	<b>-</b>

Al IV trimestre de 2022, la provincia registraba una tasa de empleo del 42,2%, en línea con la región, pero 1,4 puntos porcentuales (p.p.) por debajo del nivel nacional. Por su parte, la desocupación midió 3,8%, 1 p.p por debajo de la región y 3,2 p.p. de la media nacional. Si bien tanto en la región como a nivel país la desocupación tiene mayor incidencia sobre las mujeres, Chubut presenta tasas similares respecto a la desocupación de los hombres (3,8% en mujeres vs 3,7% en hombres).

**Tabla 3**  
*Indicaciones comparativas de ocupación de la Provincia del Chubut vs Región y País*

**Indicadores de ocupación**

Ocupacionales	Chubut	Patagonia	Total País	Chubut	Patagonia	Total País
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
	2020 - IV Trimestre			2021 - IV Trimestre		
Tasa de Actividad (%)	43,9	44,2	45,0	43,9	44,2	46,9
Tasa de Empleo (%)	42,1	40,8	40,1	42,2	42,1	43,6
Tasa de Desocupación (%)	4,2	7,6	11,0	3,8	4,8	7,0

(1) Se consideraron los aglomerados Comodoro Rivadavia - Rada Tilly y Rawson - Trelew (2) Comprende Santa Rosa - Toay, Comodoro Rivadavia - Rada Tilly, Neuquén - Plottier, Río Gallegos, Ushuaia - Río Grande, Rawson - Trelew y Viedma - Carmen de Patagones. (3) Total País corresponde a los 31 aglomerados urbanos relevados por la EPH. Fuente: SSPPyS con base en EPH, INDEC.

La provincia da cuenta del 1,6% de los puestos formales privados del país y presenta salarios un 51% por encima del salario medio privado a nivel nacional.

En cuanto a las características socio-económicas, en el IV trimestre de 2022 Chubut registró ingresos per cápita por \$39.860, 23,8% por encima de la media nacional y una brecha de ingresos de 10,7, 35,2% por debajo del nivel nacional. Al II semestre del 2021, la pobreza se ubicó en 30,9%, por debajo de la región y el país (31,7 y 37,3, respectivamente).

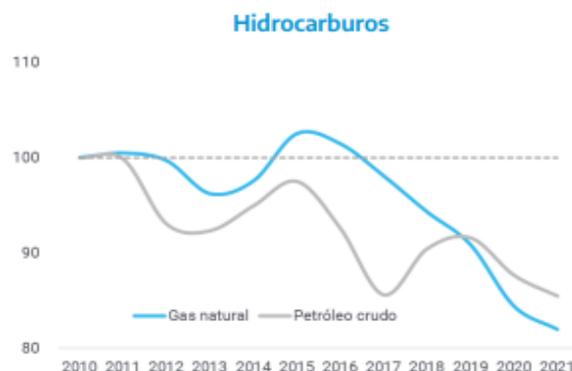
#### *Cadenas Productivas Vigentes*

A continuación, se recupera la información del sitio oficial Argentina, referida a las cadenas productivas que se destacan en la provincia.

## **Hidrocarburos**

En los últimos años, la producción en Chubut tuvo una declinación de producción, tanto por la maduración de los pozos de hidrocarburos como por el debilitado interés en la producción convencional, dado que las principales inversiones de innovación y exploración se encuentran actualmente orientadas hacia el sector no convencional. En 2016, Chubut producía 9,7 millones de metros cúbicos diarios (mm<sup>3</sup>/d) y actualmente produce 8 mm<sup>3</sup>/d. Por su parte, la producción de crudo se mantuvo estable entre 22.000 y 24.000 metros cúbicos por día en la última década. No hay en la provincia grandes complejos de transformación de hidrocarburos (separación de gases, transformación petroquímica y refinación) resultando la mayor parte de la producción de upstream (producción primaria) en las cuales operan 17 empresas. Las principales empresas productoras son Pan American Energy (PAE), YPF, Capsa y Tecpetrol”.

**Gráfico 2**  
*Variación de la producción de hidrocarburos (2010-2022)*

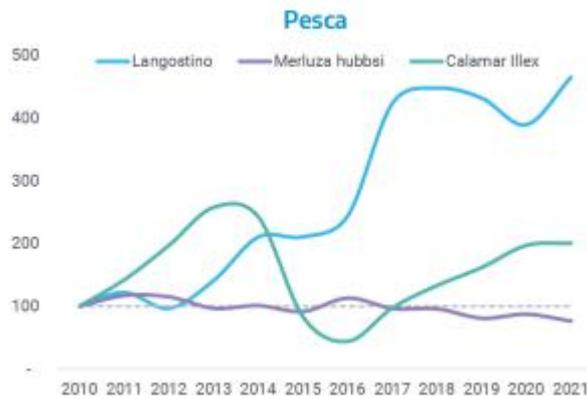


## **Pesca**

- Chubut ocupa el segundo lugar como provincia pesquera, después de Buenos Aires. El puerto de mayor importancia para la actividad pesquera es Puerto Madryn, seguido por puertos de menor relevancia como Rawson, Comodoro Rivadavia y Caleta Córdova. Durante 2022 las actividades relacionadas a la pesca tuvieron un promedio de 4.000 trabajadores registrados.
- Fase Primaria: El 70% de las capturas corresponden a crustáceos, principalmente langostinos, mientras que un 20% corresponden a peces, principalmente merluza. La producción pesquera de la provincia está fuertemente orientada a la exportación. Debido a los procesos de transformación, rindes y variación de stocks, la relación entre toneladas exportadas y capturas no es lineal. El sector es el tercer complejo exportador más importante de la provincia. En 2022 se registraron U\$S 517 millones en ventas externas.
- Fase industrial Productos: Conservas, bloques y filetes, anillas y tubos Existen casi 30 empresas de procesamiento pesquero. Las principales son de capital español (Pescapuerta Argentina, Iberconsa, Grupo Conarpesa, Altamare) y una de capitales locales (Alpesca). En el Parque Industrial Pesquero, ubicado en la ciudad de Puerto Madryn, se alojan algunas de las principales empresas del sector. De acuerdo a datos del SENASA, existen 11 Plantas Procesadoras en tierra autorizadas a exportar productos pesqueros a la Unión Europea.

**Gráfico 3**

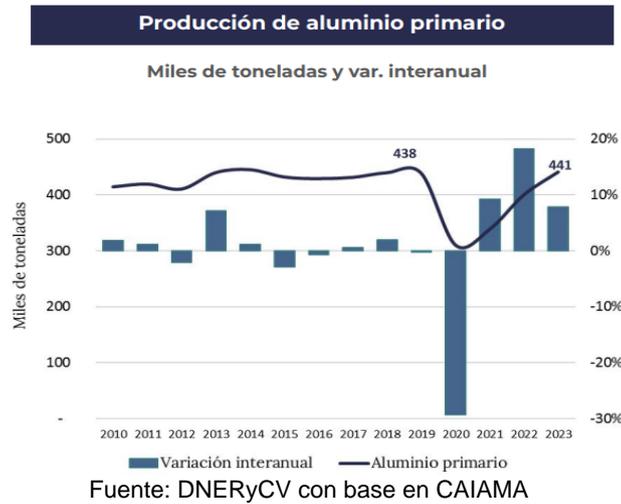
*Variación de las capturas de langostino, merluza y calamar (2010-2022)*



### **Aluminio**

- El epicentro de la actividad industrial en la ciudad de Puerto Madryn gira en torno a la destacada presencia de Aluar Aluminio Argentino SAIC, una empresa con cuatro décadas de trayectoria en la producción de aluminio y de origen nacional. Aluar ocupa un lugar preponderante en la industria del aluminio en Argentina y desempeña un papel crucial en la economía local. La empresa es la única productora de aluminio primario del país y destina el 65% de su producción al mercado a la exportación
- Producción Primaria: Producto: Aluminio primario La empresa emplea en la provincia cerca de 1.600 puestos de trabajo. Cuenta con una planta de generación eléctrica que utiliza gas como combustible. En la planta de Puerto Madryn se encuentra la División Primaria donde se produce aluminio primario con una producción anual de casi 460.000 toneladas. El principal producto exportado del sector es aluminio en bruto (aproximadamente en un 80%) seguido de alambre. En 2022 la provincia exportó U\$S 679 millones constituyéndose como el segundo complejo exportador más importante de la jurisdicción.
- Fase industrial Productos: Lingotes de aluminio, aleación, aluminio secundario, semiterminados Los principales agentes de la cadena son Aluar Aluminio Argentino y Exal (Triuvium). Aluar produce aluminio primario (única productora del país) y semielaborados de aluminio, mientras que Exal se dedica a la producción de semielaborados (tejos). El resto de la cadena está conformada por firmas de menor tamaño que se ubican eslabones hacia adelante en la cadena y se dedican a la transformación de la materia prima que les provee Aluar. En 2023, se produjeron cerca de 441 mil toneladas de aluminio primario, recuperándose los niveles pre pandemia. El uso de la capacidad instalada rondó el 96% (capacidad total 460 mil tn).

**Gráfico 4**  
*Producción de Aluminio.*

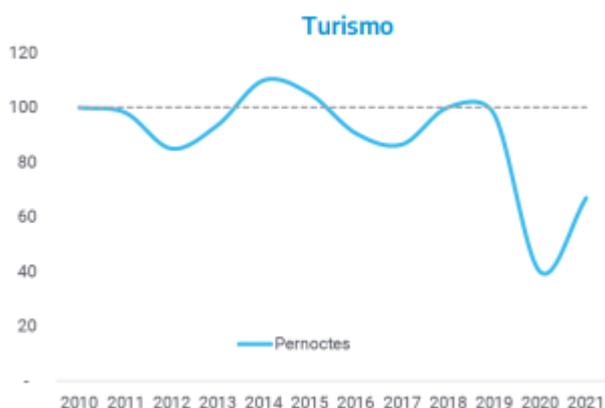


### **Turismo**

- Dentro de la oferta turística provincial del país, Chubut ocupa la quinta y séptima medida en términos de cantidad de establecimientos (4,7% del total nacional) y cantidad de plazas (2,8%), respectivamente. La actividad turística de la provincia se desarrolla fundamentalmente en el área de Península de Valdés en Puerto Madryn. Durante 2022 se registraron en la provincia un promedio de 4.000 puestos de trabajo registrados pertenecientes a la categoría “Hotelería y restaurantes”.
- Productos: Actividades invernales, visita a parques naturales, turismo activo (trekking, rafting, montañismo, kayakismo), senderismo, pesca deportiva y turismo paleontológico. La actividad turística de la provincia se desarrolla en la zona costera y cordillerana. Sin lugar a dudas, sobresale la Península de Valdés, declarada en 1.999 Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. Este destino turístico es relevante debido al avistamiento de ballenas, fauna marina y aves. Puerto Madryn y Puerto Pirámides concentran la mayor oferta hotelera de la provincia. En el otro extremo provincial junto a la cordillera se pueden realizar actividades asociadas a la nieve, como por ejemplo en el centro de esquí de Esquel. También se destaca la zona de Epuyen, Trevelin y los Parques Nacionales de Los Alerces y Lago Puelo. En estos destinos los turistas practican trekking, rafting, montañismo y demás prácticas de turismo activo. Además de los Parques Nacionales mencionados, se resaltan las doce Áreas Naturales Protegidas que sirven como hogar para una variada gama de especies de aves, animales terrestres y marinos.

**Gráfico 5**

*Variación de los pernnoctantes en la Provincia del Chubut*



### **Ganadería Ovina**

- Chubut es, a marzo de 2022, la provincia con mayor existencia de ganado ovino del país. Entre carneros, ovejas, capones, borregos y corderos posee un stock de 3.109.746 cabezas, lo que representa el 25% del total nacional. La principal orientación de los establecimientos se centra en la producción de lana fina. El proceso de lavado, cardado y peinado de la lana se lleva a cabo en el Polo de Trelew, que desempeña un papel fundamental al industrializar y comercializar cerca del 90% de la producción de lana de todo el país. Durante 2022, la cría de ganado y producción de lana contó con un promedio de más de 1.500 empleados registrados en la provincia.
- Producto: Cabezas de ganado ovino. La estructura primaria de los productores es muy disímil. La mayoría de la producción (90%) se realiza en grandes establecimientos con más de 5.000 cabezas. El 10% de la producción restante son pequeños establecimientos que representan el 60% del total de unidades productivas dedicadas a esta actividad. En los últimos diez años la actividad se vió perjudicada por factores externos como sequías y caída de cenizas que arrasaron con la disponibilidad de forrajes para el ganado. Actualmente el sector lanero experimenta una fuerte caída del precio internacional de la lana.
- Fase industrial Productos: Lana, hilados de lana, tejidos de punto, carne ovina En 2021 Chubut produjo unas 11.000 toneladas de lana sucia, representando alrededor de un 27% de la producción nacional. Las exportaciones de lana (tanto sucias como elaboradas) alcanzaron los U\$S 107 millones en 2022, alrededor de un 4% de todo lo exportado por la provincia. La provincia es la principal exportadora del país, con una participación superior al 50% de las ventas de todos los productos de la cadena lanera de Argentina.

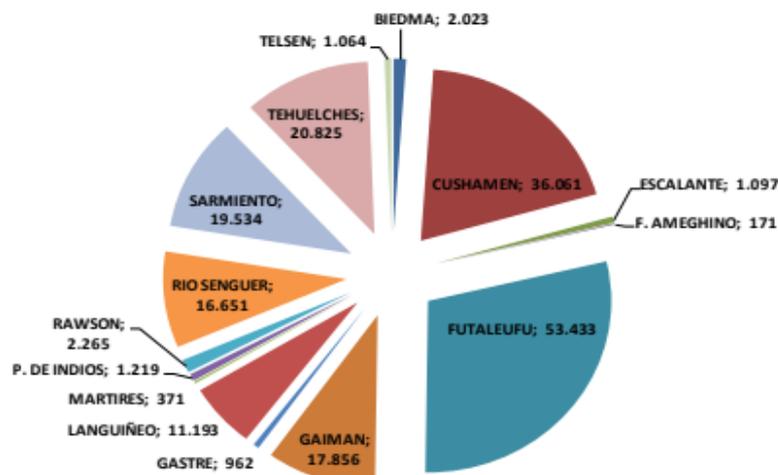
**Gráfico 6**  
Variación de producción primaria de la cadena ovina (2010-2022)



### Ganadería Bovina

- La producción bovina se desarrolla principalmente en áreas de valles, mallines y la zona cordillerana con mayor potencial forrajero y en áreas de bosque, donde se asienta una parte importante de la producción. De acuerdo al stock de SENASA (2018), la provincia cuenta con 251.9058 cabezas bovinas concentradas principalmente en los departamentos de Futaleufú, Cushamen, Gaiman y Sarmiento.

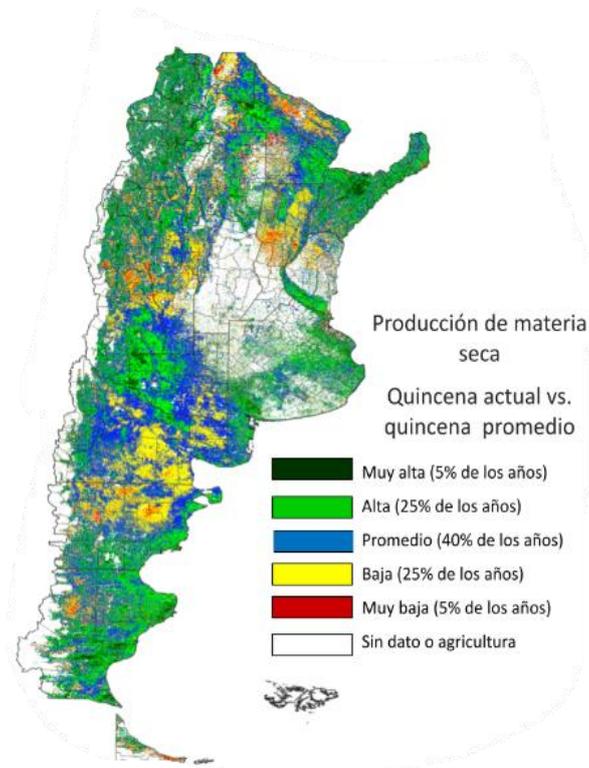
**Gráfico 7**  
Distribución de cabezas bovinas por departamento (2022)



- La cría, generalmente está asociada a las áreas de precordillera y de mayor potencial forrajero. Desde aquí, los terneros producidos son luego llevados a zonas más aptas para el engorde y la terminación. Si bien la recría y engorde, por su parte, se efectúa mayoritariamente en los valles, actualmente se observa un aumento en la realización del ciclo completo en algunas zonas que tradicionalmente eran de cría. Por otro lado, el engorde de bovinos suele realizarse a corral, aunque también se observan productores que lo llevan adelante sobre pasturas, suplementación a campo y, finalmente, hacen la terminación a corral.
- En relación al uso de la tierra, el 90% de la superficie de la provincia está cubierta por pastizales naturales y pasturas implantadas que se utilizan en la producción ganadera.

La disponibilidad forrajera de los pastizales varía según los ambientes como puede apreciarse en el siguiente mapa:

**Figura 9**  
*Producción de Materia Seca*



### **Forrajes**

- La cantidad y calidad de forraje es el componente clave en la viabilidad de la ganadería bovina chubutense. La cría es posible si se realiza sobre pasturas o pastizales de calidad.
- La superficie implantada es de 34.000 hectáreas. El 50% de la superficie cultivada está implantada con forrajeras perennes y el 40% con Bosques y/o Montes. El 10% restante corresponde a frutales, hortalizas y viveros. La actividad agrícola se desarrolla en áreas irrigadas: Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH), Colonia Sarmiento, Colonia 16 de Octubre, (Esquel-Trevelin), Cholila, Epuycn, El Hoyo, y Corcovado. El gráfico siguiente muestra los principales valles bajo riego.

**Figura 10**  
*Principales valles irrigados de la Provincia del Chubut*



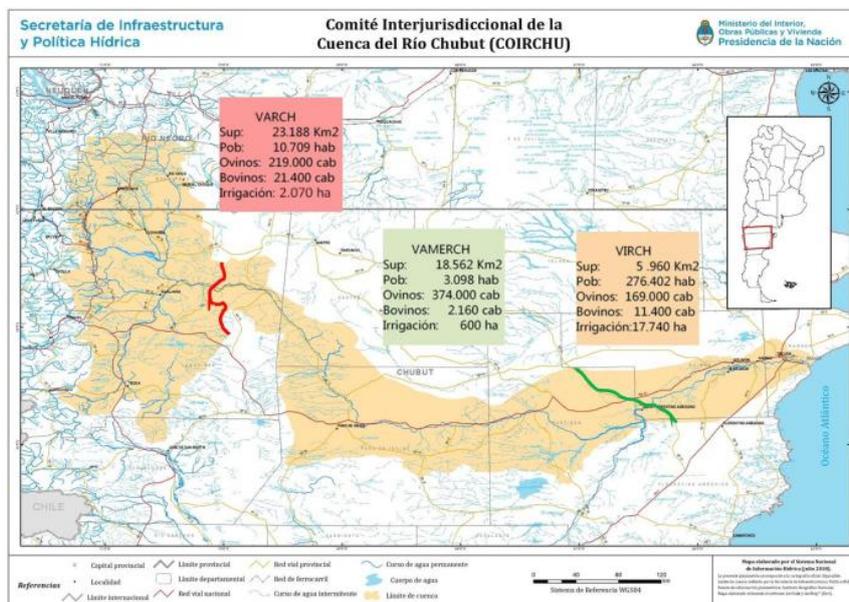
- Se registran algunos casos aislados de producción de forrajes con cultivos anuales como el maíz o el sorgo.
- La zona de máxima relevancia es el Valle Inferior del Río Chubut, el cual ocupa el 80% del área cultivada. Los suelos de mayor aptitud son destinados a la producción del cultivo de alfalfa para la producción de fardos, para la venta o para su utilización dentro del predio en los meses invernales, y para la producción de verdes de verano de alta productividad y calidad como el maíz.
- Una importante superficie del valle se encuentra improductiva por un proceso paulatino de disminución de la rentabilidad que ha llevado al abandono de esas tierras fundamentalmente por poseer suelos con características desfavorables (presencia de sales y texturas pesadas) que los hacen menos atractivos y rentables para la puesta en producción.

### ***Integración Cadena Ganadera y Forrajes***

- La actividad ganadera es la de mayor desarrollo en toda la cuenca, siendo la ovina la actividad de mayor extensión geográfica (Figura 11), con una mayor representación en el VAMERCH y en el VARCH, aunque la mayor parte de la faena ovina se traslada al VIRCH (Departamentos de Gaiman y Rawson), al igual que la industria lanera que se concentra en Trelew.
- En la cuenca superior, la ganadería caprina es otra actividad importante, siendo más preponderante para el departamento de Ñorquincó en Río Negro, donde se concentra casi un 15% de la producción caprina de toda la provincia.

**Figura 11**

*Actividades productivas y población en las tres sub cuencas del río Chubut.*



## ***Cadenas Emergentes***

### ***Energías Renovables***

- En 2018 Chubut contaba con 184 MW de potencia renovable instalada, correspondiendo al 26% del total de energías alternativas en el país. Para 2022 pasó a ser la provincia con mayor generación de energía renovable del país con 433,7 MW, superando a Buenos Aires.

- Esta capacidad de generación de la Patagonia representa actualmente el 59 % del total que se produce a partir de energías renovables en Argentina y la Provincia del Chubut contribuye con el 68.7%.

**Gráfico 8**  
Distribución Nacional de producción de energía eólica 2023.



Fuente: sitio web Argentina, elaborado por CAMMESA, 2023

- Las energías renovables en la provincia se explican principalmente por los parques eólicos, varios de los cuales se encuentran entre los más grandes del país. El Parque Eólico Rawson fue el primer parque a gran escala en el país. Consta de tres proyectos inaugurados consecutivamente, los dos primeros en el marco del GenRen y el tercero en el marco del Mater. Todos ellos cuentan con un factor de capacidad que los coloca entre las instalaciones de mayor rendimiento en el mundo: Rawson I y II, cada uno con 42% y Rawson III, con 49,2%. En conjunto, aportan anualmente 416 GWh a partir de 55 aerogeneradores. Las principales limitaciones en la generación de energía eléctrica se encuentran en la capacidad de transporte del sistema.

**Figura 12**  
Distribución de parques eólicos en Chubut.



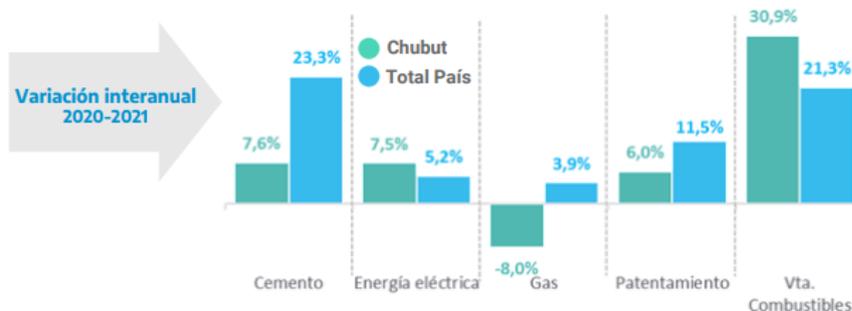
Fuente: elaborado por el IGN con base en datos de CAMMESA.

### Consideraciones sobre el área de estudio

- Los próximos años de la gestión del gobierno del Chubut vuelve a poner en el centro del debate el perfil económico y productivo de la provincia. Chubut puede seguir siendo una provincia esencialmente dedicada a producciones primarias y exportadora de materias primas sin ningún proceso de elaboración o tratar de tejer un nuevo esquema complementario de entramados productivos que le incorporen actividades diversificadas y que sumen valor agregado a sus productos primarios.
- En la economía de Chubut, tiene un mayor peso la producción de servicios que la de bienes que no generan significativos índices de valor agregado. En el formato de evolución de los indicadores de demanda y participación en el total país puede observarse cuáles han sido las modificaciones que experimentó la provincia a lo largo de las últimas décadas.

**Gráfico 9**

*Evolución de los indicadores de demanda y participación en el total país.*



- Puede considerarse un descenso en las actividades productivas con agregado de valor al analizar la evolución de los principales insumos de las principales actividades productivas de la provincia.
- La estructura económica y productiva posee una dispersión significativa si se tiene en cuenta su historia esencialmente petrolera. La extracción de hidrocarburos es el rubro de mayor importancia, aunque esa posición de privilegio es compartida por la industria manufacturera a partir esencialmente de la producción de aluminio.
- El tercer rubro en importancia, pero en descenso y casi en un pie de igualdad con los otros dos es el de la construcción; mientras que por detrás se posicionan el transporte y las comunicaciones, las actividades de servicios inmobiliarios y la administración pública.
- El petróleo, aluminio y construcción son las tres actividades productivas centrales de Chubut.
- Las fluctuaciones en el terreno petrolero explican en gran medida las crisis provinciales que impactan de lleno en la recaudación del Estado provincial, pero también en el ámbito del empleo y la economía en su conjunto como una derivación del consumo en la sociedad chubutense.
- El sector que más se contrajo en toneladas fue el petrolero, ya que cayó un 39,3% y pasó de 4.048 toneladas en 1998 a las 2.455 toneladas registradas en 2018; mientras

que el de los pescados y mariscos sin elaborar decreció 28% en dos décadas, bajando de 177 toneladas a las 128 toneladas del año pasado.

- Estos tres rubros mencionados concentraron el año pasado más del 95% del total de las exportaciones provinciales medidas en dólares y en ninguno de los tres casos las manufacturas vendidas al exterior incorporan valor agregado aportado desde Chubut, ya que se trata de exportaciones de materias primas sin elaboración.
- Esa tendencia de concentración de las materias primas exportadas es una constante en los últimos 20 años. Incorporar valor agregado a las exportaciones es una de las claves principales para Chubut, aunque conseguirlo no es una tarea sencilla e inclusive genera debates sobre cómo hacerlo y de qué manera equilibrar el desarrollo productivo con su competitividad en el comercio mundial.
- Los alcances de estos debates productivos en torno de las materias primas para nada deben imposibilitar la apertura de nuevos nichos productivos, donde se desarrollen opciones mundialmente competitivas en el terreno de las estrategias culturales, el software y los servicios.
- Al mismo tiempo deben extenderse y ampliarse las fuentes de generación de ingresos de la provincia apuntando a un mayor desarrollo del turismo e inclusive el desarrollo de las energías renovables a las que se debería gravar impositivamente para que generen mayores ingresos a Chubut.
- En este contexto, el creciente mercado del cáñamo industrial podría abrir inmejorables oportunidades económicas para el país y la provincia. Por su versatilidad y sus características funcionales, el mercado del cáñamo industrial tiene un enorme potencial en la agricultura y en la rotación de cultivos, en la alimentación animal y vinculado a esto la bioenergía. El cáñamo puede crecer en una gran variedad de climas y suelos en la mayor parte del mundo, puede plantarse en terrenos no aptos para otros cultivos y ayuda a reconstituir el suelo eliminando metales pesados y otros contaminantes.
- Así como se demostró con el maíz para forraje, con un potencial excepcional en el VIRCh (zona marginal), alcanzando rendimientos récord de 120 toneladas de material verde por hectárea, que representa el triple del promedio nacional. Lo mismo podría darse con el cáñamo.

### ***Caracterización de Ambientes Edáficos***

#### ***Descripción General***

Se analiza la factibilidad para uso agrícola para la producción de cáñamo en las áreas del Valle Alto, Valle Medio y Valle Inferior del Río Chubut, a partir de la información edáfica disponible, observaciones de campo y de imágenes satelitales Google.

Se buscó establecer en forma preliminar y estimada, las áreas posibles de riego y el grado de restricción que presentan, de modo de que estas sirvan de base para futuros estudios con mayor detalle. Se consideró como información edáfica preexistente, el informe de suelos de las ocho zonas realizado por Irisarri (1988), mapas de aptitud agrícola y forestal de Cuenca Superior y Media del Río Chubut (CIEFAP, 2020), y para el resto de los sectores no considerados en dicho estudio, se analizó los estudios de Laya, H. (1981) en su relevamiento semi detallado de suelos del Valle Inferior del Río Chubut. CFI, observaciones de campo y de imágenes.

Las principales restricciones de uso de los suelos estudiados se asocian al hidromorfismo (debido a superficies freáticas cercanas), salinidad y alcalinidad (asociado también a dichas superficies freáticas y a los materiales originales), y erosión hídrica y eólica. Se pone en evidencia que los suelos se distribuyen en patrones complejos, así como sus restricciones, en tipo y magnitud. Asociado a esto, queda en evidencia que las magnitudes de las degradaciones observadas en diferentes zonas están vinculadas a la incorporación del riego.

En general, los sistemas de riego implementados han conducido a una pérdida de la productividad de los suelos e incluso a su degradación extrema, tal como incremento de la salinidad-alcalinidad, hidromorfismo y erosión. Si bien toda implementación del riego conduce a una salinización alcalinización, la magnitud que esta alcanza varía y puede ser en algunos casos controlada.

Lo indicado es frecuente en ambientes donde los suelos se originan a partir de materiales sedimentarios de origen fluvial y/o coluvial, como sucede en el área del presente estudio, ya que la deposición diferencial de sedimentos origina diferentes suelos en cortas distancias, los cuales se modifican a su vez en forma dinámica por nuevos depósitos o erosiones naturales.

Los procesos erosivos por acción eólica, se hacen más evidentes sobre el río Chubut, principalmente hacia la cuenca media. Sin embargo, en todos los casos las restricciones se hayan presenten, varían las magnitudes y la posibilidad de control mediante prácticas de manejo.

Nota aclaratoria: En todos los casos, la información y descripción de los suelos representativos y sus ambientes refieren al Manual N° 21 Potencial agrícola y forestal de parte del valle superior y medio del río Chubut - Mapas de aptitud agrícola y forestal. En la fuente consultada, se hace mención a sitios muestreados, pero no se presentan indicaciones cartográficas. Puede accederse al material indicado en las referencias bibliográficas.

#### *Valle Superior del Río Chubut*

##### *Costa del Lepá*

Según los antecedentes mencionados con anteriormente y corroborados visualmente, los suelos son, en su mayoría, profundos. Aproximadamente el 80 % de los suelos tienen profundidades no inferiores a 60 cm. Todos los sitios presentan pH alcalino, con valores un poco superiores al óptimo para los álamos y la mayoría de los cultivos agrícolas. No se observan problemas de salinidad en este valle y solo un pequeño porcentaje presenta algún problema de salinidad o sodicidad. En general, estos suelos son deficientes en materia orgánica, salvo en los casos donde se cultiva alfalfa u otras pasturas y en las zonas de mallín. Se observan en forma general deficiencias en nitrógeno (excepto en algunos lugares cultivados). En su mayoría están bien provistos de fósforo y potasio (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Arroyo Lepá.*

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
Profundidad efectiva del suelo (m)	0,77	>1	0,20
Altitud (msnm)	575	674	496
Latitud		42°44'8,8"	42°27'49,7"
Longitud		70°48'9,2"	70°20'38,8"
Pendiente del terreno (grados)	0,32	7	0
pH en agua	7,7	8,6	7,1
Salinidad (conductividad dS/m)	0,4	3,7	0,03
MO (%)	1,5	4,9	0
N (% N Total)	0,09	0,28	0
P disponible (mg/kg)	18	51	4
K asimilable (mg/kg)	145	378	53

Fuente: Davel et al. 2015

### Conforme al Manual

En cuanto a la textura, el 64 % de los sitios presenta suelos de texturas medias que van de franco arcillosos, francos, a franco arenosos; estos son los mejores suelos para las salicáceas y los cultivos agrícolas (hortícolas, pasturas y frutales). El 9 % de los sitios tiene suelos más pesados, con texturas que van de arcillosas o limosas a arcillosas francas. El resto (27 %) corresponde a suelos sueltos donde predomina la arena (arenosos a arenosos francos). El 51 % de los sitios visitados presenta dominio de la vegetación herbácea compuesta por pasto salado, coirón, alfalfa, avena, trébol y junquillo. En el 43 % predominan las arbustivas como tomillo, quilembay, mata mora, chilca, mata crespa, solupe y, en algunos casos, molle. En los sitios restantes predominan las subarbustivas, principalmente uña de gato. En este sector, es donde se observa la mayor cantidad de plantaciones en cortinas de álamos y sauces de distintas variedades.

Se concluye que el área de Costa del Chubut presenta sectores con características edáficas muy heterogéneas en un mismo lote, por lo que deberían realizarse estudios más específicos para evaluar factibilidad para el riego a niveles de parcelas.

### *Valle de Gualjaina*

Toda el área se ubica en una única unidad cartográfica que no presenta una buena correspondencia con las observaciones de campo, e imágenes Google, ni con los tipos de suelo que se identifican en los estudios de detalle. En el sector estudiado por Irisarri (1988), es poca la superficie con aptitud moderada, prevaleciendo la marginal y no apto. Sin embargo, es posible que existan mayores restricciones de uso. Así, en imágenes y observaciones de campo, se aprecian amplios sectores con variado grado de hidromorfismo salinidad-alcalinidad.

Los suelos son, en su mayor parte, profundos, con pH alcalino algo superior al óptimo (6,5). El 40 % de los suelos presenta problemas de salinidad o sodicidad. En general, estos suelos son deficientes en materia orgánica, aunque mejor provistos que en los otros dos valles. Se observan deficiencias en nitrógeno y, en todos los casos, están bien provistos de fósforo y potasio (Tabla 5). En cuanto a la textura, el 50 % de los sitios presenta suelos de texturas medias (franco-arcillosos, francos, franco - arenosos).

**Tabla 5**

*Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Río Gualjaina.*

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
Profundidad efectiva del suelo (m)	0,84	>1	0,45
Altitud (msnm)	491	533	472
Latitud		42°46'30,3"	42°39'28"
Longitud		70°33'12,6"	70°24'16,7"
Pendiente del terreno (grados)	0,17	3	0
pH en agua	7,9	9	7,2
Salinidad (conductividad dS/m)	0,6	1,9	0,1
MO (%)	1,9	4,4	0,8
N (% N Total)	0,04	0,16	0,002
P disponible (mg/kg)	22	37	17
K asimilable (mg/kg)	302	479	112

Fuente: Davel et al. 2015

El 21 % tiene suelos pesados, y el resto corresponde a suelos sueltos donde predomina la arena. En el 66 % de los sitios visitados prevalece la vegetación herbácea compuesta principalmente por pasto salado y, en menor medida, por coirón. En el 30 % predominan las arbustivas como mata crespá, mata mora, calafate. En los sitios restantes abundan las subarbustivas, principalmente neneo, uña de gato y chilca. En pocos predios de este sector se observan cortinas de álamos, que están constituidas exclusivamente por álamo criollo.

*Valle del Chubut (entre Fofó Cahuel y Piedra Parada)*

Los suelos son también mayormente profundos, con pH alcalino un poco superior al superior al óptimo para los álamos y la mayoría de los cultivos agrícolas. No se observaron muchos problemas de salinidad, salvo en algunos sectores. Solo el 15 % de los suelos muestreados presenta problemas de salinidad o sodicidad. En general, estos suelos, al igual que en los otros sectores, son deficientes en materia orgánica y en nitrógeno y están bien provistos de fósforo y potasio (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Río Chubut (Fofó Cahuel a Piedra Parada) (Davel et al. 2015).*

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
Profundidad efectiva del suelo (m)	0,80	>1	0,3
Altitud (msnm)	478	521	440
Latitud		42°43'18,8"	42°26'09,8"
Longitud		70°34'16,6"	70°07'19,8"
Pendiente del terreno (grados)	0,08	5	0
pH en agua	7,6	8,3	7,1
Salinidad (conductividad dS/m)	0,5	2	0,1
MO (%)	1,7	3,3	0,4
N (% N Total)	0,065	0,144	0,007
P disponible (mg/kg)	21	37	9
K asimilable (mg/kg)	258	523	85

En cuanto a la textura del suelo, en este sector del río Chubut, la mayoría de los suelos de texturas medias. Un bajo porcentaje tiene suelos más pesados, y el resto corresponde a suelos sueltos donde predomina la arena. En este sector, el suelo presenta dominio de vegetación herbácea compuesta principalmente por pasto salado y coirón. En el 30 % predominan las arbustivas como senecio, monte negro, quilembay, mata mora, tomillo, chilca y calafate. En los sitios restantes predominan las subarbustivas como uña de gato, solupe y botón de oro. En pocos predios de este sector se observan cortinas de álamos.

#### *Valle Medio del Río Chubut (VAMERCH)*

Son suelos también son profundos, en su mayoría con pH alcalino un poco superior al óptimo para los álamos y los cultivos agrícolas. El 38 % de los puntos muestreados presenta problemas de salinidad o sodicidad. Estos suelos, al igual que en los otros sectores, son deficientes en materia orgánica y en nitrógeno; presentan valores aceptables de fósforo y están bien provistos de potasio (Tabla 7). El 49 % de los sitios presenta suelos sueltos, de texturas gruesas, donde predomina la arena; el 31 % tiene suelos de texturas medias y el resto corresponde a suelos más pesados en los que predomina la arcilla. En el 90 % de los sitios visitados se desarrolla la ganadería, un 9 % se destina a pasturas implantadas (alfalfa) y un 2 % a cultivos de vid.

**Tabla 7**

Estadísticos descriptivos de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el campo y en laboratorio en el Sector Río Chubut (Piedra Parada a Paso del Sapo).

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
Profundidad efectiva del suelo (m)	0,78	>1	0,4
Altitud (msnm)	412	442	375
Latitud		42°49'11,5"	42°38'07"
Longitud		70°05'41,8"	70°07'19,8"
Pendiente del terreno (grados)	0,3	8	0
pH en agua	8,3	9,9	6,4
Salinidad (conductividad ds/m)	0,8	5,8	0,04
MO (%)	3,2	7,4	0,7
N (% N Total)	0,085	0,220	0,005
P disponible (mg/kg)	51	77	22
K asimilable (mg/kg)	556	986	114

En cuanto a la vegetación, predomina la herbácea, que representa el 51 % de los sitios muestreados, de las cuales el pasto salado es el más común. En el 26 % de los sitios predominan las arbustivas como senecio, monte negro, quilembay, mata mora, molle y sampa. En los sitios restantes prevalecen las subarbustivas como uña de gato y botón de oro.

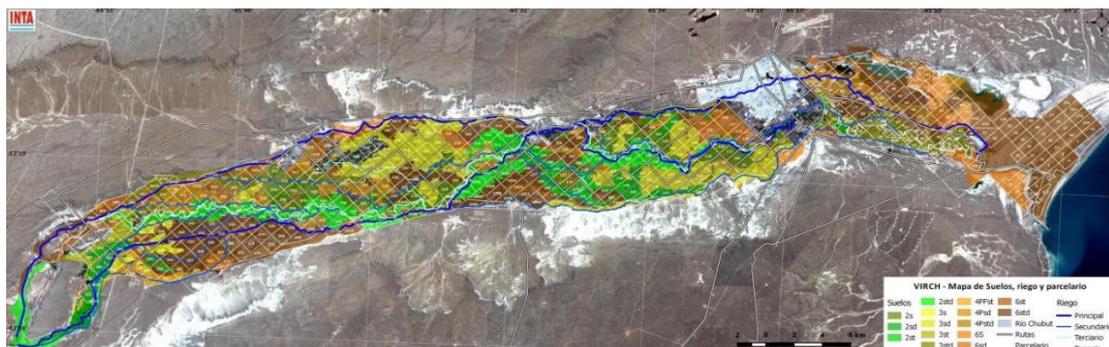
*Valle Inferior del Río Chubut*

El VIRCH cuenta con un mapa de suelos, elaborado en 1981 por el Lic. Haroldo A. Laya.

Los suelos del VIRCH, desarrollados sobre los sedimentos aluviales mencionados, presentan un amplio predominio de materiales arcillosos. Estos suelos muestran un patrón de distribución variable y complejo. La diferenciación de horizontes genéticos es virtualmente nula y predominan los suelos caracterizados por un decrecimiento de la materia orgánica con la profundidad.

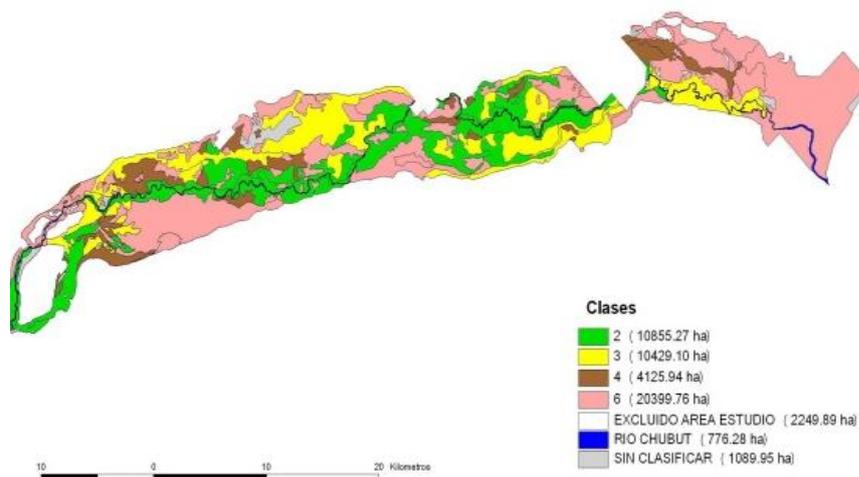
**Figura 13**

Relevamiento semi detallado de suelos del Valle Inferior del Río Chubut. Laya, Haroldo y colaboradores (1.981)



**Figura 14**

*Distribución de suelos por clases (capacidad de uso agronómico). Laya, Haroldo y colaboradores. 1981).*



**Figura 15**

*Usos y coberturas de suelo en el Virch. EEA INTA Chubut, web 2022.*



Las unidades de suelos más extensas (generalmente Vertisoles) presentan elevados contenidos de arcilla, que frecuentemente afectan las condiciones de drenaje. La vegetación corresponde a la Provincia Fitogeográfica del Monte y predominan los arbustos, acompañados por plantas halófitas, indicadoras de la elevada salinidad del suelo que prevalece en varios parajes.

El Sistema VIRCH, de acuerdo a la aceptada universalmente Clasificación de Tierras para el Riego del Bureau of Reclamation (Estados Unidos), no tiene suelos de la Clase 1 de aptitud para el riego. Los suelos aptos (Clases 2 y 3) son descritos a continuación por sus características y área cubiertas y los suelos Clases 4 a 6 no son aptos para la agricultura:

- Clase 2: Buena a moderada aptitud para la agricultura, con textura arenosa hasta arcillosa-liviana y topografía ligeramente ondulada. La profundidad de la primera capa fértil de suelo (profundidad hasta el manto de grava) alcanza hasta 70 cm. La concentración salina de la solución de suelo, que alcanza a 800 mmhos/cm, y la proporción de sodio intercambiable (6 a 9) corresponden a niveles moderados. Estos

suelos reclaman prácticas de drenaje para consolidar su uso agrícola. La Clase 2 abarca 11.518 ha y se divide, en función de los tipos de limitantes, en cuatro subclases.

- Subclase 2s: Suelos con relieves planos a suavemente ondulados, sin limitantes por relieve, con texturas moderadamente gruesas a intermedias. Son muy profundos, moderadamente bien drenados, con ligeros problemas de salinidad y sodicidad. Estos suelos abarcan 3.642 ha.
- Subclase 2st: Suelos con texturas livianas a variables, con relieves ligeramente ondulados y positivos sobre el nivel del río, profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados. Ocupa 1.149 ha.
- Subclase 2sd: Suelos con relieves planos a muy suavemente ondulados (sin limitantes por relieve), profundos, moderadamente bien drenados, con texturas algo pesadas y con nulos o ligeros problemas de salinidad y sodicidad. Esta subclase cubre 2.078 ha.
- Subclase 2std. Suelos con relieves suavemente ondulados y presencia de paleo-cauces, profundos, con evidencias de hidromorfismo y nulos a moderados problemas de salinidad y sodicidad, sin limitantes por relieve, texturas moderadamente gruesas a intermedias. La subclase ocupa 4.650 ha.
- Clase 3: Los suelos de esta clase poseen textura muy variable (arenosa a arcillosa-pesada) y topografía ligeramente ondulada. La profundidad de la capa fértil de suelo (hasta la porción con grava) alcanza a aproximadamente 45 cm.

La concentración de sales de la solución del suelo, comparativamente elevada, alcanza a 1.600 mmhos/cm (hay problemas de importancia para frutales como el cerezo con concentraciones mayores que 1.300 mmhos/cm). La proporción de sodio intercambiable es también elevada y alcanza hasta 15 (una concentración de 9 es todavía admisible). La Clase 3 reclama prácticas más costosas de drenaje para la implantación y el desarrollo de cultivos perennes que la Clase 2. Los suelos de Clase 3 cubren una superficie de 9.571 ha.

Las Clases 2 y 3 suman entonces, una superficie aproximada de 20.000 ha en la cual cabe esperar sitios localizados que no admiten la plantación de frutales exigentes o el desarrollo de una horticultura intensiva.

Las principales limitaciones de los suelos del Valle son las debidas al insuficiente drenaje, por la escasa profundidad de la capa freática y/o, la textura excesivamente arcillosa.

### ***Características Climáticas de las Áreas de Estudio***

La mayor parte del territorio argentino (80%) forma parte de la llamada diagonal árida sudamericana. Esta zona, caracterizada por un clima con distintos grados de deficiencias hídricas, se extiende sin interrupción desde el océano Pacífico, en las inmediaciones del Ecuador, hasta el océano Atlántico en la Patagonia, abarcando todo el sector noroeste, centro y sur del país.

La provincia de Chubut, en su casi totalidad, está incluida en esta singularidad climática, salvo el enclave húmedo del sudoeste cordillerano. No obstante, dentro de su territorio se pueden realizar diferenciaciones, estableciendo zonas climáticas con características propias.

En la Patagonia, existen una serie de factores geográficos y climáticos se conjugan para generar la aridez: presencia de un cordón montañoso que actúa como barrera, aporte de masas de aire del Pacífico con poca agua precipitable por su baja temperatura, descarga

de la humedad concentrada en las capas inferiores al cruzar la cordillera, efecto desecante de los vientos a sotavento.

A estas condiciones en superficie habría que agregar las características de la circulación en la tropósfera media. Tanto la sequía como la aridez, se caracterizan por un balance hídrico negativo entre la provisión natural de agua por medio de las precipitaciones y la pérdida de la misma producida por la evapotranspiración.

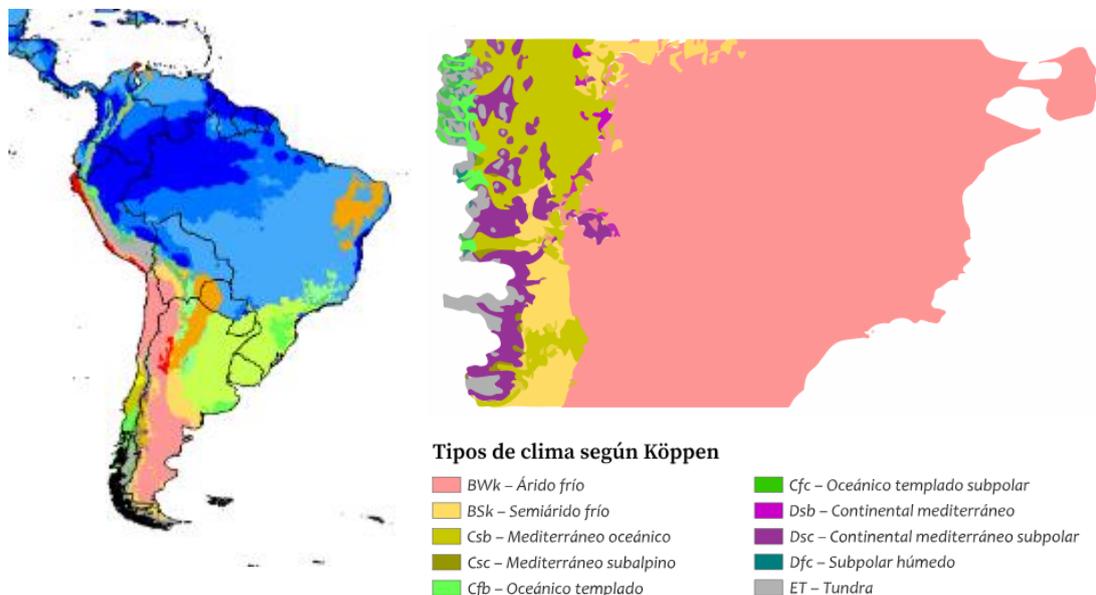
Los obstáculos más significativos se han presentado en la obtención de valores reales y correctos de evapotranspiración, que a su vez permitan poder apreciar la extensión geográfica del fenómeno sobre áreas suficientemente extensas.

En la provincia de Chubut se hallan representados dos grandes ambientes diferenciales de la aridez: el árido en la mayor parte de su territorio y el semiárido en el sector NE; y en la zona ante cordillerana, en una angosta faja de transición al clima húmedo de la cordillera.

Pero para establecer las diferenciaciones climáticas no sólo se han tenido en cuenta las condiciones de humedad sino también los factores térmicos, altamente influenciados por la constitución topográfica del relieve. La temperatura y la humedad se consideran los elementos climáticos más importantes para caracterizar los climas, ya que influyen en forma directa en el surgimiento de formaciones vegetales diferenciales.

Para la determinación de los diferentes clases de climas del área de estudio, se utilizó la clasificación climática propuesta por Köppen-Geiger que consiste en una clasificación climática natural mundial que identifica cinco tipos de clima principales, subdivididos en un total de treinta clases con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones que caracterizan cada clima y con ello el tipo de vegetación existente en ellas.

**Figura 16**  
*Tipos de climática según Köppen para el periodo 1980-2016.*



Debemos tener en cuenta que el límite entre una zona y otra no tiene existencia real en la naturaleza, por lo tanto, no deben considerarse los trazados como fijos e inamovibles, ya que pueden sufrir modificaciones con el aporte de nuevos datos. En lugar de límite, será conveniente referirse a fajas de transición.

Las zonas en estudio cuentan con estaciones meteorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional con sus estaciones ubicadas en Esquel ( $42^{\circ}54'00''\text{S}$   $71^{\circ}19'00''\text{O}$ ), Paso de indios ( $43^{\circ}54'00''\text{S}$   $69^{\circ}04'00''\text{O}$ ) y Trelew ( $43^{\circ}15'12''\text{S}$   $65^{\circ}18'34''\text{O}$ ), área de influencia del Valle Superior del Río Chubut, Valle Medio del Río Chubut y Valle Inferior del Río Chubut, respectivamente. Los valores registrados corresponden a datos desde el periodo 1991 - 2020.

**Figura 17**

*Ubicación de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional*



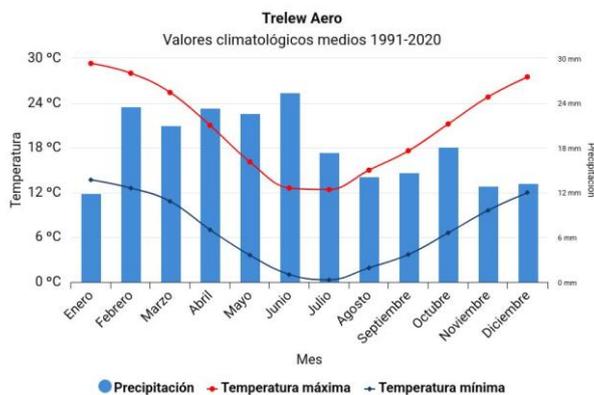
### **Valle Inferior del Río Chubut**

El VIRCH está caracterizado por un clima árido, templado-frío y ventoso, con lluvias escasas sin régimen definido. Los valores de evapotranspiración son elevados y los de humedad relativa, bajos. Según la clasificación climática de Köppen (2007), el área se sitúa en una región de clima árido templado y frío definida como BWk, donde B=clima seco, W=desierto (del alemán Wüste) y k=frío (Kalt).

Abarca el Noreste de nuestra provincia, desarrollándose en su casi totalidad en el ambiente de las planicies aterrazadas, tapizadas por arbustos xerófitos de la formación fitogeográfica del Monte. En esta zona se mantienen las condiciones templadas por sus registros de temperaturas medias anual es de  $13,3^{\circ}\text{C}$ , mientras que los valores medios máximos de temperatura a nivel mensual en el invierno oscilan en los  $7,6^{\circ}\text{C}$  y en el verano en los  $21,8^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas medias mínimas a nivel mensual en el invierno oscilan en los  $4,7^{\circ}\text{C}$  y en el verano en los  $18,1^{\circ}\text{C}$ .

**Gráfico 10**

*Temperaturas máximas y mínimas - "Precipitaciones Medias – Trelew (SMN1991-2020).*



La precipitación media anual es inferior a la media provincial que ronda en los 215 mm anuales y disminuyen hacia el interior del territorio provincial (hacia el Oeste), estando atravesada por las isohietas de 200 y 150 mm. El régimen de lluvias muestra una baja ocurrencia de lluvias, repartidas en el año, con una leve tendencia a concentrarse en los meses de otoño-invierno. Los menores aportes pluviométricos unidos a una evapotranspiración que continúa elevada, acentúan las deficiencias de agua, que alcanzan los valores más extremos de toda la provincia. Hay un acentuado déficit hídrico para los cultivos y no es posible la agricultura de secano.

Si bien se efectúan registros pluviométricos todos los meses, se observa un cambio en la distribución anual. En esta región son más abundantes las lluvias otoño-invernales sobre las primavera-estivales, fenómeno que evidencia la influencia del Anticiclón del Pacífico. Dentro de la amplia superficie que abarca esta variedad climática podemos establecer algunas diferenciaciones derivadas de la distancia al mar. En la zona costera, adyacente al litoral atlántico, se evidencia la influencia moderadora de las aguas marítimas que, aunque mínima, repercute en sus registros térmicos y pluviométricos.

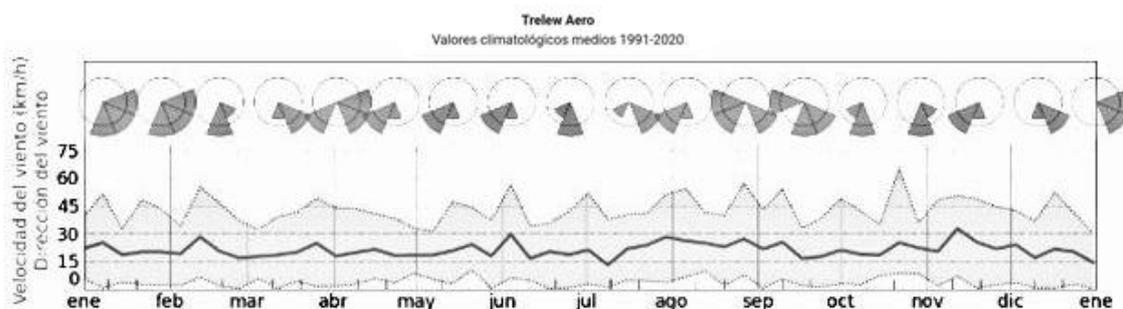
Hay una sensible disminución de las precipitaciones hacia el SW y al mantenerse elevados los valores de evapotranspiración se intensifica la deficiencia hídrica.

La baja humedad relativa y el factor viento determinan valores promedio de evaporación de 1.240,4 mm. anuales, sobre todo en los meses de noviembre a enero. Los valores medios más altos de humedad relativa se observan durante el invierno.

Los vientos predominantes tienen orientación oeste-suroeste y los más intensos y frecuentes ocurren en primavera-verano, con un período identificado como de baja o nula intensidad entre los meses de abril a julio, con ráfagas que superan los 45 km/h.

**Gráfico 11**

*Distribución y frecuencias de velocidades de vientos – Trelew (SMN 1991-2020).*



En los meses estivales, aumenta la frecuencia de los componentes SE, S. y E. que cambian las condiciones del tiempo. Un fenómeno local lo constituye la brisa del mar y tierra, intercambio de aire que se produce entre el mar y la tierra por su distinto calentamiento, principalmente en verano. Durante el día hay un desplazamiento de aire del mar a la tierra y durante la noche en sentido inverso.

Las heladas en el Valle ocurren desde mitad de marzo hasta la mitad de noviembre con valores de probabilidades de un 20% desde el primero día de abril hasta fines de octubre. Este es un factor importante para la fruticultura local por el peligro que representa para la

producción, la ocurrencia de heladas tardías. En promedio, el periodo promedio libre de heladas es de 196 días.

**Tabla 8**  
Fecha, Frecuencia e intensidad de heladas – Trelew (SMN, 1956-2020).

Heladas Meteorológicas (0 °C)

Trelew AERO	Período analizado: 1956 - 2020				
	FPH	FUH	PER	Tab <sub>s</sub>	FH
Valores medios	22-abr	7-oct	169	-7,8	50
Desvío estándar	17	18	27	1,8	13
Valores con probabilidad (20 %):	7-abr	20-oct	197	-9,3	61
Extremos	11-mar	14-nov	231	-12,3	80
Año de ocurrencia de los extremos	2001	2007	2002	2002	1993
Nº de años utilizados	53	53	52	53	53
Nº de años sin heladas	0	0	0	0	0

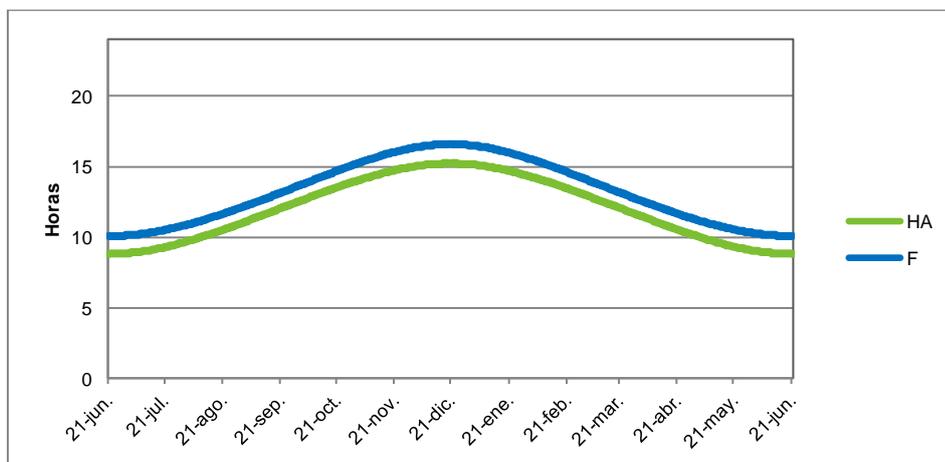
FPH = Fecha de primera helada  
 FUH = Fecha de última helada  
 PER = Período con heladas  
 Tab<sub>s</sub> = Temperatura mínima absoluta anual  
 FH = Frecuencia de días con heladas anuales

Hay una sensible disminución de las precipitaciones hacia el SW y al mantenerse elevados los valores de evapotranspiración se intensifica la deficiencia hídrica.

La baja humedad relativa y el factor viento determinan valores promedio de evaporación de 1.240,4 Mm. anuales, sobre todo en los meses de noviembre a enero. Los valores medios más altos de humedad relativa se observan durante el invierno.

La heliofanía local (medida por las horas de sol más los crepúsculos) permite caracterizar el área con máximas medias de 16,6 horas de luz, media de 13,2 hs y mínima de 10,1 hs en el invierno. Durante el año predominan los días luminosos y son de baja ocurrencia, la neblina y la bruma en otoño-invierno. El fotoperíodo representa las horas de brillo solar.

**Gráfico 12**  
Heliofanía y Fotoperíodo en medida por las horas de sol - Trelew (FAUBA 2001-2020).



A modo de resumen y considerando los requerimientos de la agricultura, el clima del Valle tiene ciertas características favorables: sus días son en general luminosos y las temperaturas invernales no son tan bajas como para dañar las plantas de frutales de carozo o pepita y las estivales aseguran la adecuada maduración de los frutos, junto con la

luminosidad existente. Las temperaturas del suelo son lo suficientemente elevadas como para garantizar un normal desarrollo del sistema radicular.

Como factores negativos hay que apuntar a las condiciones de aridez que sólo permiten el desarrollo de la agricultura con riego y la ocurrencia de heladas entre los meses de marzo y noviembre.

En los valles fluviales la acción del hombre ha desarrollado una agricultura de regadío que otorga al paisaje un aspecto de frescura y verdor. En estos lugares se producen microclimas, individualizados por una mayor humedad atmosférica del aire, la disminución del peligro de heladas y la formación más frecuente de nieblas y neblinas. En el ámbito de las planicies terrazadas es mayor la sequedad atmosférica y aumenta la rigurosidad de las heladas. La población, de escasa densidad, se dedica a la ganadería extensiva de vacunos y ovinos principalmente.

### **Valle Medio del Río Chubut**

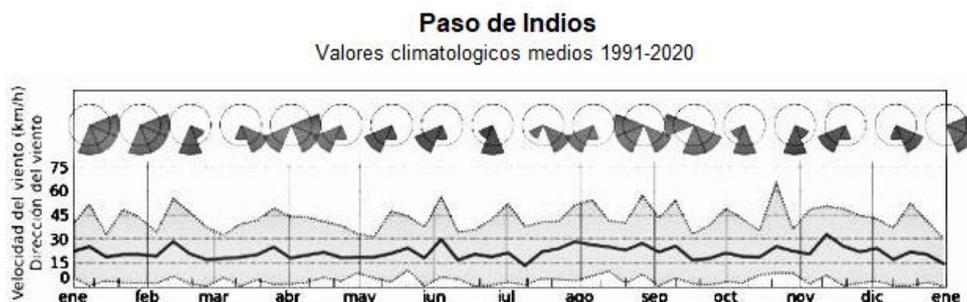
El área se sitúa en una región de clima árido templado y frío según la clasificación climática de Köppen (2007), definida como BWk, donde B=clima seco, W=desierto (del alemán Wüste) y k=frío (Kalt).

Las características climáticas más destacadas en la zona de estudio son la presencia de fuertes vientos durante todo el año, escasas precipitaciones, inviernos fríos y elevada amplitud térmica, propios de un clima extremadamente árido. Los registros meteorológicos más próximos a la zona de estudio, corresponden a la Estación Meteorológica dependiente del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicada en la localidad de Paso de Indios.

El fuerte viento, una característica dominante del clima en el área, es un factor adicional de aridez que favorece la evaporación en un ambiente de muy escasas precipitaciones. Asimismo, es un importante factor erosivo que actúa sobre la frágil cubierta vegetal.

**Gráfico 13**

*Distribución, velocidad y frecuencias de velocidades de vientos - Paso de Indios (SMN, 1991-2020).*

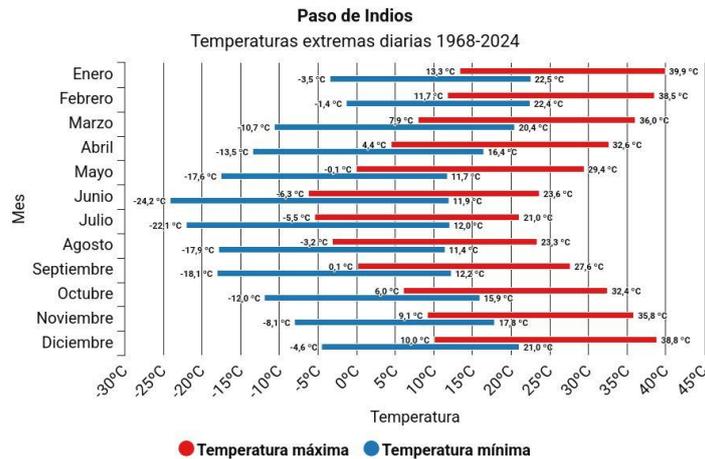


La dirección prevaleciente es del Oeste (40 % de tiempo) y luego Sudoeste, sumando alrededor del 75% del tiempo. La velocidad media anual se estima en alrededor de 21,6 km/h, siendo mayores en verano que en invierno (con registros superiores a 28,8 km/h en enero alcanzando los 18 km/h en Julio).

En cuanto a las temperaturas, son relativamente frías para la latitud debido a la altitud y a las condiciones climáticas generales. La temperatura media mensual se estima en 10 a 11°C dependiendo de la altitud. Durante diciembre y enero las temperaturas medias mensuales se estiman en 18°C, mientras que para junio y julio se encuentran alrededor de

los 3°C. En tanto que las temperaturas extremas registradas en Paso de Indios, superan los 38°C de máxima absoluta, y por debajo de -24°C de mínima absoluta en invierno.

**Gráfico 14**  
Temperaturas medias máximas y mínimas - Paso de Indios (SMN, 2023).



Las heladas son muy frecuentes en la época invernal, pudiendo ocurrir desde finales del otoño hasta comienzos de primavera. Los valores medios con probabilidad de 20 % de ocurrencia de días con heladas están en el orden de los 271 días/año con una fecha de ocurrencia de primera helada el 22 de febrero y fecha de ultima helada de 19 de noviembre. El periodo libre de heladas con una probabilidad de 20 % es de 84 días/año.

**Tabla 9**  
Fechas, Frecuencia e intensidad de heladas - Paso de Indios (SMN, 1968-2000).

**Heladas Meteorológicas (0 °C)**

Paso de Indios	Período analizado: 1968 - 2000				
	FPH	FUH	PER	TabS	FH
Valores medios	19-mar	27-oct	223	-13,5	87
Desvío estándar	28	23	39	4,2	36
Valores con probabilidad (20 %):	22-feb	19-nov	271	-17,0	117
Extremos	21-ene	20-dic	335	-24,2	194
Año de ocurrencia de los extremos	1981	1981	1981	1984	1981
Nº de años utilizados	30	32	28	28	28
Nº de años sin heladas	0	0	0	0	0

FPH = Fecha de primera helada  
 FUH = Fecha de última helada  
 PER = Período con heladas  
 TabS = Temperatura mínima absoluta anual  
 FH = Frecuencia de días con heladas anuales

Las precipitaciones pluviales son reducidas, con valores de precipitación media anual inferiores a los 200 mm, de acuerdo con los registros de la estación meteorológica Paso de Indios. Si bien las escasas precipitaciones mensuales son aleatorias, los registros indican que estas son mayores en el periodo abril-agosto. Esta tendencia se puede atribuir a la mayor frecuencia de pasajes de frentes y perturbaciones ciclónicas y anticiclónicas durante el otoño y el invierno.

La tensión de vapor media anual es muy baja, inferior a los 7 hPa. Es mayor en verano, estimándose una amplitud de onda anual de 2 hPa. La humedad relativa del ambiente es baja, manteniéndose prácticamente uniforme durante todo el año, con valores de media anual cercanos al 50%, siendo algo menor en verano debido a las mayores temperaturas.

Las precipitaciones níveas son poco frecuentes, presentándose en el periodo invernal, con una media aproximada de 10 días por año.

### Valle Superior del Río Chubut

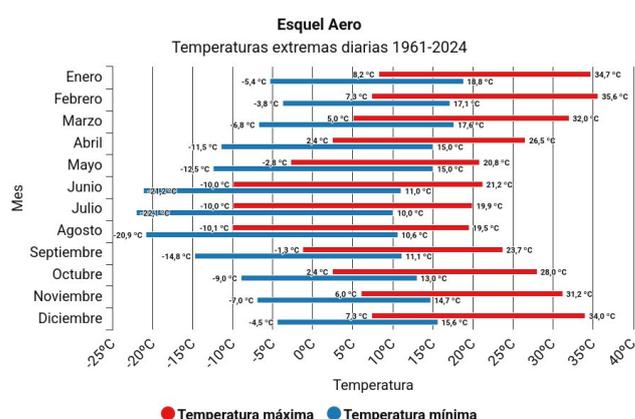
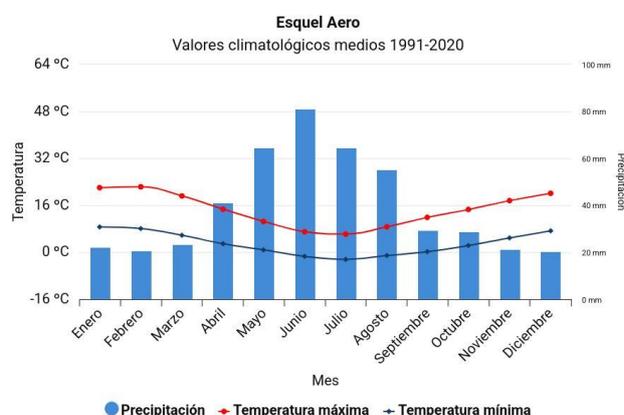
De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, esta área se denomina CSb - clima templado húmedo-seco, subtipo de clima templado, junto con otros como los templados húmedos: subtropical húmedo y el oceánico, y los subhúmedos o monzónicos.

Se caracteriza por régimen templado-frío, inviernos suaves y lluviosos y veranos secos y calurosos o templados, con otoños y primaveras variables, tanto en temperaturas como en precipitaciones.

Sus características climáticas son las de temperatura media anual de 8.2 °C. La temperatura media máxima anual es de 17, 5 °C y la mínima media anual es de 2,6 °C, con mínimas absolutas de -20 °C.

**Gráfico 15**

*Temperaturas máximas, mínimas y Precipitaciones - Esquel (SMN, 1961- 2024).*



Las precipitaciones anuales oscilan entre 200 y 300 mm anuales. La precipitación media anual, por su parte, es de 119 mm, concentrándose principalmente en los meses entre abril y septiembre (70%).

Un dato significativo es que el área no registra período libre de heladas meteorológicas durante el año. La zona no presenta problemas de falta de reposo invernal, pero habrá que evaluar otros inconvenientes, como las heladas y la poca duración del período vegetativo.

La humedad relativa media anual es de 50,7%. El período de sequía se extiende desde agosto hasta abril.

**Tabla 10**

*Fechas, Frecuencia e intensidad de heladas - Esquel (SMN, 1961-2012).*

**Heladas Meteorológicas (0 °C)**

Esquel AERO	Período analizado: 1961 - 2012				
	FPH	FUH	PER	Tab <sub>s</sub>	FH
Valores medios	4-mar	22-nov	264	-14,6	117
Desvío estándar	24	19	33	3,6	17
Valores con probabilidad (20 %):	8-feb	6-dic	303	-17,6	132
Extremos	6-ene	30-dic	343	-22,1	146
Año de ocurrencia de los extremos	1976	1971	1973	1965	1976
Nº de años utilizados	47	48	48	48	48
Nº de años sin heladas	0	0	0	0	0

FPH = Fecha de primera helada  
 FUH = Fecha de última helada  
 PER = Período con heladas  
 Tab<sub>s</sub> = Temperatura mínima absoluta anual  
 FH = Frecuencia de días con heladas anuales

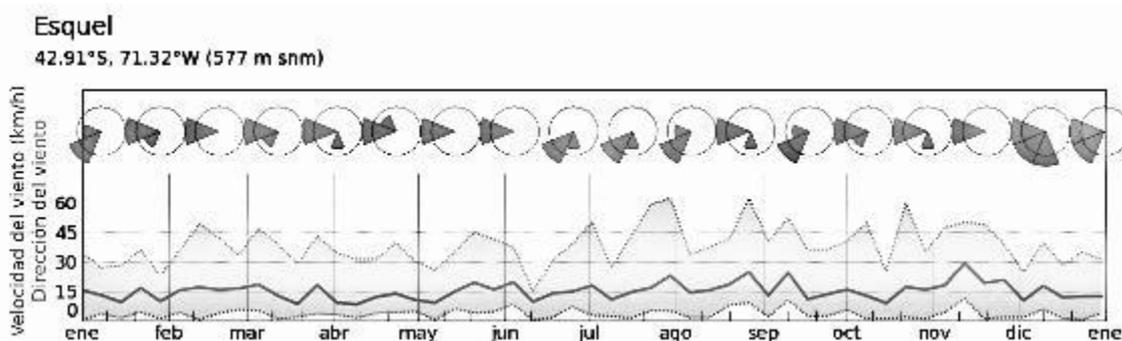
Fuente: [https://heladas.agro.uba.ar/esquel\\_aero\\_0.htm](https://heladas.agro.uba.ar/esquel_aero_0.htm)

La dirección del viento predominante es del Oeste, dirección con los mayores valores de viento máximo promedio y máximo absoluto con alguna frecuencia de días (13,3 %) con dirección Sur o Sudeste.

Las velocidades del viento se encuentran entre 30 y 40 km/h con una alta frecuencia de probabilidad de que el viento máximo supere los 40 km/h.

**Gráfico 16**

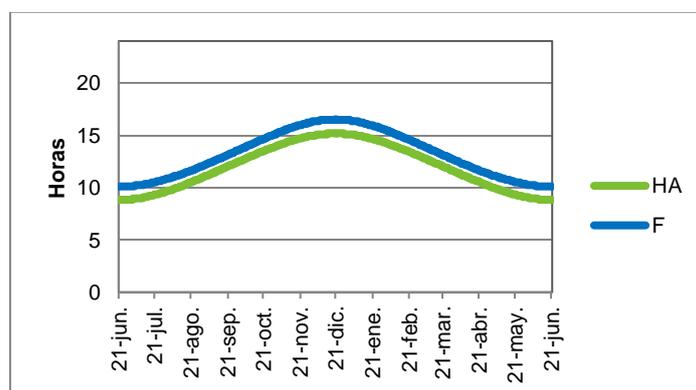
*Dirección, velocidad y frecuencias de velocidades de vientos – Esquel (SMN, 2023)*



Respecto a la Heliofanía presenta similares condiciones al resto de las áreas de estudio, al encontrarse en una latitud similar al resto de las zonas en estudio.

**Gráfico 17**

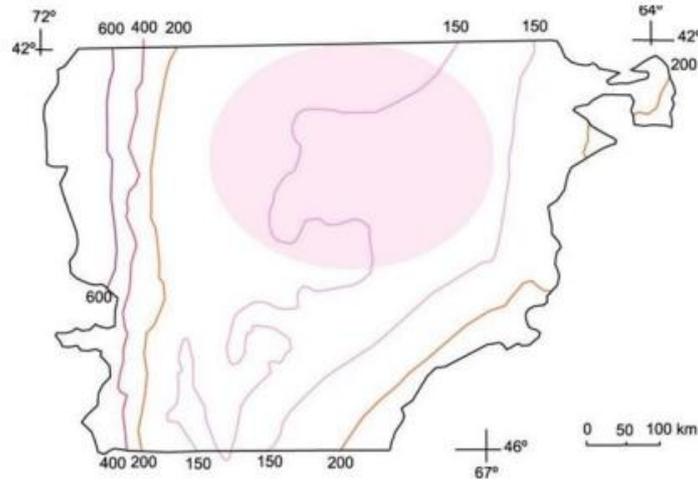
*Heliofanía y fotoperíodo en medida por las horas de sol - Esquel (FAUBA, 2001-2020).*



Respecto al Balance Hídrico del área en estudio, la zona se encuentra, según la **clasificación climática de Köppen-Geiger**, dentro de la zona árida y semi en donde las precipitaciones medias anuales están entre 150 y 400 mm aproximadamente.

**Figura 18**

*Rangos de precipitación anual media para la provincia del Chubut*



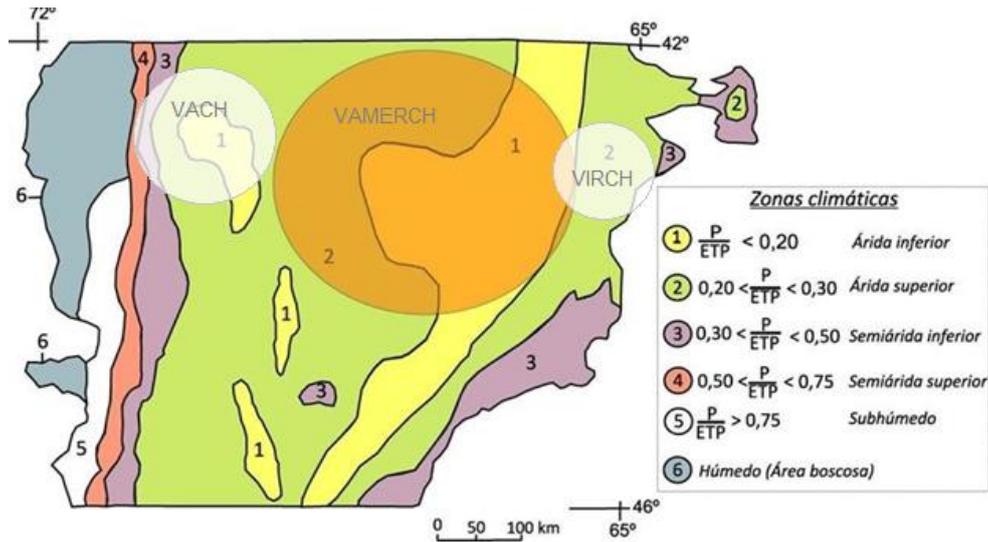
Fuente: González et al (2018, p. 46). Tomado de INTA-CPECENPAT-DGNM, 1995.

Esta condición de aridez coincide con la que fuera determinada por el INTA-CPECENPAT (1995), en base al índice de aridez climático (Unesco, 1977) que surge de la relación  $P/ETP$  donde  $P$  es la precipitación y  $ETP$  la Evaporación Potencial anual según Thornthwaite (Scian y Mattio, 1975).

Revela que las 3 sub cuencas se encuentran ubicada en la zona árida inferior y superior, donde la relación  $P/ETP$ , se encuentra entre 0 y 0,3. Cabe mencionar que esta área presenta además una marcada estación seca (Beeskow et al., 1987). Por otro lado, al analizar las variables climáticas temperatura y viento, las cuales determinan la evapotranspiración, se observa que producen una demanda hídrica (capacidad de evaporación) muy superior a la disponible por aporte de lluvias, nieve, rocío y neblinas (generando un balance hídrico negativo).

**Figura 19**

Distribución del Índice de Aridez estimado por relación entre la Precipitación Media Anual (P) y la Evapotranspiración Potencial (ETP) en la provincia de Chubut



Fuente: González et al (2018, p. 47). Modificado de INTA-CPECENPAT-DGNM, 1995. El círculo indica la ubicación del área de estudio.

## **Requerimientos Climáticos y Nutricionales del Cáñamo**

### **Requerimiento Nutricionales**

El cáñamo principalmente se caracteriza por tener un crecimiento rápido, y un sistema radicular que le permite desarrollarse muy bien (Struik et al., 2000). Requiere suelos profundos, bien drenados y no muy compactos donde pueda desarrollar bien su potente raíz principal y las secundarias, disponiendo de gran capacidad de exploración para captación de agua y nutrientes.

Los autores Fassio, Rodríguez y Ceretta (2013), indican, al respecto que

El cáñamo puede prosperar en variedad de suelos (van der Werf, 1994; Ranalli, 1999), pero se adapta mejor a suelos de textura con la menor arcilla posible. Las mejores Franco-arenoso, Franco-arcilloso o Arcillo arenoso (Robinson y Wright, 1941) ya que ha demostrado ser muy sensible a suelos de estructura pobre (Clarke, 1999a; Struik et al., 2000). (p. 24)

Sería adecuado que el suelo poseyera al menos un 15% de arena.

El pH óptimo de 6 a 7, nunca menor de 5 (ácidos), ya que dificulta la disponibilidad de nutrientes (van der Werf, 1994). Al menos una capacidad de intercambio catiónico CIC de 15 a 20 meq/100 g, es decir suelos ricos en nutrientes.

Sus nutrientes más necesarios son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Tang et al., 2017).

De acuerdo con el relevamiento de Fassio, Rodríguez y Ceretta (2013),

Todos los nutrientes que necesitan los cultivos de cannabis están presentes de forma natural en el entorno. Pero es importante tener en cuenta que, para tener un mayor rendimiento en las plantas, se debe aplicar nutrientes que permiten mejorar el rendimiento de la planta (Londoño & Pardo, 2022). Según van der Werf (2004), quien definió las técnicas de Buenas Prácticas agrícolas (BP) para el cultivo exitoso de

cáñamo industrial, el cultivo requiere de 75 kg de nitrógeno (N), 38 kg de súper fosfato triple (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y 113 kg de cloruro de potasio (K<sub>2</sub>O) por hectárea en Francia para alcanzar su máximo potencial de rendimiento. Ensayos de fertilización llevados a cabo por Jordan et al. (1946) concluyeron que el rendimiento de los tallos aumenta entre 26 y 100 por ciento, y el de la fibra entre 20 y 110 por ciento, cuando se aplican entre 500 y 2000 libras de fertilizante (0-10-20, 0-20-20, 0-10-30) por acre (560 a 2242 kg/ha).

También notaron que, al aumentar el rendimiento en fibra, ésta reducía su fuerza entre 8 y 13 por ciento. McPartland et al. (2000), reúne datos de Wolf (1999), Berger (1969) y McEne (1991), para realizar una tabla comparativa entre diferentes cultivos.

**Tabla 2:** Extracción de nutrientes del suelo de diferentes cultivos durante una zafra.

CULTIVO	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	CaO (kg ha <sup>-1</sup> )	MgO (kg ha <sup>-1</sup> )	S (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Maíz (<i>Zea mays</i>)</b> 12.200 kg grano ha <sup>-1</sup>	302	130	302	93	123	37
<b>Trigo (<i>Triticum sp.</i>)</b> 5.200 kg grano ha <sup>-1</sup>	152	61	184	34	45	23
<b>Avena (<i>Avena sativa</i>)</b> 3.600 kg grano ha <sup>-1</sup>	131	43	165	21	37	22
<b>Cáñamo planta entera</b> ~20.000 kg MS ha <sup>-1</sup>	177	53	184	199	35	18
<b>Cáñamo sólo tallos</b> 6.000 kg ha <sup>-1</sup>	52	12	99	68	12	8
<b>Cáñamo sólo semillas</b> 700 kg ha <sup>-1</sup>	33	18	8	3	6	9
<b>Cáñamo sólo flores</b> 1.200 kg ha <sup>-1</sup>	56	30	15	6	10	9

1. Datos para las filas 1-3 convertidos de Wolf (1999), filas 4-6 de Berger (1969), fila 7 de McEne (1991). Traducido por M. Rodríguez (2011).  
McPartland J.M., Clarke R.C. y Watson D.P. (2000). Hemp diseases and pests. Management and biological control (p.10). CABI Publishing, New York.

Fuente: texto original, pág. 24

Se puede observar que el cáñamo es similar a un buen cultivo de trigo en cuanto a extracción de nutrientes, y bastante menos extractivo que un buen cultivo de maíz.

El cáñamo para fibra requiere altos niveles de nitrógeno (N) y potasio (K), y luego, en orden descendente: calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (g), y micronutrientes.

Los cultivos de cáñamo para semilla extraen menos K y más P del suelo, que los destinados a fibra; además requieren nutrientes adicionales debido a que se cosechan más tarde en el ciclo. Cualquiera sea la finalidad del cultivo, si se realiza en la misma chacra año tras año, se deberá inevitablemente reabastecer de nutrientes del suelo. Sin embargo, de acuerdo con la mayoría de la literatura agronómica disponible, el cáñamo industrial es sugerido como un cultivo clave en las rotaciones (Ranalli, 2004; Roulac, 1997). Esto se basa en las habilidades del cáñamo para competir con las malezas (Heuser, 1927; Tarasov, 1975; Lotz et al., 1991), suprimir patógenos (Kok et al., 1994) y dejar una buena cama de siembra, con buenas características estructurales, y por los consiguientes rendimientos cuando se usa en rotación con otros cultivos, sobre todo alimenticios. Por lo tanto, el perfil de nutrientes del suelo considerado requiere atención cada zafra y depende del tipo de suelo y del cultivo previo. (pp. 24-25)

### **Requerimientos Climáticos. Considerandos**

Con el propósito de analizar el potencial productivo, en este apartado de considerandos, se recuperan diferentes trabajos de varios autores.

Mora (2019), indica en su trabajo:

se procedió a analizar primeramente el riesgo productivo derivado de bajas temperaturas en momentos de alta sensibilidad. En este sentido, las plántulas de cáñamo de hasta 4 a 5 pares de hojas pueden soportar heladas de corta duración de hasta -5 °C (Grenikov A. S. & Tollochko T. ,1953; Merfield et al., 1999), de ocurrir largos períodos de temperaturas muy bajas en este estadio puede afectar negativamente su crecimiento final. [...] En cuanto a la peligrosidad de las heladas tempranas u otoñales, si bien existen variedades desarrolladas [...] que resisten heladas de hasta -6 °C en cualquier momento de su ciclo (Senchenko & Timonin, 1978; Callaway & Laakkonen, 1996; Callaway, 2002), la gran mayoría de las variedades cultivadas en climas templados, no son resistentes a la ocurrencia de heladas en floración (Grigoryev S., 2000; Clarke & Merlin, 2013). (p. 27)

[...] según la información bibliográfica disponible, para el período siembra – emergencia, se necesitan alrededor de 100 °Cd (Tamm (1933) lo definió en 96 °Cd (base 0°), Van der Werf et al. (1995a) entre 68 y 109,5 °Cd (base 0°) y Lisson et al. (2000a) en 69,9 °Cd (base 1°)), y para el período emergencia – cobertura total del terreno, alrededor de 500 °Cd (Van der Werf et al. (1995a) lo definió en 465 °Cd (base 0°) y Meijer et al. (1995) entre 450 y 500 °Cd (base 0°)). Además, resulta importante que estos requerimientos (de siembra a cobertura total) sean satisfechos en un período no mayor a 45 días (Van der Werf et al., 1999), de lo contrario, se presentaría una situación de estrés por temperaturas frías devenidas de una siembra muy temprana (Meijer et af., 1995). (Mora, 2019, p. 24)

Cepoiu (1958) pudo establecer una temperatura ideal de 24 °C para la germinación, algo diferente a la que Haberlandt (1879) propuso como óptima de 35 °C (mínima de 1 a 2 °C y máxima de 45 °C). Por su lado, van der Werf et al. (1995) encontraron que la germinación puede ocurrir aún con temperaturas de 0 °C, Aun así, comparativamente, el cáñamo es más resistente a heladas que el maíz (Robinson, 1943).

Conocer la sensibilidad del cáñamo a las heladas es muy importante, dado que las fechas de siembra y de cosecha tienen un efecto notable sobre el rendimiento del cultivo (van der Werf et al., 1999). Alargar el período entre dichas fechas tiene el potencial de incrementar el rendimiento de materia seca, como así también elegir una fecha óptima de siembra que permita un rápido desarrollo de las plantas; siempre considerando que postergar la cosecha incrementa el riesgo de daños por heladas (van der Werf et al., 1999). El rango de temperaturas óptimas para el crecimiento de Cáñamo fue estudiado por Duke (1982), quien luego de analizar 50 ensayos, fijó un pico de crecimiento a una temperatura de 14,3 °C (rango desde 5,6 hasta 27,5 °C). (Fassio, Rodríguez y Ceretta, 2013, pp. 21-22)

Actualmente, el cáñamo se cultiva en áreas donde la temperatura media oscila entre 5,6 y 27,5 0 C (Dhondt y Muthu, 2021). Sin embargo, las mejores condiciones de crecimiento son a una temperatura media diaria entre 13 y 22 0 C (Ehrensing et al., 1998). Otros autores han afirmado que la temperatura óptima de crecimiento es de 26,4 0 C (Amaducci et al., 2012). En comparación con estos estudios, Cosentino et al. (2012) demostraron que las

temperaturas óptimas de crecimiento dependen principalmente de las características del genotipo y pueden variar entre 21,0 y 26,4.

- El Cannabis sp, dependiendo de la variedad, cumple su ciclo “en un período que va de cuatro a seis meses (ciclo corto y ciclo largo respectivamente) (Clarke, 1999)” (Mora, 2019, p. 16).
- Relacionado al fotoperiodo, el cultivo es sensible a dicho parámetro.  
Según estudios sobre el fotoperiodo umbral para la floración, éste resulta cercano a las 14 horas para la mayoría de las variedades de cáñamo industrial / medicinales criados en Europa y América del Norte. Al ser *Cannabis sp.* una especie de días cortos (Ranalli, 2004), la floración se retrasa progresivamente en fotoperiodos mayores a 14 horas (Lisson et al., 2000a) y el retraso es considerable si la duración del día es mayor a 16 horas (Borthwick & Scally, 1954). (p. 35)
- El momento de floración afecta directamente el rendimiento y la calidad de la cosecha (van der Werf et al., 1995a), dado que la eficiencia con la que la radiación interceptada es convertida en materia seca decae rápidamente una vez que la floración da comienzo (van der Werf, 1994). Un cultivar de ciclo largo florece más tarde que uno de ciclo corto, y por lo tanto alcanza a producir más fibras antes de entrar a la fase reproductiva. además de estos factores, el momento exacto en que comienza la floración es modificado por el clima (grados/día), las condiciones del lugar y las prácticas de manejo.
- Algunos cultivares florecerán eventualmente sin importar el largo del día (incluso con 24 horas de luz) mientras que otros no lo harán a menos que haya días cortos (Merfield, 1999).
- Los cultivares comerciales están mejor adaptados a regiones templadas ya que existen pocos cultivares para fibra o semilla para regiones subtropicales o tropicales, debido posiblemente a que la meta de los programas de mejoramiento europeos es la cría de variedades de cáñamo mejor adaptadas a latitudes septentrionales y climas templados. Usualmente, dichos cultivares son de origen francés, y tienen un fotoperiodo crítico de entre 14 y 15,5 horas (Struik et al., 2000).
- Esta condición de fotoperiodos mayores o iguales a 14 horas se cumplen en la región en evaluación.

### ***Aptitud Agroclimática de la Cuenca del Río Chubut para el Cultivo De Cáñamo (Cannabis Sativa sp.).***

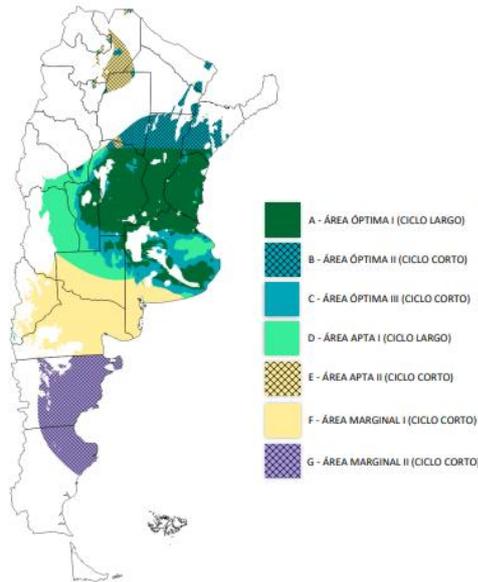
A partir de la delimitación de la carta de tipos agroclimáticos de áreas de aptitud para el cultivo de cáñamo elaborada por Mora (2019) (Figura 20), se procedió a la validación de la clasificación propuesta en 3 sitios ubicados dentro de las sub cuencas del Río Chubut, para los meses comprendidos entre octubre y abril, mediante el uso de índices térmicos y fecha probable de primera y última helada vs. la información de necesidades, exigencias y tolerancias climáticas del cáñamo.

No se consideró el índice fotoperiódico como factor a evaluar en cada una de las sub cuencas, debido a que las tres presentan similar condición frente a esta variable.

Respecto al índice hídrico, no se evaluará por clasificarse el área de estudio como zonas semiárida o árida con precipitaciones entre 150 -400 mm, por lo que necesario el riego complementario obligatoriamente para desarrollar producción agropecuaria.

**Figura 20**

*Aptitud agroclimática del territorio argentino para el cultivo de cañamo, Mora 2019.*



**Evaluación de factibilidad de producción de cañamo en la Cuenca del Rio Chubut. Zonificación**

*Respecto a los requerimientos térmicos y fotoperiódicos.*

**Tabla 11**

*Índices térmicos, fecha de primera y última helada para las tres sub cuencas.*

CUENCA SUPERIOR DEL RIO CHUBUT							
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Temp. mensual media (°C)	8,8	11,9	14	16,2	18,5	15	10,5
Temp. mínima mensual media (°C)	5	8	10	12	12	9	5
Temp. máxima mensual media (°C)	17	20	23	25	25	21	16
Fecha media de Primera y última helada	15/Nov-31/Dic			1/Enero - 14/Marzo			
Tiempo térmico (°Cd)	272,8	357	434	502,2	518	465	315
CUENCA MEDIA DEL RIO CHUBUT							
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Temp. mensual media (°C)	12,5	16,5	19	20,5	19,5	17	12,5
Temp. mínima mensual media (°C)	7	10	12	14	13	11	7
Temp. máxima mensual media (°C)	19	23	26	27	26	23	18
Fecha media de Primera y última helada	15/Oct - 30/Oct			15/Mar-31/Mar			
Tiempo térmico (°Cd)	387,5	495	589	635,5	546	527	375
CUENCA INFERIOR DEL RIO CHUBUT							
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Temp. mensual media (°C)	13,2	18	18,6	22,5	21	19	11
Temp. mínima mensual media (°C)	9	12	14	16	15	13	2
Temp. máxima mensual media (°C)	21	24	27	29	27	25	20
Fecha media de primera y Última helada	1-14/octubre						15-30/Abril
Tiempo térmico (°Cd)	409,2	540	576,6	697,5	588	589	330

Fuente: elaboración propia

- Según los valores de temperatura reportados para la germinación en la p. 44 de esta entrega, el período óptimo de siembra para una rápida implantación estaría ubicado a mediados de noviembre para la cuenca superior del Rio Chubut y desde fines del mes de octubre para la sub cuenca media y principios de octubre para la sub cuenca inferior del Rio Chubut, favoreciendo que la etapa de siembra hasta cobertura total transcurra en un periodo no superior a los 45 días, conforme con los requerimientos de grados/

día descriptos; aunque se podrían lograr buenas implantaciones con menores temperaturas (Cepoiu, 1958).

- La germinación de las semillas es teóricamente posible en cualquier momento del año dado que la temperatura mínima del suelo nunca llega a ser menor o igual a 0 ° C. Considerando las temperaturas mínimas que pueden soportar las plántulas (-8 a -10 ° C) y plantas adultas (-5 a -6 ° C) durante heladas cortas; suponiendo que el ciclo de siembra a madurez del cultivo estaría ubicado en los meses libres o de menor frecuencia de heladas; y tomando en cuenta las temperaturas mínimas registradas a lo largo del año; se concluye que no existe un riesgo importante de daños por heladas al cultivo de cáñamo en las sub cuenca media e inferior del Río Chubut y si existen riesgos de mermas importantes en la sub cuenca superior.
- La temperatura del aire es un factor importante en la velocidad de crecimiento del cultivo, y como fue mencionado con antelación (p. 44) el pico de crecimiento sucede con temperaturas cercanas a 14,3 ° C (Duke, 1982). En la sub cuenca superior, el promedio mensual con temperaturas cercanas a las óptimas se da a fines del mes de noviembre, para la sub cuenca media a fines del mes de octubre y para la sub cuenca inferior a principio del mes de octubre.
- Otra variable que hay que tener en cuenta, es el largo del día (fotoperiodo). Recuperando lo descrito (p.44) se debe recordar, aunque algunos cultivares de cáñamo florecerán eventualmente sin importar el largo del día, otros no lo harán a menos que los días sean cortos, como es el caso de los cultivares comerciales más comunes (franceses), que tienen un fotoperiodo crítico de entre 14 y 15,5 horas. Por lo tanto, para que se produzca la floración (fase reproductiva) en la mayoría de los cultivares comerciales es necesario que haya cada vez menos horas de luz. El momento en que florece el cáñamo tiene efectos sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha (de fibra), debido a que la eficiencia con la que la radiación interceptada es convertida en materia seca decae rápidamente una vez que la floración da comienzo. En la Cuenca el fotoperíodo fluctúa anualmente entre 15 horas y 30 minutos (diciembre), y 10 horas y 44 minutos (junio). En ese ciclo, existe un período; desde fines de octubre hasta mediados de febrero, en que el fotoperiodo es mayor a 15 horas, y sería durante esa etapa que muchos de los cultivares comerciales sembrados no serían inducidos a florecer, con el consiguiente beneficio en el rendimiento y la calidad de la cosecha (de fibra).
- Para la sub-cuenca Media del Río Chubut, se podría considerar siembras posteriores al 25 de octubre, con un periodo libre de heladas hasta mediados de marzo. Dependiendo de la variedad, se podría cumplir con el periodo de desarrollo en 4 meses (variedades de ciclo corto). Los requerimientos térmicos (de siembra a cobertura total) de 500 Cd, según información recopilada y analizada para el sitio en evaluación, se cumplirían en un plazo no superior a los 45 días. Un factor condicionante sería el fotoperiodo. Como se mencionó en los considerandos, el área de estudio presenta condiciones de fotoperiodo superiores a las 14 horas lo resulta en un retraso del momento de la floración más allá del mes de marzo, tal que exponga al cultivo a condiciones meteorológicas adversas hasta momentos en donde las heladas pondrían en serios riesgos la producción. Por lo tanto, se recomienda la elección de variedades de ciclo corto preferentemente insensibles al fotoperiodo.

- La sub cuenca Inferior del Río Chubut presenta condiciones más beneficiosas para el desarrollo del Cábano. Con un periodo libre de heladas superior a los 6 meses, que podrfa ser apto para el cultivo de variedad de ciclos largos (mayor productividad), el factor condicionante para esta zona es el fotoperiodo. Teniendo en cuenta el desarrollo de variedades insensibles al fotoperiodo, podrfa considerarse una elecci3n v3lida.
- Este an3lisis coincide con los resultados obtenidos por Mora (2019), estableci3ndose una zonificaci3n de tipos agroclim3ticos para el cultivo de c3bano como se detallar3 a continuaci3n.
- En la Figura 20, pueden distinguirse siete zonas que representan 3reas 3ptimas, aptas y marginales. De acuerdo con esta referencia, la sub-cuenca alta del Rfo Chubut es considerada una zona marginal para el cultivo de c3bano, para la que se recomiendan variedades de ciclo corto.
- La sub-cuenca Inferior del Rfo Chubut corresponde a la categorizaci3n de 3REA MARGINAL II (CICLO CORTO), 3rea donde los requerimientos t3rmicos garantizan la posibilidad de un cultivo de ciclo largo y el fotoperiodo resultarfa muy extenso, lo cual determinarfa una extensi3n del ciclo que pondrfa al cultivo en riesgo por heladas otofiales. Como alternativa podrfa proponerse como zona 3ptima para el desarrollo de variedades de ciclo largo para la producci3n de fibra. En el Anexo I, se presentan los mapas
- Un aspecto a destacar es que este an3lisis, toma como representativos los requerimientos estudiados por Mora (2019) sobre las principales variedades de c3bano cultivadas en Europa. Desde ese afo a la fecha, existen variedades mejoradas en desarrollo que resisten heladas y sequfas, como asf tambi3n variedades insensibles al fotoperiodo, lo cual, con la correcta elecci3n del cultivar, es muy probable que los lfmite propuestos por el presente trabajo sean m3s amplios que los sugeridos.
- De igual modo, los requerimientos considerados son 3ptimos para la mayor productividad de principios activos de inter3s medicinal que se hallan en los tricomas, y 3stos se encuentran en mayor proporci3n en las inflorescencias femeninas. Para el caso de la producci3n de fibra ya sea para alimentaci3n, bioenergfa u otros usos, los requerimientos 3ptimos podrfan cumplirse con mayor seguridad en un 3rea perfdodo y 3rea m3s amplios.

*Respecto a los requerimientos hfdricos:*

Para un rendimiento 3ptimo, el c3bano requiere una cantidad significativa de agua disponible para la planta durante su temporada de crecimiento, siendo la mayor demanda de agua durante la etapa vegetativa, es decir, durante las primeras 6 semanas, cuando las plantas son extremadamente sensibles al estr3s hfdrico (Adesina et al., 2020). Se calcul3 que el c3bano requiere entre 500 y 700 mm de agua durante todo el perfdodo de crecimiento, siendo que aproximadamente la mitad (250-300 mm) del agua deberfa estar disponible durante la etapa de crecimiento vegetativo (B3csa y Karus, 1998). Lisson y Mendham (1998) llevaron a cabo ensayos de riego, basados en mediciones de d3ficit acumulado de lluvia y evaporaci3n. En este caso, las parcelas tratadas se regaron hasta el lmite de la capacidad de campo. Los autores concluyeron que, en los suelos franco arcillosos, que son susceptibles a la sequfa, las raices penetran profundamente en el perfil debido a una estructura favorable del suelo.

Detectaron una cantidad de agua de 535 mm suficiente para el crecimiento del cáñamo. (Zydelis et al, 2022, p. 2)

- Con el fin de determinar las necesidades hídricas del cáñamo, Cosentino et al. (2013) realizó un estudio de productividad bajo diferentes situaciones hídricas y determinó que durante el ciclo de cultivo se debe cubrir, como mínimo, el 50% de la ET<sub>m</sub> (evapotranspiración máxima) para que no haya deficiencias significativas entre la producción de biomasa en comparación con cultivos que satisfacen plenamente la ET<sub>m</sub>.
- Concluyendo, la Cuenca del Río Chubut, no cumple con los requerimientos mínimos propuestos por Cosentino et al. (2013), por lo que producción de cáñamo debe realizarse obligatoriamente bajo riego.

A continuación, se presentan los mapas con aptitud para la producción de cáñamo, según parámetros climáticos para la zona de estudio.

**Figura 21.**

*Áreas para producción de CI según sensibilidad al fotoperiodo*



- 🟢 Área óptima para la producción de cáñamo sensible al fotoperiodo
- 🟠 Área subóptima para producción de cáñamo sensible al fotoperiodo
- 🟡 Área no apta para la producción de cáñamo sensible al fotoperiodo

Fuente: elaboración propia, QGIS

**Figura 22**

Área subóptima para producción de CI, en la provincia del Chubut



- ◆ Área subóptima para el cultivo de cáñamo sin riego
- ◆ Área no apta para el cultivo de cáñamo sin riego complementario

Fuente: elaboración propia. QGIS

**Figura 23**

Requerimientos térmicos, según ciclo de cultivo de CI, en la provincia del Chubut



- ◆ Áreas que cumplen los requerimientos térmicos para el cultivo de cáñamo de ciclo largo
- ◆ Áreas que cumplen los requerimientos térmicos para el cultivo de cáñamo de ciclo corto
- ◆ Área no apta para el cultivo de cáñamo

Fuente: elaboración propia. QGIS

**Figura 24**

Zonas climáticas de la provincia del Chubut para producción de CI: relación Precipitaciones/ Evapotranspiración (P/EPT)



- Relación P/EPT:  $P/EPT < 0.20$
- Relación P/EPT:  $0.20 < P < 0.30$
- Relación P/EPT:  $0.20 < P < 0.30$
- Relación P/EPT:  $0.30 < P < 0.50$

Fuente: elaboración propia. QGis

### ***Variedades de Cáñamo (Cannabis Sativa sp) Promisorias para la Producción de Biomasa, Alimento para el Ganado y Construcción, entre Otros Posibles Usos, en la Provincia De Chubut.***

#### **Contexto Nacional**

Recientemente, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), con el apoyo técnico de la Universidad de Buenos Aires, equipos de la Secretaría de Agricultura, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y del Instituto Nacional de Semillas (INASE) participaron de las primeras cosechas experimentales del cultivo en suelo argentino realizadas por la empresa nacional Industrial Hemp Solutions (IHS), luego de más de 50 años.

El objetivo primario fue satisfacer la selección de variedades iniciales más apropiadas para cada ambiente, se procedió a caracterizar las variedades de cáñamo industrial mejoradas en el extranjero, pertenecientes al Ministerio de Agricultura de Polonia (**Programa de Cáñamo Polaco (PHP)**) y se pusieron en evidencia su interacción con diferentes ambientes productivos de nuestro país y en el Uruguay para la campaña 2022-2023 en 12 locaciones estratégicamente seleccionadas, ensayos de validación genética en los que se tuvieron excelentes resultados adaptativos y productivos. Estos cultivares son el primer pilar sobre el cual llevar adelante una estrategia de producción sustentable para ir desarrollando esta cadena de valor.

Conforme con los datos publicados por SENASA, en el año 2023, se iniciaron los primeros ensayos en la localidad de Chacabuco (provincia de Buenos Aires), a cargo de la empresa Industrial Hemp Solution (IHS), pionera en este cultivo, evaluando cómo responden cada una de las variedades introducidas al ambiente, ya que Argentina no cuenta con un banco de germoplasma propio para el cultivo del cáñamo. De modo de facilitar estas pruebas el INASE autorizó que IHS ingresara los materiales para realizar sus respectivas validaciones en diferentes latitudes del país. Los estudios están guiados y avalados por académicos de la cátedra Cultivos Industriales de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA). Sin embargo,

hasta el momento los esfuerzos se han concentrado en su relación con el clima, particularmente en la zona pampeana.

Entre los aspectos más buscados cuando se selecciona un genotipo están el potencial productivo, la calidad del producto obtenido, la duración del ciclo, el buen comportamiento ante bajas o altas temperaturas en distintos momentos fenológicos, la capacidad de sobrellevar sin sufrir gran desmerecimiento en condiciones de faltante de agua, la habilidad competitiva en relación con las malezas y el buen comportamiento ante plagas locales. Las posibilidades de éxito en la primera etapa de expansión del cultivo con variedades extranjeras dependerán de un amplio testeo del comportamiento de los materiales importados -que incluya una adecuada caracterización de la variabilidad genotípica que se logre introducir- y del grado de conocimiento disponible sobre los ambientes donde se prueben.

Las redes regionales de experimentos para la valoración de la interacción GxA de materiales genéticos de cáñamo importados son una etapa inicial de vital importancia para caracterizar sus posibilidades de rendimiento y de calidad en la provincia del Chubut.

Es preciso llevar a cabo ensayos en diversos ambientes y condiciones, similares a las que caracterizan a estas latitudes, principalmente vinculadas a respuestas al fenotipo, resistencias a las heladas y el riego.

Sobre la base de las características detectadas en esos estudios, se podrán establecer las bases del mejoramiento genético local. Solo así será posible contar con variedades argentinas de completa adaptación en los sistemas productivos locales y en la región.

### ***Argentina y el Programa de Cáñamo Polaco (PHP)***

El Programa de Cáñamo Polaco (PHP), una iniciativa establecida por **Instituto de Fibras Naturales y Plantas Herbales (IWNiRZ)** para gestionar la comercialización de la propiedad intelectual en todo el mundo y fomenta la transferencia de conocimientos en los campos de la ingeniería y el procesamiento agrícola para aumentar la popularidad de la planta de cáñamo en todo el mundo.

El objetivo del programa es garantizar la producción a gran escala de semillas de cáñamo industrial calificadas y exclusivas de variedades de cáñamo propiedad del Instituto, como Henola, Białobrzskie, Tygra y Rajan. Esas genéticas se venden en Polonia, en otras partes de Europa y en otros continentes. Las variedades se cultivan en 41 estados de los EE. UU., en Uruguay, Sudáfrica y Australia.

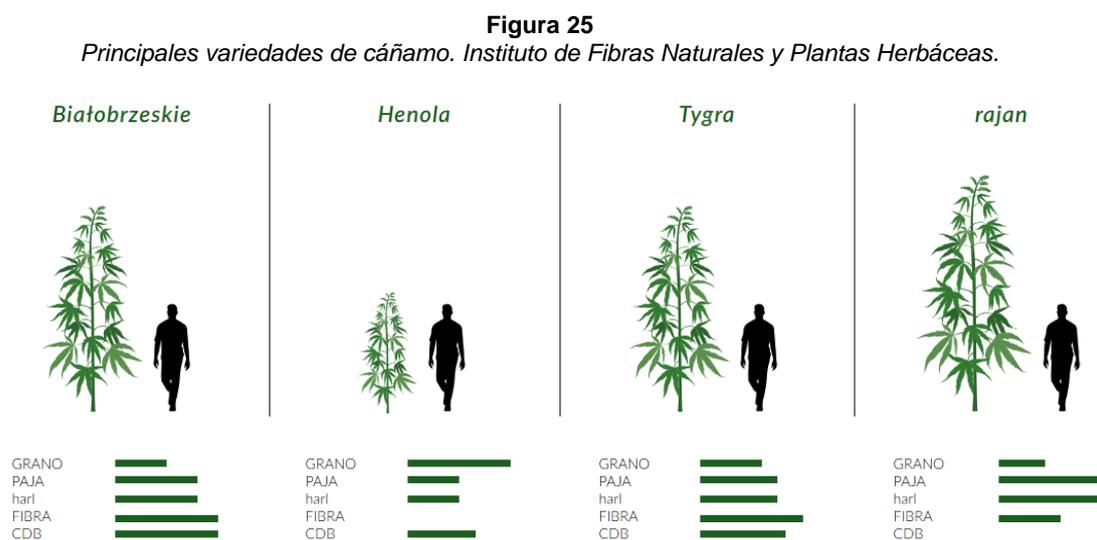
Entre las genéticas a validar recientemente en suelo nacional se destacan las variedades del programa polaco de cáñamo, dependiente del Ministerio de Agricultura de Polonia, que llevan más de 90 años realizando trabajos de fitomejoramiento maximizando los rendimientos de sus variedades. Siguiendo la evolución de estos cultivos, las variedades de cáñamo polacas lideran ensayos de grano y fibra en Dakota del Norte, condiciones similares a las de nuestras latitudes. La importancia de contar con semillas de cáñamo es la posibilidad de inserción en cadenas productivas vinculadas con las industrias química, construcción, textil, cosmética, biocombustibles y alimentos, con aplicaciones que contribuyen a reducir impactos ambientales.

### ***Evaluación de Variedades de Cáñamo Industrial en Argentina (2022-2023) - Programa de Cáñamo Polaco (PHP) – IHS – INTA – INASE - SENASA:***

Se describen 4 variedades principales obtenidas por el Programa de Cáñamo Polaco (PHP) que están siendo evaluadas por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA),

con el apoyo técnico de la Universidad de Buenos Aires, equipos de la Secretaría de Agricultura, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y del Instituto Nacional de Semillas (INASE).

El objetivo es poder comprender las prestaciones y características distintivas de las variedades, en función al destino de la producción y comportamiento agronómico. A continuación, la Figura 21 y las Tablas 12 y 13, arrojan esa información.



Fuente: <https://www.polishhempseeds.com/hemp-varieties---bialobrzeskie.html>

**Tabla 12**  
*Resultados parciales experimentales campaña 2022/2022 – INTA/INASE/IHS*

VARIEDAD	BIAŁOBRZESKIE	HENOLA	TYGRA	RAJAN
Aplicación	Textil, extractos de CBD	Oleaginosa	Construcción	Biomasa
Periodo de vegetación [dap]	142-145	115-120	135-140	145-155
Tiempo de floración [dps]	70-75	48-55	65-68	86-60
Rendimiento de semillas [t/ha]	0,8-1,0	1,5 -2,1	0.9-1.2	0.9
Altura de madurez [cm]	250-350	170-200	250-300	300-400
Contenido de aceite en la semilla [%]	31-34	30-31	28-30	33-34
Contenido de proteínas [%]	23-26	20-22	23-25	
Contenido de carbohidratos [%]	26-29	26-28	26-28	
Peso de 1000 semillas [g]	15	14	16	15-16
Contenido de fibra [%]	30		30	20
Rendimiento de paja [t/ha]	16	10	15	20
Contenido de CBD [%]	1.0-2.0	1	1-1.5	
Contenido de THC [%]	<0,2	<0,2	<0,2	

Fuente: <https://www.polishhempseeds.com/hemp-varieties---bialobrzeskie.html>

### **Variedades con potencial de ser evaluadas en la Provincia del Chubut**

Como antecedentes más próximos en tiempo y espacio, respecto a la introducción y evaluación de la performance productiva de distintas variedades de cáñamo industrial, se

propone al gobierno de la provincia del Chubut comenzar con las experiencias de evaluación local y adaptación con las variedades evaluadas por la UBA junto al INTA, INASE y la empresa IHS en la región Pampeana con resultados parciales aún no oficializados, satisfactorios hasta el momento que se presentan en la tabla 12. Así mismo a continuación se describen variedades potenciales a ser evaluadas por la provincia, con dístomas prestaciones según la aplicación que podrían ser introducidas y evaluadas.

**Tabla 13**  
*Prestaciones de variedades comercializadas por HEMP it ADN*

Variedad	SANTHICA 70	FUTURA 83	KOMPOLTI
<b>Aplicación:</b>	producción de Grano	producción de biomasa	biomasa vegetal muy rica en CBD
<b>Ciclo vegetativo:</b>	140	160	160
<b>Altura (cm)</b>	200-225	250-300	250-350
<b>THC:</b>	< 0,2%	< 0,2%	< 0,2%
<b>CBD:</b>	medio	medio	medio-alto
<b>Producción de semillas:</b>	800-1000 kg/ha	300-800 kg/ha	300-500 kg/ha
<b>Producción de biomasa:</b>	8-10 T/ha	12-15 T/ha	12-15 T/ha
<b>Fibra:</b>	30-35%	26-30%	25-30%
<b>Aceite por semilla:</b>	28-30%	26-30%	
<b>Climas:</b>	norte, centro y sur de Europa	norte, centro y sur de Europa	Continental

Fuente: <https://www.polishhempseeds.com/hemp-varieties---bialobrzeskie.html>

### **Adaptación y mejora de variedades**

Los genotipos mejorados en otros países están mejor adaptados a las condiciones del ambiente para el cual fueron seleccionados. Incluirlos en los sistemas de producción de la Argentina y más precisamente en la provincia no ofrece garantías en relación con su capacidad de capturar recursos en forma eficiente para expresar valores de rendimiento y/o de calidad similares a los alcanzados en su lugar de origen. Para poder tener mayor certeza respecto del comportamiento fenotípico del cáñamo industrial en lo que hace a la producción de fibras de tallo, granos o cannabidiol (CBD) en sus inflorescencias, se requerirá mejoramiento genético local, incluso regional. Ese proceso no es rápido, y la cadena de valor del cáñamo industrial no puede esperar a que se obtengan resultados locales para comenzar a formarse y consolidarse. El camino, entonces, es comenzar utilizando aquellas variedades extranjeras que logren la mejor adaptación posible a nuestros ambientes y sistemas productivos.

A continuación, se mencionan los principales parámetros que deberían tenerse en cuenta al momento de proceder a seleccionar variedades para iniciar un proceso de adaptación y mejoramiento de variedades en el ámbito local:

- **Potencial de producción de paja** (1: rendimiento muy bajo – 10: rendimiento muy alto)
- **Potencial de producción de fibras** (1: rendimiento muy bajo – 10: rendimiento muy alto)
- **Riqueza en fibra** (1: poco rica en fibra – 10: muy rica en fibra)
- **Potencial de producción de grano** (1: rendimiento muy bajo – 10: rendimiento muy alto)

- **Precocidad** (1: variedad muy precoz – 10: variedad muy tardía). La fecha de plena floración (llamada precocidad) depende de la duración del día y, por consiguiente, varía, independientemente de la fecha de siembra. De esta manera, en una latitud determinada, siembras más precoces de una semana prolongarán el ciclo una semana (una semana de crecimiento adicional implica un potencial de rendimiento superior). Y, de manera inversa, siembras más tardías de una semana reducirán el ciclo una semana (una semana menos de crecimiento implica un potencial de rendimiento menor).
- **PMG** (peso de mil granos) (1: granos muy pequeños – 10: granos muy gruesos)
- **Índice de THC** (1: sin THC – 10: 0,2 % de THC)
- **Índice de CBD** (1: sin CBD – 10: muy rica en CBD)
- **Sensibilidad al encamado** (1: sin encamado – 10: muy sensible al encamado)
- **Sensibilidad a la orobanche** (1: resistente – 10: muy sensible a la orobanche)
- **Índice de aceite**
- **Índice de omega 3**
- **Índice de omega 6**

*Variedades obtenidas y comercializadas por hemp-it-adn – EEUU*

**Hemp-it-adn:** Institución dedicada a la innovación y la creación de variedades de cáñamo industrial. Lanzada en 2017 y creada en 2019, HEMP it ADN es la marca dedicada a la innovación y creación varietal de la cooperativa HEMP it y Fédération Nataional des Producteurs de Chanvre (FNPC).

Se observa, a continuación, distintas variedades ideales para distintos potenciales aplicaciones y usos como alimentación y cosméticos, producción de fibra, paja y grano. Estas características responden a parámetros técnicos mencionados anteriormente (Potencial de producción de paja, Potencial de producción de fibras, Riqueza en fibra, Potencial de producción de grano, Precocidad, etc.).

**Tabla 14**  
*Parámetros técnicos de variedades de cáñamo (hemp-it-adn,2024).*

	DJUMBO 20 FOOD & COSMETIC DIOECIOUS	MUKA 76 FIBRE MONOECIOUS	FUTURA 83 SHIVE MONOECIOUS
Height	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
Cycle length	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
Production potential straw	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
Production potential fibre	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
Production potential seed	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
Fibre richness	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
PMG	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
THC level	●○○○○○○○○○	●○○○○○○○○○	●○○○○○○○○○
CBD level	●●○○○○○○○	●●○○○○○○○	●●○○○○○○○
Lodging resistance	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○
Broomrape tolerance to broomrape	●●○○○○○○○	●●●●●○○○○○	●●●●●○○○○○

## **Manejo del Cultivo de Cáñamo**

### **Siembra**

#### **Preparación de la cama de siembra y distribución de las plantas**

La condición de aridez descrita con anterioridad para toda la cuenca del Río Chubut requiere obligatoriamente de riego complementario para el desarrollo del cáñamo, ya que los requerimientos mínimos no son satisfechos con las precipitaciones.

Respecto al riego complementario en la cuenca del Río Chubut, menos del 2 % de las hectáreas cuenta con riego presurizado y el porcentaje restante realiza riego superficial por manto o surco. Por ello, la realización de nivelación y sistematización de tierra para riego por superficie es indispensable e importante, al igual que las correcciones de nivelación normalmente realizadas en terrenos sistematizados ya incorporados a la producción.

Se deberán considerar en cada predio aspectos físicos del suelo como textura que se vinculan a capacidad de infiltración, caudal de ingreso de agua al lote para el diseño de la parcela a implantar los que determinarán la pendiente del terreno, ancho y largo de la melga a regar y tiempo de riego.

La posibilidad de riego por aspersion, encuentra localmente algunas limitaciones de infraestructura básica como accesos a la electricidad y el costo. En caso de optar por la impulsión del agua con bombas, el costo operativo también es elevado comparativamente con el riego por inundación. El rendimiento potencial podría ser una variable a evaluar analizando aspectos climáticos como el efecto del viento sobre la aspersion (eficiencia de aplicación), la alta evapotranspiración, etc.

En el caso de tierra que se encuentre en producción, previo a la siembra en otoño, ésta debe ser trabajada en varias oportunidades "a una profundidad de 20 a 23 cm, y repetidamente afinada con rastra; luego en primavera, se debe realizar otra pasada de rastra y por último pasar un rodillo, para formar una fina capa en la superficie del suelo" (Fassio, Rodríguez y Ceretta, 2013, p.26). Esa es la forma más convencional de preparación de la cama de siembra por parte de productores locales para la implantación de pasturas anuales, perennes o cultivos agrícolas anuales como maíz, sorgo y cereales de invierno o verdeos de verano.

Se podría evaluar con buenos resultados la utilización del sistema de siembra directa (SSD), en cultivos agrícolas locales. El sistema presentaría algunas ventajas a considerar: se cuenta en la cuenca con disponibilidad de maquinaria de última generación, el sistema ya es conocido por los productores, como así, sus resultados y permite la realización de dobles cultivos anuales o mejores esquemas de rotación de éstos por disponer rápidamente el lote para la siembra.

En los apartados que siguen, se expondrá la investigación realizada por Fassio, Rodríguez y Ceretta (2013).

El cáñamo se siembra usualmente en líneas, con una distancia entre surcos de 7 a 20 cm. La semilla se deposita a una profundidad de 1 a 2 cm, tratando de que haya un buen contacto entre la misma y el suelo, para lo cual se puede volver a pasar un rodillo luego de la siembra (en caso de siembra convencional).

Un buen control de malezas previo a la siembra es recomendable.

#### **Densidad de siembra**

La densidad óptima de siembra en cualquier locación dependerá de un número de factores como son la variedad seleccionada, las condiciones ambientales locales incluyendo

la radiación solar y el suministro de agua, como así también el producto final y por tanto el momento de cosecha.

Antecedentes locales en cultivos agrícolas, como maíz y sorgo con riego superficial complementario, las densidades de siembra recomendadas por los semilleros (para zona núcleo) resultaron no ser óptimas por los mayores volúmenes de Materia Seca obtenidos localmente (120 t./ha) como consecuencia de las condiciones de producción más estables y ventajosas.

Los autores citados, indican que

Para la producción de cannabinoides, una densidad de 10 plantas/m<sup>2</sup> puede ser económicamente óptima (Rosenthal, 1987); para la producción de semillas una densidad de 30 plantas/m<sup>2</sup> puede ser usada (Hennink et al., 1994; van der Werf, 1994a), mientras que para la producción de fibra (cáñamo) existe un amplio rango de densidades que se usan de acuerdo al objetivo buscado. Cuando se buscan elevados rendimientos de fibra, y la calidad no es demasiado importante, se siembran altas densidades (200 a 750 plantas/ m<sup>2</sup>), para producir tallos altos, rectos y de crecimiento rápido, y canopias que cubran completamente el surco (Dempsey, 1975). El rendimiento mayor se origina porque la proporción que representa el tallo en el total de materia seca aumenta a medida que lo hace la densidad de siembra (van der Werf, 1995b), hasta alcanzar un máximo a partir del cual el rendimiento en materia seca del tallo no se incrementa, pero sí lo hace la calidad de la fibra cosechada. Aumentando la densidad de plantas, el contenido de fibras en el tallo tiende a crecer (Heuser, 1927) y la finura de las mismas, mejora (Jakobey, 1965). Con densidades demasiado altas (>500 plantas/m<sup>2</sup>) el rendimiento cuantitativo se pierde debido al auto-raleo que deviene de la competición entre plantas individuales, como también se sufre una reducción cualitativa del contenido de la corteza (van der Werf, 1995b).

Cuando se busca un equilibrio entre rendimiento y calidad de la fibra, la densidad utilizada se ubica entre 90 y 250 plantas/m<sup>2</sup> dependiendo del cultivar, la fertilización y las condiciones ambientales (van der Werf, 1995b). También lo reportan así Bullard y murphy-Bokern (s.f.), quienes estiman una densidad óptima del cultivo para fibra de aproximadamente 115 a 130 plantas/m<sup>2</sup>, la cual obtuvieron sembrando 180 semillas/m<sup>2</sup>. (pp. 6-27)

### ***Épocas de siembra***

Sengloung, Kaveeta y Nanakorn (2009) realizaron ensayos en el norte de Tailandia para determinar el efecto de la fecha de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del cáñamo. Sembraron parcelas con densidades de 25 plantas/m<sup>2</sup> en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre de 2004. El momento de floración de todos los tratamientos se produjo durante el mes de octubre del mismo año. La altura de las plantas se redujo (205, 180, 130 y 95 cm) al igual que sus diámetros (11,95, 8,17, 8,00 y 3,90 mm) a partir de la primera época de siembra, respectivamente. Una siembra temprana permitió un período vegetativo más extenso, que a su vez produjo tallos más largos. El inicio de la floración fue el factor que detuvo el crecimiento en altura de la planta. Las siembras tardías hicieron más corto el período vegetativo y redujeron el largo del tallo. La filotaxis cambió en promedio cuando las plantas tenían entre 5,86 y 6,33 pares de hojas. Los resultados indicaron que, para lograr un crecimiento y

desarrollo adecuado, el cáñamo en Tailandia debe ser sembrado temprano, antes de julio y agosto.

**Tabla 15**

*Rendimientos de tallo y componente, densidad de plantas, rendimiento de semilla, fechas de floración y madurez de semilla y porcentaje de corteza para ensayo de fechas de siembra, Devonport.*

Fecha de siembra	Cultivar	Densidad (por m <sup>2</sup> )	Altura (cm)	Rend. Tallo (*S.H. g/m <sup>2</sup> )	Rend. Semilla (g/m <sup>2</sup> )	Flor fecha	Semilla madurez	Corteza (%)
21-sep	Kompolti	306a	206a	1282a	77a	29-ene	27-feb	42a
10-oct	Kompolti	253a	203a	1271a	73a	31-ene	29-2	41a
24-oct	Kompolti	308a	183b	1054b	83a	31-ene	29-2	37a
08-nov	Kompolti	254a	182b	962b	76a	3-feb	1-mar	38a
21-sep	Fedrina 74	225a	158a	945a	65a	25-dic	31-ene	34a
10-oct	Fedrina 74	182a	178b	972a	83a	3-ene	7-feb	33a
24-oct	Fedrina 74	212a	157a	909b	98a	13-ene	15-feb	32a
08-nov	Fedrina 74	215a	165a	849b	102b	16-ene	19-feb	30a

Nota: Valores medios para cada cultivar seguido por la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes (p>0.05)

\*S.H: secado en horno

Lisson, S.N. and N.J. Mendham 1995. Tasmanian hemp research. *Journal of the International Hemp Association* 2 (2): 82-85. Traducido por M. Rodríguez (2011).

Fuente: Fassio, Rodríguez y Ceretta, p. 28

Coincidentemente, Lisson y endham (1995) reportan un acortamiento del período vegetativo, una disminución en la altura y una merma significativa en los rendimientos de tallo a medida que la fecha de siembra en Tasmania se retrasa (Tabla 15). Estos y otros resultados similares (Bullard y urphy-Bokern, s.f.; van der Werf, 1994) coinciden en que, para lograr buenos rendimientos de fibra, es necesario sembrar lo más temprano posible, con densidades adecuadas, utilizando cultivares de ciclo largo adaptados a la región, que florezcan tarde en el ciclo, permitiendo un crecimiento y desarrollo vegetativo prolongado. (p.28)

Para el caso específico de la Cuenca del Río Chubut, como se analizó en el apartado [Evaluación de factibilidad de producción de cáñamo en la Cuenca del Río Chubut](#), la época de siembra óptima varía según la subcuenca. Según los valores de temperatura óptimos para la germinación y de crecimiento, el período óptimo de siembra para una rápida implantación estaría ubicado a mediados de noviembre para la cuenca superior del Río Chubut y desde fines del mes de octubre para la sub cuenca media; y principios de octubre para la sub cuenca inferior del Río Chubut.

### **Fertilización**

Los requisitos de nutrientes para el cáñamo en un suelo típico deben determinarse mediante un análisis de suelo. Las recomendaciones para NPK pueden ser diferentes para semillas y cáñamo de tipo fibra y dependen de la absorción total de N por parte del cultivo.

El cáñamo responde bien a los fertilizantes suplementarios y la biomasa y el rendimiento de semillas se pueden aumentar aumentando las dosis de N. La investigación en Kutztown, PA, demostró que los cultivos de cobertura leguminosos como Alfalfa pueden proporcionar todo el N requerido para el cáñamo, eliminando la necesidad de una fuente externa de N.

Sin un cultivo de cobertura antecesor, se recomienda una aplicación basal de 100 y 150 kg N/ ha para semilla y fibra de cáñamo, respectivamente.

El P y el K se pueden aplicar a razón de 30-40 y 20-30 kg/ha para una nutrición equilibrada. Es posible que la fertilización no sea efectiva para el cáñamo sin labranza, ya que tanto las variedades de semillas como de fibras no responden a la aplicación de N. Las malezas pueden beneficiarse de la aplicación de N si son dominantes (Dhakal et al., 2023)

### **Cosecha**

#### **Momento de cosecha**

Cuando el cultivo se realiza para obtener fibra de buena calidad, las plantas se cosechan inmediatamente luego de la floración, antes de que las semillas tengan tiempo de desarrollarse, lo cual reduce la calidad y cantidad de fibra (Cherrett et al., 2005). Esto es realmente importante si se trata de un cultivar dioico, porque las plantas machos morirán luego de liberar el polen, lo que lleva a mayores pérdidas de fibra (Clarke, 1999a).

Cuando el objetivo no es fibra, sino la producción de semillas y/ o biomasa, las plantas se cosechan cuando las mismas están maduras en un 50%, de esa manera se obtienen los mejores rendimientos (Mediavilla et al., 1998). Para cosechar semillas sólo se corta la porción superior de la planta, donde se sitúan las mismas. El procedimiento debe ser llevado a cabo en la mañana, para minimizar las pérdidas por desgrane.

Cuando el cultivo tiene un doble propósito (fibra y semilla) el momento de cosecha será determinado según las prioridades del productor, pero la fibra obtenida rendirá significativamente menos y no tendrá calidad textil.

### ***Maquinaria.***

La cosecha del cáñamo tradicionalmente se realizó manualmente, con muy pocos cambios o desarrollos tecnológicos durante gran parte del siglo XX, debido principalmente a la prohibición del cultivo en los países desarrollados, excepto Francia. Recientemente, un aumento del área sembrada y el interés por bajar los costos de mano de obra han provocado una reactivación en el desarrollo y optimización de la tecnología de cosecha (Venturi et al., 2007), generando sistemas más eficientes como el Hemp Cut 3000/4500 o el Bluecher 02/03 (Amaducci y Gusovius, 2010).

Las técnicas de cosecha utilizadas actualmente difieren entre sí dependiendo de la finalidad del cultivo y las prácticas utilizadas.

En el caso más probable, donde se desea una cosecha con doble propósito (fibra y semilla), es importante mantener la calidad de la semilla cosechando las espigas lo más gentilmente posible, además de separar los productos de la cosecha para facilitar su procesamiento posterior.

En el caso de un cultivo para fibra no textil, donde se busca el rendimiento, y la calidad del producto no es el objetivo, es posible utilizar una cosechadora convencional (p. ej. John Deere 6600), dado que la altura del cultivo no es tanta como para producir dificultades con las partes rotativas de la maquinaria (Fassio et al.: 2013, 30).

En la provincia del Chubut, producto de distintos programas de financiamiento Nacional e Internacional destinados a la innovación productiva y fortalecimiento de organizaciones de productores, Plan Mas Pasturas (2014) o Maizar 2013), existe maquinaria de última generación como corta picadoras autopropulsadas, trilladoras, en propiedad del estado Provincial y cooperativas agropecuarias con prestaciones similares a las mencionadas anteriormente.

### ***Rendimientos potenciales óptimos, promedios y marginales***

Los rendimientos del cultivo varían mucho dependiendo de las condiciones agronómicas y las técnicas de cosecha y conservación, sin embargo, varios autores manejan medias nacionales en sus trabajos científicos. Según van der Werf (2004) la

producción nacional promedio de materia seca de cáñamo en Francia (48° 51' 12" N; 02° 20' 56" E) es de 6,7 t/ha/MS.

Además, van der Werf et al. (1995a) exponen que, bajo las condiciones de crecimiento europeas, los cultivares adaptados rara vez superan rendimientos de 8,0-10,0 t/ha de materia seca.

La fibra representa aproximadamente el 25% de la materia seca total y el porcentaje crece cuanto más alto es el cultivo (Duke, 1983).

Si el cáñamo es cultivado estrictamente para semilla, puede producir entre 0,5 y 1,0 t/ha de semillas (Pate, 1999). Callaway (2004) reportó rendimientos de hasta 2 t/ha de semillas, para una variedad finesa especialmente adaptada a la producción en climas septentrionales. (Fassio et al.; 2013:33)

Más recientemente, la comunidad científica ofrece varios tipos de modelos de cultivos y los usuarios pueden elegir el más apropiado en términos de detalle, escalas, propósitos y representatividad (Di Paola et al., 2015). Aunque los modelos de cultivos están disponibles para diferentes plantas (cereales, legumbres, cultivos de raíces y oleaginosas, vegetales, fibra, forrajes, azúcar, energía), no hay muchas aplicaciones de modelado en el cultivo de cáñamo.

Los modelos de cultivos de cáñamo se implementaron por primera vez en el simulador de sistemas de producción agrícola (APSIM) hace aproximadamente 20 años (Lisson et al., 2000a, Lisson et al., 2000b, Lisson et al., 2000c). Más tarde, otras aplicaciones de modelado del cáñamo se centraron en predecir el desarrollo fenológico que implica el efecto mixto del fotoperiodo y la temperatura en el tiempo de floración establecido y el crecimiento de la planta (Amaducci et al., 2008a, Cosentino et al., 2012). También se pretendía parametrizar los modelos de fotosíntesis del dosel basándose en datos experimentales de eficiencia del uso del agua y el nitrógeno en la fotosíntesis del cáñamo (Tang et al., 2018).

Un estudio más reciente combinó el enfoque de los ensayos experimentales y el modelado y tuvo como objetivo desarrollar un enfoque de simulación simple para predecir las etapas de crecimiento del cáñamo, el rendimiento de semillas y aceite, así como los requisitos de agua (Baldini et al., 2020). Wimalasiri et al. (2021) realizaron un estudio reciente sobre el modelado del cáñamo. Los autores analizaron las opciones para el cultivo de cáñamo en Malasia en términos de idoneidad climática, rendimiento y potencial económico y con una evaluación de idoneidad en múltiples etapas. Determinaron que más del 95 % del país podría ser adecuado para el cultivo de cáñamo.

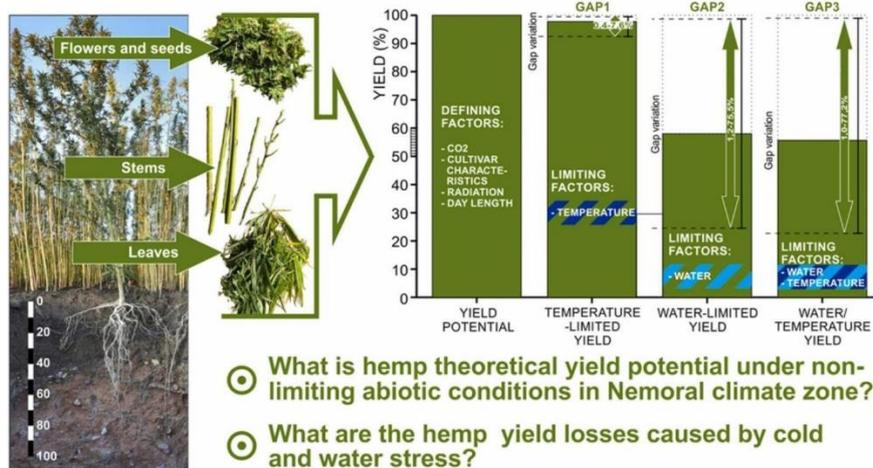
Las bajas temperaturas y el estrés hídrico influyen en el crecimiento y desarrollo del cáñamo existiendo, todavía, lagunas de conocimiento asociadas con los rendimientos potenciales del cáñamo y la adaptación al cambio climático. Por lo tanto, se necesita urgentemente más investigación, combinando diferentes métodos de experimentos de campo y enfoques de modelización para proporcionar datos a los responsables de las políticas y a los agricultores. Aunque se utilizaron enfoques de modelización en algunos estudios sobre el cáñamo, no existen evaluaciones de la capacidad del modelo para simular el rendimiento potencial y las brechas de rendimiento. Por último, los niveles reales de temperatura y estrés hídrico para el rendimiento potencial del cáñamo en los climas del norte siguen siendo desconocidos.

Según el estudio "Potencial de rendimiento y factores que influyen en la brecha de rendimiento en el cultivo de cáñamo industrial en condiciones climáticas nemorales" (Zydelis et al, 2022), el modelo proporcionó evidencia de que el potencial máximo de rendimiento del

cáñamo puede alcanzar hasta 24,14 t/ha/ms, para la región del norte de Europa con promedio 20,1 t./ha/ms. Este nivel de potencial de rendimiento se estimó para la temporada de 2019 bajo condiciones no limitantes.

Durante los tres años, paralelamente se experimentó en cultivos a campo con temporadas de crecimiento en las que fueron bastante similares, con 127, 128 y 124 días en 2019, 2020 y 2021, respectivamente. A pesar de una duración similar de la temporada de crecimiento durante los tres años experimentales, se midió una diferencia significativa con  $12,08 \pm 1,3$ ,  $15,53 \pm 1,5$  y  $12,76 \pm 1,1$  t/ha para 2019-2021, lo que indica diferencias esenciales en las condiciones ambientales entre las estaciones. Desde la siembra del cáñamo hasta la cosecha, la temperatura media del aire fue de 17,8, 16,8 y 18. Los resultados indicaron que la limitación de agua es el principal factor que repercute en el crecimiento potencial del cáñamo en coincidencia a lo reportado por Adesina et al., 2020 y Cosentino et al., 2013. En la figura siguiente, se puede observar el marco conceptual del potencial rendimiento del cáñamo bajo las condiciones históricas 1990-2021. El potencial de biomasa de cáñamo promedio simulado alcanzó hasta 20,1 t./ha/ms. Las pérdidas promedio de rendimiento de biomasa debido al estrés hídrico son 8,7 t./ha/ms (brecha 43,3 %) con valores extremos de 1,2 hasta un 75 %, mientras que la reducción debido a las bajas temperaturas puede alcanzar el 6,4 %, pero la reducción media fue solo 0,4 t./ha/ms (brecha 2,0 %), con valores extremos de 0.4 y 7.6 %. Los resultados simulados mostraron que el estrés hídrico es el principal factor que define las pérdidas de rendimiento del cáñamo, mientras que las bajas temperaturas son de importancia secundaria.

**Figura 26**  
Rendimiento potencial modelado para el periodo histórico 1990-2021  
**CONCEPTUAL FRAMEWORK OF HEMP YIELD POTENTIAL UNDER HISTORICAL 1990 - 2021 PERIOD**



### **Infraestructura Predial, Disponibilidad de Equipamientos Productivos y Capacidad Técnica/Operativo Local por Sub Cuenca del Río Chubut.**

#### **Infraestructura predial**

La infraestructura predial de las tres sub cuencas presentan diferentes características determinadas por su dinámica social y cultural que fueron determinando la arquitectura espacial del territorio.

### *Sub-cuenca Superior del Río Chubut*

La sub-cuenca Superior del Río Chubut principalmente colonizada y habitada por organizaciones de pueblos originarios son los que en número de unidades productivas representan la mayoría, con tenencia precaria de la tierra en fracciones atomizadas del territorio, con escasa infraestructura predial, con un bajo porcentaje de las tierras niveladas y sistematizadas con acceso al agua.

Solo un pequeño porcentaje próximos a los principales cursos de agua, como el Valle del Lepá, Fofocahuel y Valle del Río Chubut, presentan condiciones e infraestructura para el desarrollo sostenible de la agricultura. Recordar que esta zona, se caracteriza por la ganadería extensiva con producción de forraje en pequeños sectores con disponibilidad de agua (perforaciones, mallines o dotación de riego).

Respecto a disponibilidad de maquinaria, distintas organizaciones de productores han recibido maquinaria, en comodato por el estado Provincial y Nacional, como tractores de mediana potencia, rastras discos, arados, pulverizadores de arrastre y otros implementos menores para la producción de forrajes, que podrían adaptarse perfectamente en al cultivo de cáñamo. Muy próximo a la Cuenca Superior se encuentra la Comarca del Paralelo 42° con las localidades de Trevelin y Esquel donde existe contratistas privados y organización de productores que disponen de todo tipo de maquinaria necesaria para el desarrollo del cultivo como trilladores, cortadoras autopropulsadas, sembradoras de precisión, ya que tradicionalmente producen cereales y verdeos.

### *Sub-cuenca Media del Río Chubut*

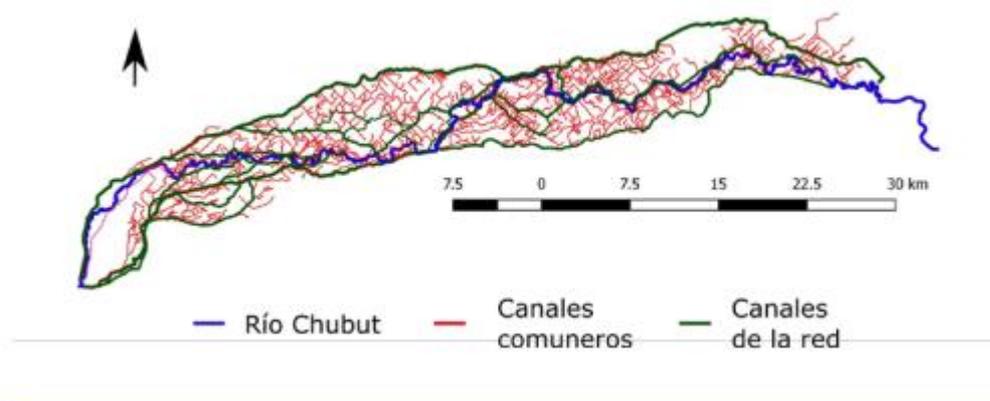
En la sub-cuenca Media de Río Chubut, las condiciones de infraestructura predial y disponibilidad de maquinaria difieren de la descrita anteriormente. En este caso, grandes superficies de tierra sistematizadas y niveladas se encuentran en poder de pocos productores que se dedican principalmente a la producción de forrajes para la alimentación de ganado. Disponen de tractores de mediana y alta potencia, equipamiento para nivelación y sistematización, siembra de pasturas convencionales y de siempre directa.

La mayoría de las unidades productivas cuentan con obras de riego para la captación y conducción de agua con gran eficiencia. A diferencia de la sub cuenca superior, las dimensiones de los lotes facilitan las tareas mecanizadas de gran porte para el desarrollo de cultivos extensivos como lo es el cáñamo.

### *Sub-cuenca Inferior del Río Chubut*

La sub-cuenca Inferior del Río Chubut, colonizada por los galeses, procedieron a la subdivisión del Valle Inferior del Río Chubut en parcelas de 100 ha inicialmente que con el correr de los años se fueron subdividiendo y hoy salvo excepciones, cada propietario dispone de entre 5 a 20 ha c/u. La mayoría de las unidades productivas cuentan con la totalidad de servicios de electricidad, gas y agua, como así, agua para riego previsto por el sistema de canales administrados por la compañía de Riego.

**Figura 27**  
Sistema de riego del VIRCH



Con la introducción de la producción de maíz para ensilado y la incorporación del doble cultivo, trajo aparejada la incorporación de maquinaria de Siembra Directa (SD) y cortapicado autopropulsado, en los últimos años, la configuración espacial de las unidades productivas se ha visto obligadas a eliminar o modificar los límites prediales (alambrados), modificando ingresos y ampliando puentes para ser más eficiente las labores culturales. Este valle con mayor cultura agrícola, hoy dispone de todo tipo de maquinaria de pequeño mediano y gran porte para el desarrollo de la actividad agrícola, hortícola y frutícola con servicios anexos a la producción que facilitan el desarrollo de la misma. De igual forma, existen una variedad de empresas dedicadas a la prestación de servicios contratistas para el desarrollo de todas las labores necesarias.

### **Disponibilidad de equipamiento productivo**

**Tabla 16**  
*Maquinaria Agrícola propiedad del estado Provincial- Especificaciones*

<b>Maquinaria Agrícola propiedad del estado Provincial- Especificaciones</b>
SEMBRADORA NEUMATICA DE GRANOS GRUESOS METAR NSFS2400, de precisión, de cuatro surcos
TRACTOR s/neumaticos c/cabina APACHE SOLIS 90WT 4 WD. Motor N°4105TL53A471296F12. Número de chasis BZLDU473953W
INTERSEMBRADORA. SERIE I, LTP 2014. SEMBRADORA DE GRANO FINO DE 3 PUNTOS
TRACTOR Agco Allis, modelo 6125A DT. Chasis: AAT0024TDR003377 Motor Deutz h617766
TRACTOR. Tractor marca Sonalika, modelo Apache Solís 75 WT 2WD. Motor Sonalika N° 4100TL33E346431F11 - Chasis Sonalika N° F1KTV346671W.
TRACTOR marca Sonalika, modelo Apache Solís 75 WT 2WD. Motor Sonalika N° 4100TL33E346422F11. Chasis Sonalika N° FZKTV346596W..
MAQUINA DE ARRASTRE. Palon Nivelador, marca NIEVAS, modelo 15NCA3, ancho de labor 3 mts, con sistema hidraulico
RASTRA DE DISCO EXCENTRICA DE TRACCION LIBRE, marca NIEVAS, modelo RDA 16 x 24; discos de 24", de arrastre con cilindro y mangueras
ARADO EL PATO, tres discos 26" p/tres puntos de nivelado.
FERTILIZADORA de plato, marca Lavrale, modelo DC-650.

<b>Maquinaria Agrícola propiedad del estado Provincial- Especificaciones</b>
EQUIPO INOCULADOR GENERICO PARA PICADORA DE FORRAJE.
Cortapicadora Gonselmarsh
DESMALEZADORA, marca HUSGUARNA 236R. Uso profesional
DESMALEZADORA MOTOMEL CG520B/52C.C. -
FERTILIZADORA de plato, marca Lavrale, modelo DC-650.
Sembradora de grano grueso DOLBI
SEMBRADORA DE GRANO FINO, INTERSEMBRADORA, marca SURKA, serie I, LTP 2014; de 3 puntos, de 9 surcos a 17,5cm. Discos dobles plantadores de 16".
PALA CARGADORA FRONTAL. Marca Tbech modelo CF 1000
AZADA ROTATIVA, Rotovate LAVRALE RDF170
AZADA ROTATIVA, Rotovate LAVRALE RDF171
SEMBRADORA DE PRECISION AUTOPROPULSADA NOVA SIEMBRA. Modelo TUCURA.
SEMBRADORA DE PRECISION AUTOPROPULSADA NOVA SIEMBRA.
EQUIPO. SONDA DENSIMETRICA, marca Salghi
EQUIPO. Separador de partículas, marca Salghi (set de cuatro zarandas)
PALON NIVELADOR CON BALDE EL PATO, modelo PLB500, Ancho de labor: 3m. Capacidad de carga y traslado: 5 metros cúbicos; 4 neumáticos 11,5 L15 - Potencia demandada 120-160 Hp.
TRACTOR marca Agco Allis, modelo 6125 DT. Certificado de fabricación 005-009477/003225/2211. Motor Deutz N° H617406. Chasis Agco Allis N°8AATOO24ECR03225
Carreton Sayi -Modelo ACTR - 2,10*5 mts. - N° 2352-4T.
TRACTOR s/neumaticos con cabina APACHE SOLIS RX 75 2 WD, Motor International Tractors LTD, 4 cilindros turboalimentado, 75 HP. Motor N° 4100TL63A536307F11; Chasis N° AZKDF547767S3
EQUIPO INOCULADOR GENERICO PARA PICADORA DE FORRAJE.
SEMBRADORA NEUMATICA DE GRANOS GRUESOS METAR NSFS2400,de precisión, de cuatro surcos
Tractor Massey Ferguson 90 hp Modelo: 1078 - Modelo: 2013 - Motor: C70280065D - Chasis: 292BTA40009
PALA DE ARRASTRE, marca EL PATO, de 3.50 mts. Capacidad 2.5 m3.
REBORDEADORA DE CESPED, marca EL PATO, extrapesada, con discos de 28" y regulación angular.
RASTRA, marca EL PATO, de 20 discos de 22", para levante, de 3 puntos.
ARADO DE CINCEL, 7 arcos con zafe de reintegro automático, enganche de 3 puntos.

### ***Estrategias y técnicas de manejo del cultivo de cáñamo para el aprovechamiento según destino y dotación de recursos, abordando desafíos ambientales, económicos y sociales***

#### *Agricultura Regenerativa*

Las prácticas agrícolas regenerativas aplicadas a la producción de cáñamo restauran el ecosistema del suelo. Cuando se reduce el uso de pesticidas, la fauna del suelo como gusanos, insectos, hongos y bacterias crecen, e incluso prosperan en el suelo. Al reducir o eliminar la cantidad de labranzas que se realizan en los suelos, se reduce la escorrentía de agua y la erosión y aumentamos la cantidad de humedad que se absorbe en el suelo.

Cuando se logra un ecosistema de suelo sano, el cáñamo prosperará mucho mejor, extrayendo dióxido de carbono de la atmósfera y llevándolo al suelo, donde puede utilizarse y almacenarse. La salud del suelo se mide mediante muchos parámetros, entre ellos la

materia orgánica, la biodiversidad, la infiltración de agua, el equilibrio de nutrientes y la biocaptación. Muchas prácticas agrícolas convencionales conducen a un suelo desequilibrado y con poca fertilidad, mientras que la agricultura regenerativa conduce a una productividad del suelo sostenible a largo plazo desde el punto de vista ambiental y económico.

**Figura 28**  
Los 5 principios de la agricultura regenerativa



**Remediador del suelo:** El cáñamo es un remediador del suelo, lo que significa que tiene la capacidad de limpiarlo, extraer metales pesados y toxinas del suelo. Además de eliminar los contaminantes del suelo, por su rápido crecimiento, absorbe más toxinas en un espacio de tiempo más corto que otros cultivos. Por otro lado, las plantas de cáñamo tienen redes de raíces fuertes pivotantes. Al llegar a las profundidades subterráneas, las plantas de cáñamo pueden llegar a más contaminantes en el suelo; otras plantas solo se ocupan de los primeros centímetros. El cáñamo no se ve afectado en absoluto por las toxinas que absorbe. De hecho, las plantas de cáñamo prosperan en suelos contaminados, prosperando donde otras plantas tendrían dificultades para sobrevivir.

Aporta nutrientes como potasio y nitratos, y sus raíces increíblemente largas llegan hasta muy abajo y comparten estos nutrientes con muchas capas de la tierra.

Las raíces pivotantes largas también son beneficiosas para aflojar el suelo compactado y aumentar la aireación y el drenaje, todos ellos elementos pertinentes para la salud del suelo.

**Rotación de Cultivos:** Vinculado a la Agricultura Regenerativa se practica la **rotación de cultivos**, práctica que se basa en la rotación no solo de tipos de cultivos, sino de diferentes manejos de la tierra (producción intensiva de granos de pocos años seguida por un período de uso poco intensivo, barbechos o resiembra de pasturas, leguminosas, árboles, pastoreo directo etc.). Y el cáñamo es un excelente socio en esquemas de rotación. Recientemente se ha demostrado que el cáñamo es un buen predecesor del trigo y que los efectos de rotación del cáñamo en los cultivos de trigo posteriores aumentaron el rendimiento del trigo y los efectos beneficiosos del cáñamo en el trigo podrían durar un mínimo de 2 años (Gorchs et al. 2017). Como se informó anteriormente, el cultivo de cáñamo industrial como cultivo alternativo para ser utilizado en rotación con cultivos de cereales, como trigo, cebada y avena, tiene el potencial de ser un cultivo ecológico y altamente sustentable y puede encajar bien en una

rotación de cultivos con el objetivo de aumentar la fertilidad del suelo, ya que el cultivo de cáñamo proporciona una fertilidad residual notable con una cantidad constante de residuos orgánicos que quedan en el suelo y, por lo tanto, el potencial de suprimir eficazmente las malezas (Adesina et al. 2020 ; Satriani, Loperte y Pascucci2021 ). Debido a que tiende a crecer en un periodo de 80 a 120 días, madurando en solo 3 o 4 meses, lo convierte en una de las plantas de maduración más rápida. Esto les da a los agricultores mucho tiempo en otoño para sembrar pasturas, por ejemplo, para se establezcan antes de que llegue el invierno (una de las principales prioridades en las rotaciones de cultivos). El cáñamo para fibra generalmente está listo para cosechar entre 70 y 90 días después de la siembra. Esto lo convierte en un cultivo de cobertura del suelo ideal.

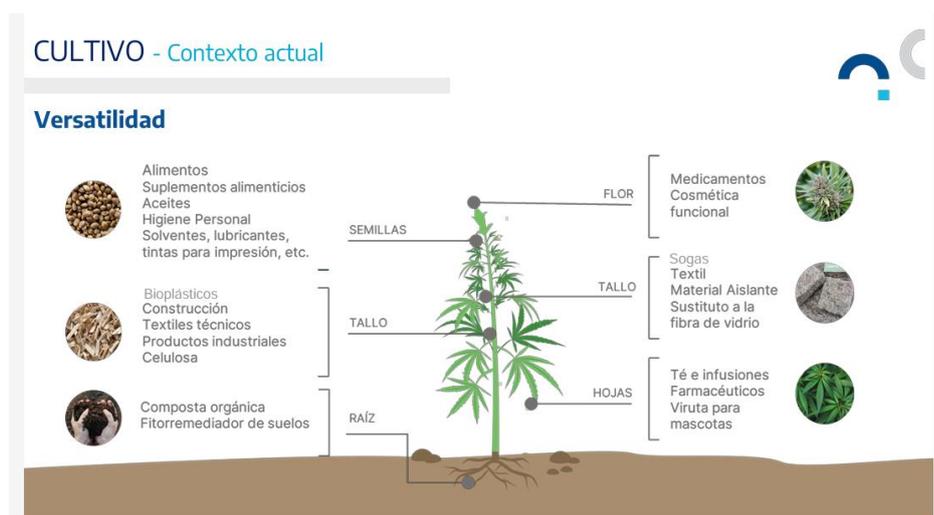
**Sistema de Siembra Directa (SSD):** La agricultura regenerativa, comparte profundamente los principios y prácticas del SSD, entendida como práctica de implantar un cultivo sin labrar la tierra previamente, siendo la misma sembradora la encargada de realizar una microlabranza solamente en el surco y depositando las semillas para asegurar un buen contacto semilla-suelo. Sin embargo, el concepto de SSD comporta otra complejidad. El SSD, requiere no solo ausencia de labranzas sino también la presencia de una cobertura permanente del suelo, vía cultivos y rastrojos de cultivos anteriores. Basado en un conjunto de Buenas Prácticas Agrícolas que incluyen una nutrición balanceada y un manejo integrado de plagas, el esquema permite producir sin degradar el suelo, mejorando en muchos casos sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Además, logra hacer un uso más eficiente del agua, recurso que en cultivos de secano es generalmente el factor limitante en la producción.

### Diagrama de Flujo de Cadena de Valor de la Industria del Cáñamo

#### Cadena de Valor factible y sostenible en la Cuenca del Río Chubut.

En perspectiva, el cáñamo puede considerarse prometedor de la eficiencia de uso de la tierra, ya que se puede plantar como un cultivo multipropósito utilizado como materia prima para productos de alto valor como productos químicos, farmacéuticos, fibras textiles o alimentos, mientras que la paja o los restos de procesamiento podrían usarse para la producción de energía con alta eficiencia.

**Figura 29**  
Versatilidad de la aplicación del cultivo de cáñamo industrial

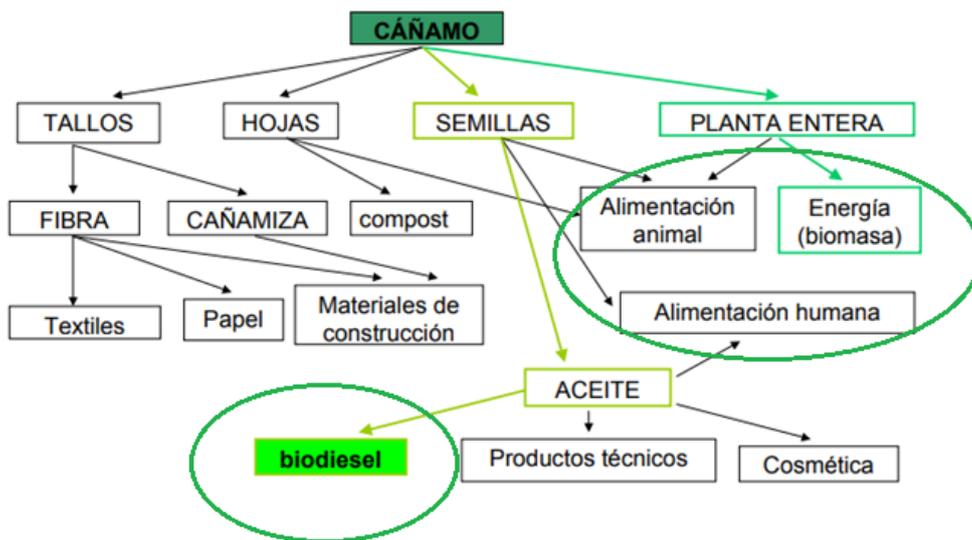


La cadena de valor del CI incluye una larga serie de procesos y actores que van desde el desarrollo de insumos críticos –genética en semillas, fitosanitarios, equipamientos, etc.–, pasando por la producción propiamente agrícola, seguida de la cosecha, hasta la transformación de la biomasa según los usos que se le quiera dar, por ejemplo, bioenergético, medicinal, alimenticio o industrial (ver Figura 26 para un esquema simplificado de esta cadena).

A lo largo de todas estas etapas, se requiere adicionalmente una serie de servicios asociados para su aprovechamiento final ya sea como producto o subproducto de un eslabón de otra cadena.

La cadena puede estar integrada verticalmente, en cuyo caso las principales actividades productivas son llevadas a cabo por un mismo actor, o bien puede estar basada en modelos en los que emergen firmas especializadas en determinadas etapas, hoy inexistentes en la provincia.

**Figura 30**  
*Transformación de biomasa en diferentes productos y usos priorizados para la provincia del Chubut*



La cadena se inicia con la producción agrícola de cáñamo que tiene como objetivo obtener plantas, considerando las flores, hojas, semillas, tallo e inclusive la raíz, con las características apropiadas según los usos que posteriormente se le dará a la biomasa.

En función de los objetivos buscados será necesario definir la combinación de variedades, densidades y momento de cosecha en busca de características deseables de acuerdo al modelo de negocio que se pretende aprovechar y aspecto a potenciar.

Por ejemplo, en el Estudio “Rendimiento energético y de biomasa del cáñamo industrial (*Cannabis sativa* L.) según la fecha de siembra y el momento de la cosecha en las condiciones agroclimáticas de Polonia” (Kołodziej et al., 2023), el calor de combustión de la panícula de cáñamo fue de 19,8 MJ kg<sup>-1</sup>, el de la paja de 17,9 MJ kg<sup>-1</sup> y el de las plantas enteras de 18,8 MJ kg<sup>-1</sup>, sin embargo, la producción doble propósito (fibra y Grano) obtienen mayor eficiencia energética por ha. Esta eficiencia se expresa con una densidad de siembra de 30 kg ha<sup>-1</sup>, sub óptima para la producción de grano. El momento óptimo para cosechar el cáñamo cultivado con fines energéticos fue en plena floración.

Como se dijo antes, las características finales que exprese la planta –es decir, sus rasgos fenotípicos– tendrán un correlato tanto en la genética que haya sido utilizada, como en las condiciones agronómicas a las que haya sido sometida.

El desarrollo de variedades genéticas que se está llevando adelante en la Argentina consiste en determinar la mejor adaptación de variedades extranjeras en diferentes sistemas de producción argentinos, así como la obtención de materiales locales por mejoramiento. Ya sea por una u otra vía, quienes estén ubicados en la etapa de la producción agrícola podrán obtener en el mercado de semillas aquellas variedades que puedan aportar las características deseadas en la planta y que además sean óptimas para las condiciones de producción agrícola en las que van a ser utilizadas.

El ciclo productivo puede tomar entre 3 y 8 meses, dependiendo de la variedad que se esté utilizando y las condiciones agronómicas provistas. Una vez seleccionada la genética que será utilizada, esta etapa está compuesta por las fases de germinación, desarrollo vegetativo, floración y cosecha curado.

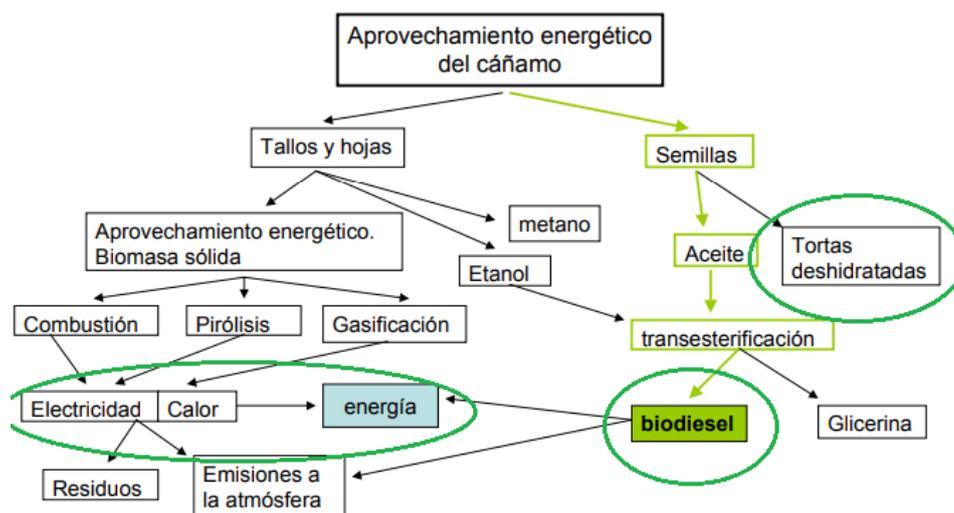
En la fase cosecha, el tratamiento dado al producto obtenido podrá variar según se trate del grano o de algún otro componente (hojas, tallo, raíces, etc.). El grano, componente de la planta de mayor valor, generalmente es sometido a un proceso más riguroso.

Por último, la fase de transformación industrial del cáñamo es muy amplia, asociada a la gran diversidad de productos que se pueden elaborar a partir de este cultivo.

En relación con la elaboración de aceites y resinas de uso medicinal o energético, se utilizan como principal insumo los granos. Para esto se lleva a cabo un proceso de extracción de los compuestos activos en laboratorios especialmente acondicionados. Por lo general, este proceso se realiza a partir del uso de solventes, técnica similar a la empleada para otros cultivos. Luego, este extracto general de la biomasa que se quiere utilizar para la elaboración de algún producto de uso medicinal o cosmético suele someterse a un proceso de cromatografía separativa, que no será analizado o priorizado en esta instancia. Este proceso es llevado a cabo en laboratorio, y permite identificar la composición del extracto.

### **Aprovechamiento y Potencial energético del cáñamo**

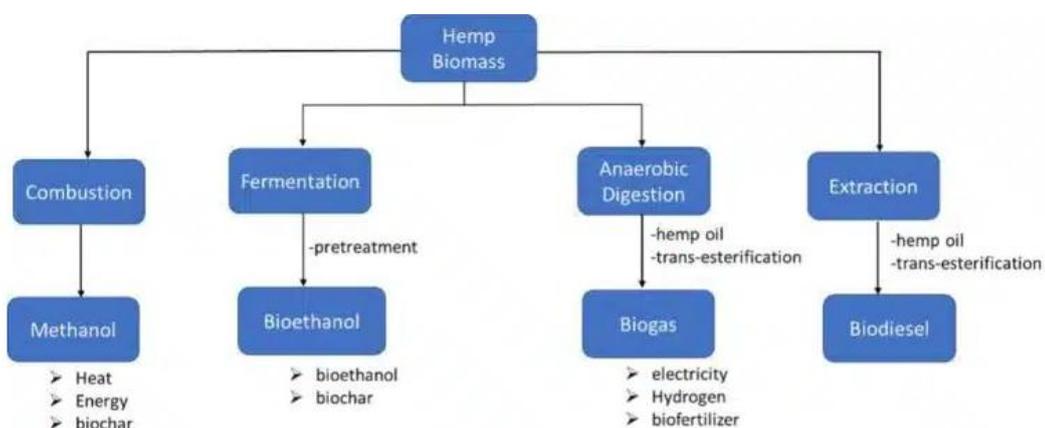
**Figura 31**  
*Variantes de Aprovechamiento Energético del Cáñamo*



La demanda de biomasa para su conversión en energía está aumentando rápidamente y se espera que se acelere en los próximos años. El cáñamo industrial es valioso debido a su alto rendimiento energético y de biomasa por hectárea. Varios estudios han afirmado que el cáñamo podría utilizarse en la producción de energía como fuente de combustible sin emisiones de azufre, ya sea por combustión directa o convertido en combustibles líquidos como el bioetanol. El aceite de cáñamo, que tradicionalmente se utilizaba como aceite para lámparas, puede utilizarse para producir biocombustibles renovables que emiten menos monóxido de carbono en la combustión para sustituir la gasolina en los motores diésel, ayudando así a aliviar el calentamiento global.

Toda la planta puede utilizarse para fabricar una variedad de productos en una biorrefinería incluyendo materia prima y productos bioquímicos como el ácido succínico, calor de briquetas o pellets, electricidad a partir de biomasa y combustibles para vehículos, como el biogás de la digestión anaeróbica o el bioetanol de la fermentación. En términos de biocombustibles, el cáñamo puede proporcionar biodiésel elaborado a partir de la semilla prensada y bioetanol y metanol a partir del tallo fermentado, todos los cuales son alternativas limpias y renovables a los combustibles derivados del petróleo. Las posibles vías para la producción de bioenergía a partir de la biomasa del cáñamo se observan en la figura siguiente.

**Figura 32**  
*Vías bioenergéticas de conversión de biomasa de cáñamo*



El cáñamo es una planta de rápido crecimiento que puede soportar una alta densidad de plantación y su biomasa total por hectárea es similar a la de otros cultivos energéticos como el miscanto gigante (especie de la familia de las poaceas), el álamo, maíz y el sauce.

Sin embargo, la ventaja significativa del cáñamo sobre otros cultivos energéticos es que la concentración de celulosa y hemicelulosa digeribles es mayor en las fibras del tallo del cáñamo. Contienen entre un 73 y un 77 % de celulosa, entre un 7 y un 9 % de hemicelulosas y entre un 2 y un 6 % de lignina, en comparación con el 48 %, el 21-25 % y el 17-19 % respectivamente en la estopa. Por otro lado, la celulosa y la hemicelulosa de la estopa de cáñamo son comparables a las de los tallos del miscanto gigante, el álamo, el pasto varilla y el sauce (Tabla 17).

Cabe destacar que entre el 20 y el 30 % de la biomasa del tallo del cáñamo consiste en fibra de celulosa alta, lo que da como resultado una mayor proporción de azúcares digeribles a lignina en el cáñamo que en otros cultivos de biocombustibles de rendimiento similar. Estas características hacen del cáñamo un cultivo energético superior al promedio

para algunas aplicaciones de producción de biocombustibles de base bioquímica y mitigación de gases de efecto invernadero.

**Tabla 17**

*Rendimiento y composición de la fibra de cañamo en comparación con otros cultivos de biomasa*

Cultivo	Biomasa (Mg MS/ha/año)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
Fibra de cañamo	7 - 34.0	73-77	7-9	2-6
estopa de cañamo		34-48	21-25	17-19
Rastrojo de maíz	4.6 - 5.5	38	26	17
Pasto varilla	5,4 - 34,6	28-37	23-27	15-18
Miscanto gigante	10.0 - 44.0	50-52	25-26	12-13
Álamo	7.7-17.3	42-49	16-24	21-30
Sauce	6.2-21.5	46-56	12-14	13-14

### **Calidad del combustible de cañamo**

Las características más importantes a la hora de evaluar cualquier combustible son el valor calorífico, el contenido de cenizas, el comportamiento de fusión, las características de manipulación física y los posibles efectos negativos sobre la corrosión del intercambiador de calor o las emisiones. A continuación, se describen algunos parámetros de evaluación de calidad del combustible de cañamo de revisión bibliográfica.

- *Valor calorífico:* Esta es la propiedad más importante de cualquier combustible. El cañamo hasta con una humedad del 20%, su valor calorífico neto es mayor que el de muchas otras formas de biomasa y mucho mayor en comparación con el de la turba (Tabla 18). Por lo tanto, el cañamo puede ser una excelente alternativa a las plantas que funcionan con energía alimentada con turba. Sin embargo, las diferencias en el valor calórico bruto son pequeñas.

**Tabla 18**

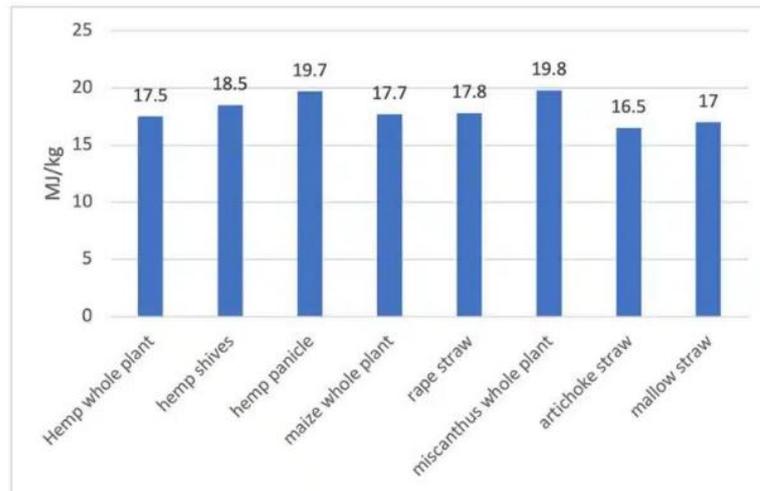
*Valores calóricos brutos y netos de algunos combustibles de biomasa*

Material	Valor calorífico (MJ/kg)		Contenido de humedad asumido (%)
	Bruto	Neto*	
Cañamo	18.5	13.4	20
Residuos de madera	19.7	10.0	40
Paja	18.0	13.0	20
Turba	21.5	8.9	50

- *Valores calóricos brutos:* Planta de cañamo y sus subproductos con los de otras biomásas.

**Gráfico 18**

Valores caloríficos de la planta entera de cáñamo y sus subproductos en Ceniza y punto de fusión



- *Contenido de Cenizas:* El alto contenido de cenizas del cáñamo prolonga inevitablemente los tiempos de mantenimiento de las calderas. El contenido de cenizas de las muestras de cáñamo que se informa en la literatura científica varía entre el 3 y el 4 %, lo que es mucho más alto que el de la madera, pero más bajo que el de la turba y similar a muchos materiales de biomasa no madereros.

- *Corrosividad y emisiones:* Uno de los principales problemas de los materiales no madereros es la propensión del combustible a corroer las superficies de los intercambiadores de calor, y es principalmente una función del contenido de cloro, potasio y sodio del material. El cáñamo tiene niveles bajos de Cl y Na, mientras que su contenido de K es más alto que el de la madera, pero similar al de muchas pajas. El cáñamo normalmente tiene cualidades superiores a la paja de cereales, que se quema eficazmente en las centrales eléctricas de Dinamarca y el Reino Unido, y en las calderas y plantas de cogeneración.

- *Análisis de rentabilidad:* Los principales factores a tener en cuenta para determinar la rentabilidad son el rendimiento de los cultivos, los costos de producción, los costos energéticos y el apoyo disponible a las energías renovables. En la siguiente sección se analiza la rentabilidad del cáñamo cultivado para energía en función de estos factores.

- *Producción:* El cáñamo requiere menos agua que muchos otros cultivos, incluidos la alfalfa y el maíz, y puede producir 15 t de materia seca con solo 250–400 mm de agua cuando se cultiva utilizando técnicas de producción modernas. En Canadá, uno de los principales productores de cáñamo del mundo, se estima que los ingresos por la producción de cáñamo son de 1100 dólares por ha para la fibra, 900 dólares /ha para el grano y 1.050 dólares por /ha para la producción de cáñamo en fibra y en grano. Esta cifra es comparable a la rentabilidad sugerida por un estudio realizado en Estados Unidos.

Otro estudio estadounidense que comparó el cáñamo con el kenaf, el pasto varilla y el sorgo concluyó que el cáñamo generaba los mayores ingresos de estos cuatro cultivos, con un rendimiento de 2632 dólares por hectárea (2462 dólares por hectárea de cereales y 170 dólares por hectárea de etanol), en comparación con los 908 dólares del kenaf, los 4.803 dólares por hectárea del pasto varilla y los 1.725 dólares del sorgo cuando se utilizaba para la coproducción de etanol y cereales, aunque el cáñamo tenía un rendimiento de biomasa

menor. Estos valores incluyen el rendimiento y el valor del grano de cáñamo y sorgo, así como el costo de cultivo de cada tipo de biomasa. Un estudio analizó la rentabilidad del cáñamo fijándolo como un producto energético con el mismo precio que el petróleo. Encontró que el cáñamo industrial tenía un beneficio anual neto de entre 2.000 y 3.500 euros por hectárea, que era superior a las ganancias tanto de la canola como de la remolacha azucarera. El uso de fertilizantes orgánicos también mejoraba los beneficios, aunque de forma menos significativa que en el caso de la canola y la remolacha azucarera (Finnan y Styles, 2013)

- *Conclusión:* El cáñamo tiene un gran potencial para convertirse en un cultivo comercial prometedor para producir biocombustibles y productos de valor agregado. Es un excelente cultivo de rotación que se adapta bien a los cultivos alimentarios y forrajeros y mejora el rendimiento de los cultivos posteriores debido a los efectos beneficiosos del cáñamo en el suelo. Las mejores aplicaciones para el cáñamo industrial incluyen la coproducción de productos de cáñamo con biocombustibles. Su alto rendimiento, la mayor proporción de celulosa a hemicelulosa y azúcares digeribles a lignina y la economía de la producción le dan una ventaja competitiva sobre otros cultivos de biomasa.

### *Bioetanol*

El bioetanol es un **alcohol etílico** de alta pureza, anticorrosivo y oxigenante que puede ser empleado como combustible mezclándolo con las naftas en diferentes proporciones.

Se obtiene a partir de **biomasa de origen vegetal** que contenga azúcares simples o algún compuesto que pueda convertirse en azúcares, como el almidón o la celulosa. Las especies vegetales a partir de las cuales se puede obtener el bioetanol son el maíz, trigo, sorgo, cebada, remolacha azucarera, caña de azúcar y el cáñamo.

Al ser una biomasa de origen vegetal, el bioetanol es considerado una **energía renovable** y su empleo disminuye ampliamente la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, lo que es un gran aporte para disminuir la contaminación ambiental y como consecuencia, el calentamiento global.

#### ***Ciclo de producción del Bioetanol***

El bioetanol se produce mediante una **fermentación alcohólica** por medio de levaduras. Las levaduras fermentan los azúcares simples, que proviene de la biomasa, dando como resultado final, etanol y dióxido de carbono.

En el caso del cáñamo, el almidón que contiene el grano es el único componente que se transforma en alcohol. Para esto se utilizan enzimas específicas que hidrolizan el almidón hasta azúcares simples como la glucosa.

El alcohol producido en la fermentación alcohólica es destilado. El objetivo de la **destilación** es producir alcohol de calidad y concentración adecuada (95%v/v). Posteriormente ese alcohol es deshidratado, la absorción de agua se produce por medio de tamices moleculares donde el alcohol de destilería queda con una concentración de 99.5 % v/v. Este es el grado de pureza que se requiere para uso combustible.

Así como el almidón se transforma en bioetanol, los componentes restantes del grano de cáñamo, tales como las proteínas, materias grasas y fibras, forman los WDG (Burlanda húmeda), que, por su alto contenido proteico, se emplea como alimento para vacunos, cerdos y aves con excelentes resultados.

**Figura 33**

*Ciclo de producción de bioetanol a partir da cáñamo*



Fuente: Bio4 Argentina

### ***Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la obtención de biodiesel a partir del aceite de la semilla de cáñamo***

A continuación, se describe el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para la obtención de Biodiesel a partir de Aceite obtenida de los granos de Cáñamo realizado por Xaquín Acosta Casas en sus tesis de análisis ambiental del aprovechamiento energético del cáñamo (Universidad Autónoma de Barcelona, 2003).

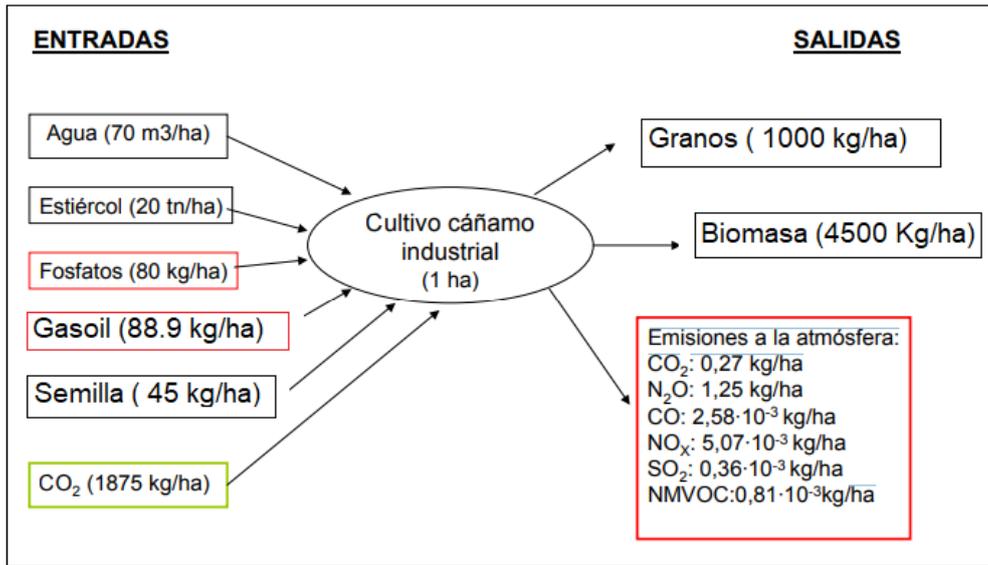
El análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta que sirve para estudiar los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, proceso o actividad. Considera toda la historia del producto o actividad a estudiar, desde su origen hasta que termina siendo un residuo.

#### ***Inventario ambiental de un cultivo de cáñamo.***

Los resultados del ACV se presentan centrándose en la respectiva fase agrícola. Aunque esta fase es común para todo tipo de productos basados en cáñamo (es decir, granos y flores), las fases de transformación y empaquetado del cultivo dependen del tipo de producto

El ciclo de vida del cáñamo es bastante articulado y complejo y proporciona una serie de servicios ecosistémicos positivos, más allá de la capacidad del cáñamo para secuestrar y almacenar carbono, como la polinización, la fertilidad, la absorción de metales pesados y la biodiversidad. Además, prácticamente todas las partes de la planta de cáñamo tienen una aplicación potencial y se pueden utilizar para fabricar una variedad de productos comercializables, como alimentos, materiales de construcción, productos farmacéuticos y textiles.

**Gráfico 19**  
Inventario ambiental cultivo de cañamo



Fuente: Xaquín Acosta Casas -Universidad Autónoma de Barcelona, 2003.

**Estudio ambiental (ACV) comparativo del cañamo - diesel con el Gasoil**

Evaluación comparativa de diferentes categorías utilizadas según Norma Internacional ISO/DIS 1996 para evaluación de los impactos ambientales generados por biocombustible generado a partir de Cañamo vs. Diésel convencional a partir de petróleo.

**Tabla 19**  
Estudio ambiental (ACV) comparativo del cañamo - diésel con el Gasoil

Categoría de Impacto	Unidad equivalente	Gasóleo	Cañamodiesel
PCG	Kg de CO <sub>2</sub> / UF	139,00	-2,33
PDCO	Kg de CFC-11/ UF	158,00 10 <sup>-6</sup>	5,92 10 <sup>-6</sup>
PA	Kg de SO <sub>2</sub> / UF	1,92	1,89
PEu	NP Kg de PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> / UF	0,32	0,78
AMPNR	10 <sup>-12</sup> Kg / UF	0,88	0,31
PFOF	Kg de eteno /UF	0,35	0,37
<b>Indicador de Impacto</b>	<b>Unidad equivalente</b>		
CE	MJ / UF	2136,37	457,67

Categoría: Categoría de impacto a de impacto; Potencial de Calentamiento Global (PCG); Potencial de Acidificación (PA); Potencial de Destrucción de la Capa de Ozono (PDCO) Potencial de Eutrofización (PEu); Agotamiento de Materias Primas No Renovables (AMPNR); Potencial de Formación de Oxidantes Fotoquímicos (PFOF); Ruido (R); Cualitativa Probabilidad de Accidentes (PAC); Cualitativa Formación de Olores (FO); Cualitativa Indicadores de impacto Indicadores de impacto Consumo de Energía (CE).

**Rendimiento**

Variedades de cañamo con aptitud oleaginosa como HENOLA, con rendimientos promedio en zona de secano de la pampa húmeda, podría obtenerse un rinde promedio de

2.100 kg de grano/ha (30-35% de su peso en aceite) con un rendimiento potencial en biodiesel de 760 litros de bioetanol.

### *Biomasa*

La biomasa de cáñamo es una fuente de energía renovable que se puede utilizar para generar electricidad. La biomasa se puede convertir en energía mediante combustión, gasificación o digestión anaeróbica.

**Combustión:** Una forma de utilizar la biomasa de cáñamo para generar electricidad. En este proceso, el cáñamo se quema para producir calor, que luego se utiliza para generar electricidad. Esto se puede hacer en una planta de energía diseñada específicamente para la combustión de biomasa o en una planta de cogeneración que también puede producir calor para otros usos. El proceso de combustión es relativamente simple y se puede realizar utilizando la tecnología existente.

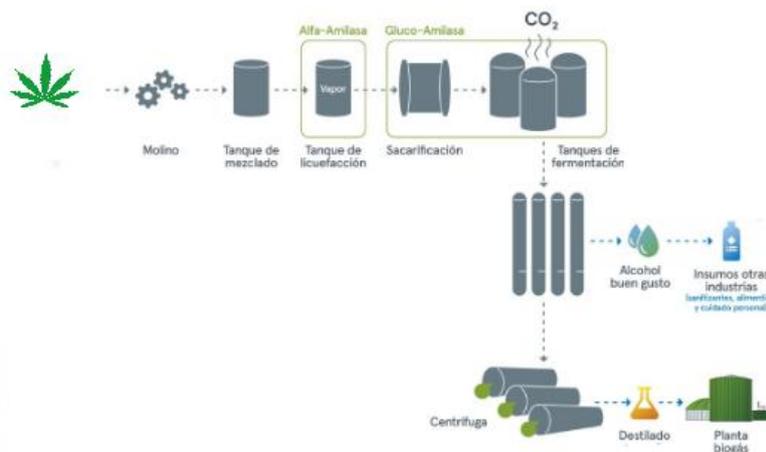
**Gasificación:** En este proceso, el cáñamo se calienta en ausencia de oxígeno para producir gas de síntesis, también conocido como gas de síntesis. El gas de síntesis se puede utilizar para generar electricidad mediante combustión o se puede convertir en otras formas de energía, como los biocombustibles. La gasificación es un proceso más complejo que la combustión, pero puede producir un mayor rendimiento energético a partir de la biomasa de cáñamo.

**Digestión anaeróbica:** Es una tercera forma de utilizar la biomasa de cáñamo para generar electricidad. Este proceso implica la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno para producir metano, que se puede utilizar para generar electricidad. Este proceso se utiliza más comúnmente para producir biogás a partir de desechos agrícolas, pero también se puede utilizar para producir biogás a partir de biomasa de cáñamo.

El valor energético de la biomasa del cáñamo es mayor que el de muchas otras plantas que se cultivan habitualmente con fines energéticos, como se mencionó en la sección **Potencial bioenergético del Cáñamo.**

- El alto rendimiento de biomasa con alto contenido de carbono orgánico da como resultado una alta eficiencia energética de Cañamo.
- El calor de combustión de la panícula de cáñamo fue de  $19,8 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , el de la paja de  $17,9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  y el de las plantas enteras de  $18,8 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
- La mayor eficiencia energética del cáñamo se obtuvo con una tasa de siembra de  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
- El momento óptimo para cosechar el cáñamo cultivado con fines energéticos fue en plena floración.

**Figura 34**  
*Ciclo de producción de biogás a partir de cáñamo*



Fuente: Bio4

### *Alimentación animal*

#### *- Productos derivados de cáñamo y su contenido nutricional*

Los productos derivados de cáñamo que se han evaluado como alimento para rumiantes

son las hojas, la biomasa de cáñamo gastada, la inflorescencia, las semillas enteras, la harina de semillas y el aceite de semillas (Altman et al. 2024).

El cáñamo se puede incorporar a la dieta de varios tipos de ganado como aves de corral, cerdos, rumiantes como ganado vacuno, ovino y caprino. En acuicultura, también pueden consumir cáñamo como parte de su dieta. El contenido de proteínas y los nutrientes esenciales del cáñamo pueden promover el crecimiento saludable de estos animales acuáticos.

El contenido de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida en las hojas, semillas enteras, harina de semillas e inflorescencias ha sido ampliamente caracterizado (Figura 31). Entre estos nutrientes destaca el alto contenido de proteína de 30.6 y 50.7% en la harina de semillas. Esto es un valor similar al contenido de proteína en la harina de soja, canola, algodón, girasol, linaza y granos secos de destilería, que son ampliamente utilizados como ingredientes proteicos en formulación de dietas para rumiantes lecheros (Mohamed y House 2024).

**Figura 35**

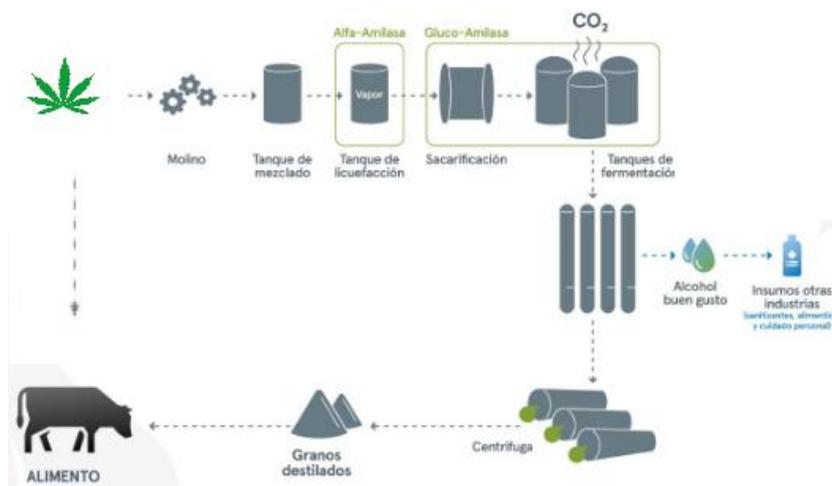
Contenido nutricional de productos derivados de cáñamo *Cannabis sativa* en alimentación de rumiantes

Nutriente, % base seca	Hojas	Semillas enteras	Harina de semillas	Inflorescencia entera
Materia seca	87.9 a 93.1	89.7 a 94.1	89.6 a 98.8	88.0 a 90.0
Proteína cruda	13.3 a 23.8	21.9 a 26.1	30.6 a 50.7	16.9 a 27.7
Extracto etéreo	8.9 a 20.0	27.7 a 33.1	5.2 a 14.6	12.3 a 24.8
Cenizas	8.9 a 11.2	4.8 a 6.0	4.3 a 8.4	13.7 a 21.1
Fibra detergente neutra	44.7 a 71.0	29.6 a 34.6	18.4 a 53.6	28.2 a 38.5
Fibra detergente ácida	20.8 a 58.3	20.8 a 27.4	11.4 a 39.0	26.1 a 31.2

La inclusión de heno y harina de semillas de cáñamo en dietas para rumiantes lecheros puede mejorar la producción de leche sin afectar su composición. Asimismo, las semillas enteras de cáñamo mejoran el contenido de grasa en leche de rumiantes lecheros sin alterar la producción de leche ni el contenido de proteína y lactosa en leche. Además, la inflorescencia y la biomasa de cáñamo gastada podría utilizarse para sustituir parcialmente algunos forrajes de las dietas de rumiantes lecheros, debido a que no modifican la producción y composición de la leche.

**Figura 36**

Ciclo de producción de alimentos para animales como subproducto a partir de cáñamo



Fuente: Bio4 Argentina

La torta de semillas de cáñamo es una fuente de alimentación alternativa viable altamente nutritiva para el ganado, según un estudio realizado por el Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA).

El estudio, que el Servicio de Investigación Agrícola del USDA llevó a cabo con investigadores de la Universidad Estatal de Dakota del Norte (NDSU), encontró que el ganado

alimentado con torta de semillas de cáñamo, un subproducto de la producción de aceite de semillas de cáñamo, retuvo «niveles muy bajos» de los cannabinoides THC y CBD en el músculo, hígado, riñones y tejidos grasos, dijo la agencia agrícola. De acuerdo a los investigadores, los pellets mostraron una excelente digestibilidad y provisión de energía y un cambio en la composición de la fauna gastrointestinal de las ovejas.

Como conclusión, inclusión de heno y harina de semillas de cáñamo en dietas para rumiantes lecheros puede mejorar la producción de leche sin afectar su composición. Asimismo, las semillas enteras de cáñamo mejoran el contenido de grasa en leche de rumiantes lecheros sin alterar la producción de leche ni el contenido de proteína y lactosa en leche. Además, la inflorescencia y la biomasa de cáñamo gastada podría utilizarse para sustituir parcialmente algunos forrajes de las dietas de rumiantes lecheros, debido a que no modifican la producción y composición de la leche.

***Relevamiento de la red local de agricultores y empresas que puedan proporcionar cáñamo bruto y servicios de primera transformación.***

En la provincia del Chubut, el número de explotaciones agropecuarias (EAP) y las respectivas superficies que potencialmente podrían contribuir en la producción de cáñamo involucra a los departamentos de Cushamen, Gaiman, Languineo y Paso de Indios.

Esta potencialidad estará determinada por tres variables relevantes: la adopción de este cultivo por parte de los productores en la integrándolo en su esquema productivo, la aptitud agroclimática con que cuente su predio y la disponibilidad o acceso al riego.

Solo el 57,2% de la superficie del departamento de Languineo pertenece a la cuenca hidrográfica del Rio Chubut, Gaiman el 34%, Paso de Indios 37,3 y Cushamen el 59,2 % que cuenta con mayor potencialidad de acceso al riego mediante la construcción de obras de regulación y captación de agua. El resto de la superficie corresponde a áreas de meseta, por fuera de los márgenes de los valles.

En función a ello, se podría estimar un numero potencial de explotaciones agropecuarias que podrían proporcionar cáñamo bruto o con algún grado de transformación. En la figura que sigue, pueden extraerse estos datos, para los departamentos mencionados.

**Figura 37**

*Explotaciones agropecuarias Provincia del Chubut, por departamentos*

**Cuadro 2.1.4** Provincia del Chubut.  
Explotaciones agropecuarias, terrenos y superficie por tipo de delimitación, según provincia y departamento, en unidades y hectáreas. Al 31 de diciembre de 2017

Código	EAP con límites definidos			EAP mixta				EAP sin límites definidos
	EAP	Parcelas	Superficie	EAP	Parcelas	Superficie	Terrenos sin límites	EAP
	Unidades	Hectáreas		Unidades	Hectáreas	Unidades	Unidades	
26 Chubut	3.146	4.335	16.977.583,8	70	72	6.735,5	71	159
7 Biedma	76	81	752.444,0	-	-	-	-	-
14 Cushamen	546	641	849.860,9	29	29	4.691,9	29	78
21 Escalante	83	136	751.219,0	-	-	-	-	8
28 Florentino Ameghino	87	91	1.532.549,0	-	-	-	-	-
35 Futaleufú	300	440	523.498,4	32	33	856,6	33	17
42 Gaiman	389	716	842.694,4	-	-	-	-	-
49 Gastre	213	241	1.296.630,0	-	-	-	-	2
56 Languiñeo	283	310	1.054.185,0	5	5	624,0	5	34
63 Mártires	109	114	1.658.300,0	-	-	-	-	-
70 Paso de Indios	149	190	1.632.045,0	-	-	-	-	6
77 Rawson	264	349	263.022,1	-	-	-	-	-
84 Río Senguer	170	246	1.709.690,5	-	-	-	-	-
91 Sarmiento	142	264	1.179.898,5	-	-	-	-	-
98 Tehuelches	166	332	1.271.582,8	4	5	563,0	4	14
105 Telsen	169	184	1.659.964,0	-	-	-	-	-

Fuente: INDEC. Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados definitivos, p. 88

El material CI bruto sería utilizado directamente por las usinas en su producción de biocombustible.

**Potencialidades del desarrollo agrícola, textiles, reciclaje, remediación de suelos, alimentación y materiales de construcción**

En términos de desarrollo agrícola, las misma fue evaluada en los puntos anteriores.

Es necesario considerar que, en términos de remediación de suelos, el cultivo de CI puede contribuir a la reconversión de suelos con desertificación en suelos que recuperen sus propiedades agroecológicas. Aguas atrás, será conveniente contar con un banco de germoplasma provincial, para mejorar la genética de las variedades a implantar. En cuanto al potencial textil, en caso de destinar parte de la producción para este fin, fibra, sería necesario contar con máquinas cortapicadoras de fibras e incluir el traslado hacia la ciudad de Trelew, donde actualmente existe capacidad instalada ociosa en el Parque Industrial y Textil de Trelew.

El Parque Industrial de Trelew fue creado mediante el Decreto N° 705 en el año 1971 a través del Ejecutivo Provincial, con la intención de ofrecer a la industria un lugar de instalación que concentra la mayoría de los servicios, para facilitar su radicación y siendo incentivados por una sucesión de beneficios impositivos como medidas de promoción industrial.

La superficie actual de este Parque asciende a 305 hectáreas, con un área para la zona industrial de 202 hectáreas y para la zona de actividades complementarias de 103 hectáreas.

Una de las fortalezas, a nivel nacional, es que es uno de los pocos parques industriales que cuenta con una infraestructura de servicios básicos (energía eléctrica, gas, agua potable, red colectora de efluentes y agua industrial) necesarios para abastecer las diversas actividades industriales que allí se desarrollan.

La red de distribución de energía eléctrica fue realizada sobre la base de diferentes consumos, determinándose de esta forma dos secciones. Sección norte, en ese sector la línea de alta tensión es de 13,2 kilovatios, con doble terna de conductores que distribuye energía a dos subestaciones a nivel de rebaja de 100 kilovatios. 100 Kva y tres subestaciones aéreas de rebaja de 30 Kva cada una. Sección sur, la línea de alta tensión de 13,2 kilovoltios es de simple terna de conductores. Presenta a su vez una red de baja tensión para el alumbrado público y una subestación aérea de rebaja de 30 Kva para la alimentación de la línea de baja tensión. El suministro de energía asegura la potencia instalada en todos los sectores del parque, sin ningún tipo de limitación industrial.

El gas deriva del gasoducto de 6 pulgadas de diámetro con reducción de presión de 70 kg/cm<sup>2</sup>, de 15 kg/cm<sup>2</sup>. Un ramal de 3 pulgadas de diámetro inició el abastecimiento del consumo de 250 m<sup>3</sup>/hora, sustituyéndolo posteriormente por la cañería actual de 6 pulgadas que asegura una provisión horaria de 4.000 m<sup>3</sup>. La ciudad de Trelew es un Polo de Desarrollo Lanero Textil, donde se industrializa y comercializa el 95% de la producción lanera del país.

Producto de los vaivenes de la macroeconomía y la política económica nacional, actualmente solo operan un número reducido de empresas textiles quedando las instalaciones operativas y con personal especializado. En los años de esplendor, el parque industrial contaba con 28 fábricas textiles y 4.000 operarios. Actualmente solo operan 5.

La potencialidad de industrialización de la fibra del cáñamo quedará sujeta a la factibilidad de adecuación y adaptación de la capacidad ociosa que marquen los requerimientos de esta nueva cadena de valor y los gustos y preferencias del mercado.

El desarrollo de maquinaria agrícola sería otro eslabón en la constitución de una red colaborativa, a partir de la participación de las universidades locales, asistiendo al sector de servicios de primera transformación con sus conocimientos. Otra actividad que sería necesaria es la del transporte, para poder trasladar las fibras crudas para su posterior procesamiento. En cuanto a la industria textil, el parque industrial de Trelew cuenta con maquinaria para efectuar distintos procesos de fibras sintéticas: hilado, texturizado, tejeduría, peinado, retorcedurías, y convertidores de fibras sintéticas y naturales. Esta acción no requeriría, en principio, deshacerse de los equipos instalados, teniendo en cuenta la experiencia de Nueva Zelanda para poder implementarla en un futuro, a baja escala. En este país, se realizó una alianza colaborativa entre empresas que adoptaron maquinarias procesadoras de lana de ovinos para producir tejidos con mezcla de este producto y fibra de cáñamo, logrando satisfacer los nichos de mercado de consumidores que prefieren fibras naturales, amigables con el medio ambiente. De esta manera, se podría integrar el eslabón de producción primaria al industrial, agregando valor, generando fuentes de empleo y reduciendo la huella de carbono generada por el transporte de la fibra hacia otras localizaciones para su industrialización. Se piensa que esta medida contribuiría, a su vez, al desarrollo del comercio por proximidad.

Dependiendo de la variedad de CI que prospere en la zona, la producción de fibra, también puede aplicarse como insumo a materiales de construcción, pero no en una primera etapa de producción.

### ***Espacio para innovación en la Provincia del Chubut:***

Se establece como cadenas de valor viable y sostenible para el cáñamo en la provincia del Chubut, aquella basada en un enfoque de aprovechamiento integral de la planta y el uso eficiente de los recursos naturales

En la actualidad, los granos y semillas de cultivos como el maíz, el trigo y los cereales se utilizan como materias primas para producir bioenergía. Estas materias primas (directamente) y sus tierras cultivables (indirectamente) compiten con otros productos alimenticios para humanos o animales y plantean una amenaza a la seguridad alimentaria.

Los cultivos en los que la biomasa de toda la planta se puede utilizar para la producción de energía pueden potencialmente dar lugar a una mayor eficiencia en el uso de la tierra; sin embargo, actualmente se cultivan a gran escala pocos cultivos energéticos dedicados, aún menos de ellos son cultivos anuales que podrían encajar en una rotación de cultivos con cultivos alimentarios y forrajeros. Por el contrario, recientemente se ha demostrado que el cáñamo es un buen predecesor del trigo y que los efectos de rotación del cáñamo en los cultivos de trigo posteriores aumentaron el rendimiento del trigo y los efectos beneficiosos del cáñamo en el trigo podrían durar un mínimo de 2 años (Gorchs et al. 2017). Como se informó anteriormente, el cultivo de cáñamo industrial como cultivo alternativo para ser utilizado en rotación con cultivos de cereales, como trigo, cebada y avena, tiene el potencial de ser un cultivo ecológico y altamente sustentable y puede encajar bien en una rotación de cultivos con el objetivo de aumentar la fertilidad del suelo, ya que el cultivo de cáñamo proporciona una fertilidad residual notable con una cantidad constante de residuos orgánicos que quedan en el suelo y, por lo tanto, el potencial de suprimir eficazmente las malezas.

Es función de lo expuesto, el cáñamo es una excelente alternativa para la innovación ya que contribuye como un subproducto de alto valor energético y proteico para la **alimentación del ganado ovino y bovino**, que requiere de la importación de alimento de otras regiones del país. Este producto no competiría con otros cultivos de alto valor energético, como lo es el maíz, producido para el ensilado como suplemento energético ya que no compiten por clases de suelo, pudiendo hacer un mejor aprovechamiento. Además, como se mencionó anteriormente, es un excelente socio en la rotación por la sinergia que produce en otros cultivos como son los verdes de invierno o cultivos anuales.

La provincia autoabastece en un 60% la demanda de carnes de su población con una potencial demanda de las demás provincias de la región patagónica. El factor limitante es el alimento por lo que existe una demanda insatisfecha y el cáñamo podría contribuir. Por su versatilidad, podría resolver en parte este déficit en distintas regiones de la provincia con potencial.

Como **cultivo energético**, ya sea cuando se utiliza en su totalidad para este fin o como residuos de diferentes procesos, en el caso anterior una fracción para la alimentación animal, se puede utilizar para producir diferentes productos energéticos, como calor y electricidad (a partir de briquetas, pellets y biomasa en fardos) o combustible para vehículos (en forma de biogás o etanol a partir de la fermentación).

Recientemente en la provincia del Chubut conviven iniciativas público privadas en desarrollo con objetivos energéticos que podrían demandar este recurso biomésico.

La firma Bioenergía Virch S.A. (DOSBIO) propone el desarrollo de una Central de Generación de Energía Eléctrica a partir de Biogás de 1MW de potencia, mediante el proceso de digestión anaeróbica de sustratos localizados en la región de influencia como Maíz, Residuos de frigoríficos, Residuos de industria pesquera, Residuos de granja porcina y Gallinaza. Dicho anteproyecto tiene como objetivo el diseño y la construcción de una planta destinada a la producción de biogás a partir de la fermentación anaeróbica de biomasa, con fines energéticos.

Como producto del proceso biológico de digestión anaeróbica se obtiene un fluido gaseoso denominado biogás, el cual es aprovechado en motores de combustión interna para su transformación energética eléctrica y térmica.

El proyecto está planificado localizarse en una zona rural de la ruta Nacional N° 25, cercana a la localidad de Dolavon, provincia de Chubut.

Las firmas Enerbas y Bio 4 Argentina, trabajan en un proyecto para producir materia verde, como un insumo para generar electricidad y fertilizantes orgánicos exportables. La propuesta consiste en aprovechar toda la planta de maíz, incluida la materia verde, para alimentar un biodigestor y con el gas generado, sustentar un generador eléctrico.

En etapa de facilidad se avanza en el proyecto de plantas de generación de energía eléctrica a partir de biomasa en tres localidades fuera del SADI (Corcovado, Gualjaina y Paso de Indios) y desarrollar un centro de gestión de residuos Forestales (CeGReFo) que permita obtener una biomasa homogénea y normalizada a partir de los residuos forestales heterogéneos disponibles en la región.

Se recupera la idea del aprovechamiento de las instalaciones del Parque Industrial de Trelew, impulsado en los años 60 como un polo de desarrollo de la producción de fibras textiles sintéticas con una fuerte inversión del Estado Nacional. Para ese entonces, la industria textil representaba el 65% de la producción industrial de Chubut. Teniendo en cuenta la importante capacidad instalada y capital humano capacitado, el desarrollo textil a partir del cáñamo podría ser una alternativa viable que permita la reactivación de dicha industria. El uso de tejidos ecológicos no sólo reduce el impacto ambiental, sino que también atrae a consumidores que valoran la moda sostenible. El desafío actual es trabajar en la adaptación y transición de la industria del sintético a la del cáñamo.

### ***Análisis del Potencial Impacto Socioproductivo Y Ambiental de la Industria del Cáñamo***

#### ***Relevamiento de potenciales nichos, capacidades instaladas y/ o industrias a nivel provincial y regional para la comercialización o integración en proyectos productivos.***

En el punto anterior, se indicaron las cadenas de valor que mejor se adaptan a las ventajas comparativas y competitivas de los sitios productivos seleccionados.

En términos de demanda potencial provincial y regional, pueden complementarse las producciones derivadas de los residuos forestales, con materia prima para biocombustible proveniente de CI, a medida que se concreten proyectos que actualmente la provincia se encuentra trabajando en el desarrollo y puesta en marcha en el mediano plazo como son:

- **Valorización de Residuos Forestales como recurso biomásico para la Generación de Energía**
- **Valorización de Residuos orgánicos para la Generación de Energía en la Comarca Vich Valdés**
- **Proyecto de plantación de maíz para generación de energía – Biodiesel VIRCH**
- **Dolavon – Chubut - *Planta de biocombustible generando energías limpias a partir desechos de la Industria cárnica y pesquera***

Es importante considerar que existen proyectos para regulación y distribución de agua con el objetivo de generación de energía, regulación de crecidas y poner a disposición agua para riego.

La provincia trabaja en proyectos ejecutivos para la habilitación de nuevas áreas bajo riego con potencial de riego y aptitud agrícola en las tres sub- cuencas del Río Chubut:

- Sub cuenca del Río Lepá: Aprovechamiento multipropósito del Río Lepá – 4200 has
- Interconectado Eléctrico Paso de indios – Los Altares: aumenta la factibilidad de riego
- Dique las Piedras VIRCH: Proyecto para construcción de dique compensador. Habilita al dominio de riego de una amplia zona productiva
- Meseta Intermedia del Chubut: 35.000 has

A partir de los datos obtenidos del Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut (HCA- S.A y CFI, 2013), se presenta el área de influencia a los proyectos mencionados anteriormente con potencial de ser incorporados para la producción de cáñamo complemento de estos.

**Figura 38**

*Sub cuencas principales del río Chubut*

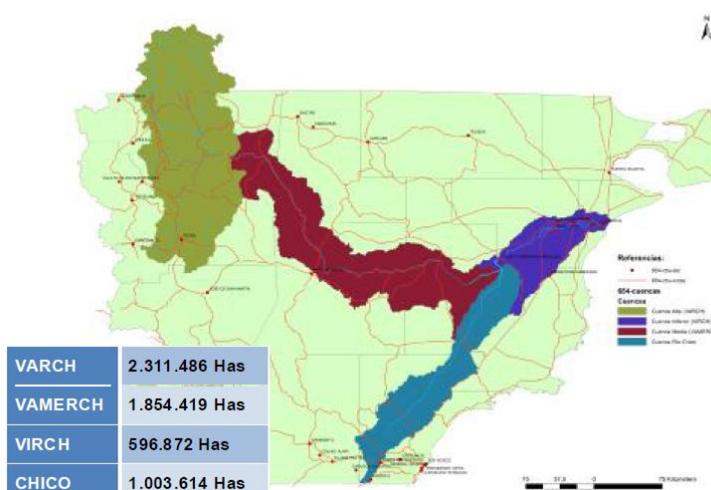


Gráfico I-3: Subcuencas Principales del Río Chubut [FEP]  
Fuente: Plan Director Cuenca del río Chubut, pág. 22

Se identifica del análisis del presente estudio, como principal nicho de demanda, las usinas de producción de energía, enmarcadas en los proyectos mencionados en el punto anterior, remediación de suelos en distintos sectores de la provincia del Chubut y como complemento la alimentación de ganado bovino y ovino.

En las localidades donde se prevén construir las usinas generadoras de bioenergía, de acuerdo a cada proyecto mencionado anteriormente, se propone la producción in situ del cultivo de manera de proveer directamente de insumo a las usinas. La cosecha de la planta estaría destinada de manera total a la obtención de biomasa para energía eléctrica.

En cuando a las industrias, en la Tabla 20, se presentan las empresas que se encuentran operativas actualmente en el Parque Industrial Trelew, que podrían demandar al cáñamo como materia prima, adaptando las instalaciones y equipamiento al procesamiento de fibras:

**Tabla 20**

*Empresas textiles Parque Industrial Trelew*

Razón Social/ Nombre Fantasía	Tipo de procesamiento
Pelama	Fabricación de productos textiles.

Razón Social/ Nombre Fantasía	Tipo de procesamiento
Unilan Trelew S.A.	Preparación de fibras animales de uso textil
Tendlarz S.A.C.I.F.	Fabricación de tejidos textiles, incluso en hilanderías y tejedurías integradas
Cooperativa de Trabajo Textil Patagonia Ltda	Fabricación de artículos confeccionados de materiales textiles excepto prendas de vestir
Peinaduria Rio Chubut S.A.	Preparación de fibras animales de uso textil, incluso lavado de lana
Orot S.A.	Fabricación de maletas, bolsos de mano y similares, artículos de talabartería y artículos de cuero n.c.p.
Cooperativa de Trabajo Lanera Trelew Ltda.	Preparación de fibras animales de uso textil

Fuente: Elaboración propia

Actualmente, en Argentina, existen emprendimientos cooperativos para importar rollos de hilo de cáñamo industrial procedentes de India, para su posterior procesamiento y elaboración de prendas de vestir, a partir del cáñamo. Este antecedente podría considerarse como una oportunidad para incursionar en un segmento de mercado potencial a nivel nacional, aprovechando la capacitación de la mano de obra de la región en el proceso industrial. Yendo más allá, se propone reactivar el parque industrial, diseñando programas, a través de la creación de reservas de fondos generados por la recaudación que surja de la grabación de la actividad por la comercialización de este producto con destino a fábricas textiles ubicadas en CABA que ya procesan fibras de cáñamo para la adquisición de equipos de procesamiento de fibra de cáñamo.

Como potenciales nichos de demanda provincial, en resumen, se encuentran:

- En el corto plazo, empresas de energía eléctrica renovable para completar la provisión en la red provincial. También, como recurso forrajero (suplemento) para el ganado vacuno y ovino.
- A mediano/ largo plazo, como insumo para la obtención de biogás y las industrias vinculadas a la industria textil, para la producción de fibras cruda y obtención de hilado para variedades de fibra larga.
- Puede utilizarse, también, como biocombustible, como alternativa a la producción de bioetanol.
- Alianzas con otras regiones que ya cuentan con ensayos, para conseguir volumen de procesamiento industrial, según el destino final que se decida para continuar la producción en industrias secundarias.
- Preferencia de consumidores por productos saludables, siendo el grano de CI un súper alimento.

### **Segmentación de mercado**

En términos de segmentación del mercado, existe una fuerte tendencia para la producción de bienes y servicios amigables con el medio ambiente. Afortunadamente, el cáñamo requiere menos productos químicos sintéticos que otros cultivos en hileras como el maíz y la soja. Los productores pueden eliminar de su inventario los herbicidas y otras costosas medidas de control de malezas porque el cáñamo es un cultivo más suave y rápidamente produce un dosel denso que suprime las malezas. Esto lo convierte en una opción perfecta para la producción orgánica y por ende los productos derivados de él.

Por lo tanto, puede avizorarse un futuro prometedor, en cuanto a sus alcances como consecuencia de los atributos ecológicos que tiene el cáñamo, reduciendo el impacto ambiental. Los consumidores están cada vez más interesados por la “sostenibilidad” como un atributo de compra, por lo que, unido al cumplimiento de los ODS, las industrias están interesadas en hacer un camino de reconversión y dirigirse a alternativas naturales. El cáñamo es versátil en este sentido, desde que cubre casi todos los nichos de mercado: fibras de cáñamo para textiles, el hormigón de cáñamo para la construcción, uso de semillas de cáñamo para alimentación humana y animal, bioplásticos.

La producción de biomasa para fines energéticos vinculados a la transformación e la matriz energética de la provincia y su contribución a la reducción de la huella de carbono, es uno de los ejes principales.

### ***Potencial Impacto socioproductivo y ambiental***

Conforme lo indicado en los puntos anteriores, el triple impacto de la producción y comercialización de CI se presentaría analizando las tres dimensiones de la sostenibilidad (sustentabilidad) y la multifuncionalidad de la agricultura:

Desde el punto de vista de la **multifuncionalidad de la agricultura**

- **Impulsar la agricultura familiar**, fomentando la permanencia de la población, especialmente la de los jóvenes, y reivindicando el trabajo de las mujeres. Actualmente, es la población de que habita en el interior de la provincia, lejos de los principales centros urbanos representada por comunidades envejecidas producto de la migración de jóvenes hacia otros centros urbanos por falta de oportunidades. Estos territorios de la meseta han sido ocupados por familias y comunidades indígenas. En ambas localidades, se combinan esquemas de producción campesina e indígena con empresarial (1%). Pueden percibirse diferencias entre los grupos, en cuanto a esquemas de producción; la mayoría de los pequeños productores realizan sus actividades para autoconsumo con muy baja tecnología, poco uso de insumos, siendo de altísimo impacto ambiental por la sobrepresión sobre los pastizales naturales generando una degradación irreversible en la mayoría de los casos. Los altos costos de producción de forrajes en áreas con potencial de riego con motobombas o mallines hacen que las pasturas implantadas queden fuera de las posibilidades, haciendo que la actividad sea todavía más marginal.

Diversificar la producción, con la incorporación de cáñamo, de manera complementaria a las actividades tradicionales de ganadería de cría ovina, caprina y bovina, prevé un importante impacto social y ambiental, al revertir una situación de decadencia en ambos sentidos. Cualidades como versatilidad, adaptabilidad, baja o nula necesidad de incorporación de un paquete tecnológico (agroquímicos, fertilizantes), bajo consumo hídrico traducido en un alto potencial de producción de biomasa brindan una alternativa accesible para reimpulsar la principal actividad en las regiones mal vulnerables.

La incorporación de CI como cultivo, y su posterior industrialización, deriva en la posibilidad de obtener harina, a partir de la molienda del grano entero, la que puede aprovecharse como suplemento alimenticio. Al respecto, y como se explicó en el apartado de **innovaciones productivas para el CI**, algunas publicaciones sostienen que:

La torta de cáñamo o harina de semillas de cáñamo es el subproducto del prensado en frío de las semillas de cáñamo para extraer aceite para el consumo humano. La torta retiene una cantidad significativa de proteínas y otros elementos nutricionales importantes, lo que la hace ideal para su uso como forraje para animales y también como alimento para peces (Schultz, s.f)

La torta conserva una cantidad significativa de proteínas y otros elementos nutricionales importantes, lo que la hace ideal para su uso como forraje para animales y también como alimento para peces. [...] Los ensayos realizados utilizando torta de semillas de cáñamo como alimento proteico en lugar de harina de soja para ganado en crecimiento alimentado intensivamente indicaron un aumento de peso similar, pero una función ruminal mejorada; debido a que la torta de semillas de cáñamo tiene una mayor cantidad de fibra que la harina de soja (HEMP Gazette, s.f.).

- **Consolidar redes horizontales de productores.** Dada la economía de subsistencia de los microproductores, pueden agruparse coopeitivamente, en una red horizontal, bajo formas jurídicas del estilo a cooperativas o asociaciones, a partir de su localización geográfica cercana a las instalaciones de procesamiento para minimizar costos de transporte. Estas agrupaciones representan acciones de “ganar-ganar”, porque permitiría conseguir contratos para la compra de sus cosechas, por volumen y oportunidad, con un precio cierto y conveniente (Luenzo, 2020)
- **Practicar agricultura regenerativa,** incorporando el CI al plan de rotación anual de cultivos en suelo marginales que, a largo plazo, permitirá complementar con pasturas implantadas y cultivos de invierno, así como con cultivos de verano.
- **Generación de empleo:** El cultivo y procesamiento del cáñamo pueden crear empleos en zonas rurales y urbanas, desde la siembra y cosecha hasta la transformación en productos finales como textiles, alimentos, materiales de construcción y biocombustibles.
- **Diversificación económica:** El cáñamo ofrece una alternativa rentable para agricultores, especialmente en regiones donde los cultivos tradicionales enfrentan desafíos económicos o climáticos.
- **Desarrollo de industrias locales:** La producción de cáñamo puede impulsar la creación de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la fabricación de productos derivados, como papel, textiles, plásticos biodegradables y suplementos alimenticios.
- **Inclusión social:** El cáñamo puede ser una opción para comunidades marginadas o en desarrollo, ya que requiere menos insumos que otros cultivos y puede cultivarse en suelos marginales.

Desde el **punto de vista agroecológico**, con destino biocombustible, este cultivo es renovable, alternativo a la producción petróleo; en términos de eficiencia en el uso del agua, se recupera la idea de que utiliza un 75% menos de este recurso que el algodón y puede ser aprovechado en un 100%, sin ocasionar contaminación por su quema una vez cosechado.

- **Sustentabilidad:** el cáñamo es una alternativa ecológica a materiales no renovables como el plástico derivado del petróleo o la tala de árboles para papel. Su cultivo requiere menos agua y pesticidas que otros cultivos tradicionales.
- **Biodiversidad:** el cultivo de cáñamo puede integrarse en sistemas agrícolas diversificados, promoviendo la rotación de cultivos y reduciendo la presión sobre los ecosistemas, aportando a la biodiversidad del ambiente (suelo y ecosistema), es

regenerativo, debido a que las propias características posibilitan que exista un balance entre el consumo del principal recurso (suelo) y su renovación, como la capacidad de volver a crear el ambiente que lo generó poniendo al mismo en el centro de la escena, involucrando al productor, incluso, como generador de su propio autoconsumo (Delvechia, I., 2024); permite combatir la contaminación de efluentes acuosos y del suelo. Importa, a la hora de capturar dióxido de carbono, ya que su capacidad cuadruplica a un bosque forestal.

Respecto de este punto, el ciclo del CI dura 3 a 8 meses, versus 20 años hasta obtener el macizo. Conforme con estudios a nivel mundial, no requiere del uso de pesticidas y utiliza pocas dosis de agroquímicos, aunque al no ser una especie autóctona esto debe monitorearse por eventuales interrupciones en el ecosistema, durante las primeras campañas de incorporación. También, genera mayor cantidad de materia orgánica. Actualmente, en las provincias en las que ya se encuentra en marcha la producción de este cultivo, se está investigando el desempeño que tienen el genotipo, el ambiente y el manejo, los cuales se van modificando, según la localización de la implantación, en aras de no perjudicar el ambiente y su biodiversidad. Otro beneficio que trae aparejado es el de favorecer la actividad apícola, por el alto contenido de polen que atrae a las abejas y que ocurre en contraestación a la producción de frutales.

- **Captura de carbono:** el cáñamo tiene una alta tasa de absorción de CO<sub>2</sub> durante su crecimiento, contribuyendo a la mitigación del cambio climático, que se desarrolla más adelante.

Desde el **punto de vista económico**,

- **Versatilidad de usos:** El cáñamo es una planta de usos múltiples. Sus fibras se utilizan en textiles y materiales de construcción, sus semillas son ricas en proteínas y ácidos grasos esenciales, y su biomasa puede convertirse en biocombustibles o plásticos biodegradables.

Este cultivo no compite en términos de aplicación a energía o a alimento, como ocurre con el maíz, por ejemplo.

- **Rentabilidad:** Comparado con otros cultivos, el cáñamo tiene un ciclo de crecimiento corto y requiere menos agua y pesticidas, lo que reduce costos de producción. Teniendo en cuenta el efecto derrame hacia otros sectores de la economía, es posible agregar valor, a partir de la utilización de sus productos y subproductos, resultantes de distintos momentos de recolección (semilla). Puede ser producido a escala (extensivo) y está asociada a diversas industrias. Otro aspecto positivo es la recaudación que pueda generar para el estado.
- **Mejora de suelos:** El cáñamo es conocido por su capacidad para desintoxicar suelos contaminados (fitorremediación) y mejorar la estructura del suelo, lo que beneficia a cultivos posteriores. Al cumplir con el tipo de práctica de agricultura regenerativa, puede tener importantes beneficios, a la hora de comercializar créditos de carbono o de biodiversidad, por la captura de carbono orgánico que hace el cultivo en el suelo y sus aportes a la biodiversidad. En especial, su incidencia en la ganadería regenerativa puede implicar grandes beneficios en términos económicos, al mejorar los suelos (materia orgánica) y favorecer la implantación de mejores especies forrajeras que las actuales, dándole mayor valor al principal activo con el que cuenta el productor.

- **Resistencia climática:** Es una planta robusta que puede adaptarse a diferentes condiciones climáticas, lo que la hace viable en regiones con desafíos ambientales.

Desde el **punto de vista socio-político y cultural**, presenta un desafío ya que implica la concientización al consumidor y al productor, educándolo en las diferencias entre el cultivo de cannabis (psicoactivo, con efectos o perturbaciones neuronales) y el cultivo del cáñamo industrial (no psicoactivo). Si bien el consumidor está más informado sobre el origen y las maneras de producir los productos que se consumen y existe un interés por productos que provengan de buenas prácticas agrícolas (BPA), amigables con el medio ambiente, existe desconocimiento acerca de las bondades y múltiples aplicaciones que el CI tendría como impulsor en la generación de nuevas industrias y empleo, conformación de cooperativas de trabajo, investigación y desarrollo científico y tecnológico. Los gustos y preferencias de los consumidores se orientan a productos elaborados con fibras naturales, no derivadas de petróleo. Los beneficiarios directos son todos los pequeños productores localizados en la cuenca del Río Chubut.

#### Desafíos y Consideraciones

- Regulaciones legales: En muchos países, el cáñamo enfrenta restricciones legales debido a su asociación con el cannabis psicoactivo. Es necesario establecer marcos regulatorios claros para su cultivo y comercialización.
- Infraestructura de procesamiento: La falta de instalaciones especializadas para procesar cáñamo puede limitar su potencial económico.
- Educación y capacitación: Los agricultores y empresarios necesitan formación sobre las mejores prácticas para el cultivo y transformación del cáñamo.
- Competencia con otros cultivos: En algunas áreas, el cáñamo podría competir por tierras con cultivos para la alimentación animal o humana, lo que requiere una planificación cuidadosa.

#### Conclusión

El cáñamo tiene un enorme potencial para contribuir al desarrollo sostenible, generando beneficios económicos, sociales y ambientales. Sin embargo, su éxito depende de políticas adecuadas, inversión en infraestructura y educación para maximizar sus ventajas y minimizar sus desafíos.

### ***Análisis Económico Integral De La Producción y Aplicación del Cáñamo en Escenarios Multiobjetivo y Multiparámetros (Rendimiento, Riego, Tecnología de Producción, Destino y Aplicaciones, Etc.)***

#### ***Determinación de costos de producción***

Formación de costos locales. Se procede a Identificar las materias primas e insumos que forman parte del proceso de producción, tomando como fuente bibliografía existente sobre la temática.

La empresa agropecuaria consume factores productivos que sufren una transformación biológica (Cartier, 2017; Osorio, 1992). Por esta razón, los costos entendidos como sacrificios económicos necesarios para la obtención del cultivo que se considerarán serán las labores e insumos utilizados en las diferentes etapas preparación del suelo,

siembra, desarrollo y cuidados culturales y cosecha. La clasificación de costos que se adopta es la de costos fijos directos (CFD), vinculados con obtención de la sementera de CI y se expresa por unidad de superficie hectárea, unidad de costeo intermedia para llegar al costo de la unidad final de producto (Osorio, 1995)

Se toma como referencia bibliográfica casos de experimentación del cultivo de cáñamo en diferentes regiones del país, bajo las condiciones actuales de conocimiento de adaptación local del cultivo. Se adopta la implantación del cultivo de CI bajo un planteo técnico en SD, con el uso mínimo de agroquímicos considerando la fragilidad de los suelos. Los cálculos de costos, se adecúan a calendarios productivos de la zona de estudio.

Por otro lado, la determinación de los precios aplica como metodología el cálculo del Punto de Equilibrio Específico, que representa el volumen mínimo de actividad de una clase de producto necesario para justificar con la contribución de su venta, el mantenimiento de los costos fijos directos (CFD) de ese producto (Bottaro et al., 2019; Horngren et al., 2012; Yardin, 2010). Este concepto en la agricultura define un Rendimiento de Indiferencia por hectárea, cuando se lo aplica por unidad de superficie.

Se recurre a fuentes primarias y secundarias para la evaluación de rendimientos del cáñamo a nivel mundial, nacional y local, como así, de los precios de referencia sobre los productos finales (biomasa, fibra y grano).

### **Supuestos considerados para el cálculo de costos**

- El planteo técnico de dosis e insumos propuesto sigue al del cultivo de trigo. Para ello, se consideraron:

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad total/ hectárea</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>BARBECHO</b>		
Herbicida (Glifosato)	3	litros
<b>SIEMBRA</b>		
Semillas	35	kg
<b>POST EMERGENCIA</b>		
Herbicida (Metsulfuron metil)	0,006	kg
Herbicida (Axial)	0,40	litros

Se propone un planteo sin aplicación de fertilizantes, teniendo en cuenta los resultados y recomendaciones de los estudios bibliográficos y de los ensayos realizados en otras localidades del país.

- Para los márgenes estimados, se definen las características de implantación y protección en base a valores modales del manejo implementado, en función a los datos técnicos obtenidos.
- Se asume que el 100% de las semillas utilizadas son certificadas y cuentan con permisos legales.
- La elección de genotipo es a modo ejemplificativo, la fecha de siembra y arreglo espacial se basan en el asesoramiento agronómico profesional.
- La aplicación de la cosecha es de doble propósito, con destino como recurso biomásico (biomasa) y producción de grano como commodities o semilla de producción propia.

### **Sobre los precios y costos**

Todos los precios se expresan a valores corrientes, en moneda dólares estadounidenses a tipo de cambio oficial de diciembre 2024, de modo de poder comparar los costos arribados con las producciones que se desarrollan en otras alternativas productivas e incluyen IVA, por tratarse de un planteo en el que la actividad está sin regular y está propuesta a microproductores unipersonales, por lo que este impuesto no podrá tomarse como crédito fiscal en compras, aumentando el costo de adquisición de los bienes o servicios gravados. En caso de que el análisis resulte conveniente y atractivo para que lo experimenten otras formas jurídicas con condición IVA Responsable Inscripto, este impuesto no debe ser considerado como costo.

- Los precios de las labores se estiman en base a consultas personales con autoridades de la provincia y contratistas locales y se asume que las labores se realizan por contrato.
- Los precios de insumos se toman de agronomías de la zona y sitios de comercialización on-line de agroinsumos.
- A modo de ejemplo, para simular el cálculo, se selecciona la variedad Futura 83. El precio de compra es el informado por la empresa *hemp-it-adn (EEUU)*.
- Los precios del canon de riego son estimados para la zona de estudio. Se trata de un costo de la estructura productiva (CEP), indirecto, ya que, de llevarse adelante los proyectos de riego, el pago de la cuota de este servicio se aplicaría para desarrollar todas las subactividades de los predios, en algún ciclo de gestión o ejercicio a lo largo del tiempo. Considerando su grado de fijeza, es un concepto fijo, porque el canon de riego estará establecido por resolución del Ente Administrador (IPA, Consorcio de gestión del riego) y la suma se paga por cantidad de hectáreas bajo riego, no por volumen de producto generado con esa superficie. Como se indicó más arriba, la discriminación de este costo es importante, para análisis de rendimientos de indiferencia por la posibilidad de discriminar cómo aportan las diferentes subactividades a cubrir los costos comunes o indirectos de producción.
- No se consideraron los costos provenientes de los permisos para realizar el cultivo
- No se calculan gastos de comercialización, ya que se aplican de manera directa al procesamiento y/o producción propia de semilla o venta a granel. Solo se determinan los costos de producción (precio tranquera).
- Se considera el costo financiero de oportunidad del capital circulante inmovilizado durante el ciclo del cultivo (costo imputado o implícito).
- No se tiene en cuenta el costo de la tierra (costo hundido), ya que la incorporación del CI como parte de la rotación de cultivos es una actividad alternativa, de diversificación de la producción.
- No se consideran otros costos de estructura indirectos de los predios, ya que no son relevantes para esta etapa de la evaluación.
- Dado que los rendimientos son estimados, la implantación del cultivo no existe y es una zona marginal para la producción de CI, se considera un costo de cosecha fijo/ha.

Se propone el esquema productivo, en el siguiente calendario de labores.

Labor	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Maquinaria
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------



Seguidamente, en las Tablas 22 y 23, se presentan los precios de venta de indiferencia calculados para el cultivo de CI, para distintos escenarios de rendimiento esperado, según el rendimiento potencial modelado del CI para el periodo histórico 1990-2021, presentado en la figura 22 para los destinos material de fibra y semilla, respectivamente.

Se partió de los datos de rendimientos esperados para la especie seleccionada, Futura 83, en la producción de biomasa y de semillas (Tabla 13). Siguiendo este estudio, la estimación de rendimientos se efectuó para cuatro escenarios: Material de fibra de CI en bruto Potencial (100%), Material de fibra de CI en bruto con restricción hídrica (38,35%), Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura (4%) y Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura e hídrica (39%).

Como rendimiento “Material de fibra de CI en bruto Potencial” (100%), se consideró una producción de 15.000 kg. ha<sup>-1</sup> (15 t. ha<sup>-1</sup>). Para el escenario de rendimiento “Material de fibra de CI en bruto con restricción hídrica”, luego de descontar la pérdida del 38,35 respecto del potencial estimado, se arribó a 9.248 kg. ha<sup>-1</sup> (9,248 t. ha<sup>-1</sup>). En el escenario “Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura” (4% de pérdida), la estimación fue de 14.400 kg. ha<sup>-1</sup> (14,40 t. ha<sup>-1</sup>). Finalmente, para el escenario “Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura e hídrica” con el coeficiente de variación del 39%, la estimación es de 9.135 kg. ha<sup>-1</sup> (9,135 t. ha<sup>-1</sup>).

En el caso de la semilla, el rendimiento considerado para el escenario “Semilla de CI en bruto Potencial” (100%), fueron 800 kg. ha<sup>-1</sup> (0,80 t. ha<sup>-1</sup>). Para el escenario de rendimiento “Semilla de CI en bruto con restricción hídrica”, luego de descontar la pérdida del 38,35 respecto del potencial estimado, se arribó a 493 kg. ha<sup>-1</sup> (0,493 t. ha<sup>-1</sup>). En el escenario “Semilla de CI en bruto con restricción de temperatura” (4% de pérdida), la estimación fue de 768 kg. ha<sup>-1</sup> (0,768t. ha<sup>-1</sup>). Finalmente, para el escenario “Semilla de CI en bruto con restricción de temperatura e hídrica” con el coeficiente de variación del 39%, la estimación es de 487 kg. ha<sup>-1</sup> (0,487 t. ha<sup>-1</sup>).

El precio de venta estimado es por t. de semilla, de 2.000 u\$s y por t. de material de fibra en bruto, de 300 u\$s.

**Tabla 22**

*Precio de venta de indiferencia del cultivo de CI ante diferentes escenarios de rendimiento en la región de estudio bajo el Planteo técnico de SD*

<b>Variables / Escenarios rendimiento</b>	<b>Material de fibra de CI en bruto Potencial</b>	<b>Material de fibra de CI en bruto con restricción hídrica</b>	<b>Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura</b>	<b>Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura e hídrica</b>
Rendimiento esperado (t. ha <sup>-1</sup> )	15	9,248	14,40	9,135
CF (D e I) de producción (U\$S ha <sup>-1</sup> ) (Tabla 21)	853,07	853,07	853,07	853,07
<b>Precio de venta de indiferencia (U\$S t.<sup>-1</sup>)</b>	<b>\$ 4.500,00</b>	<b>\$ 2.774,25</b>	<b>\$ 4.320,00</b>	<b>\$ 2.740,50</b>

Fuente: Elaboración propia. Ref.: CFD: Costos fijos directos.

**Tabla 23**

*Precio de venta de indiferencia del cultivo de CI ante diferentes escenarios de rendimiento en la región de estudio bajo el Planteo técnico de SD*

<b>Variables / Escenarios rendimiento</b>	<b>Semillas de CI en bruto Potencial</b>	<b>Semillas de CI en bruto con</b>	<b>Semillas de CI en bruto con</b>	<b>Semillas de CI en bruto con restricción de</b>
---	--	------------------------------------	------------------------------------	---

		restricción hídrica	restricción de temperatura	temperatura e hídrica
Rendimiento esperado (t. ha <sup>-1</sup> )	0800	0,493	0,768	0,487
CF (D e I) de producción (U\$S ha <sup>-1</sup> ) (Tabla 21)	853,07	853,07	853,07	853,07
<b>Precio de venta de indiferencia (U\$S t.<sup>-1</sup>)</b>	<b>\$ 1.600,00</b>	<b>\$ 986,40</b>	<b>\$ 1.536,00</b>	<b>\$ 974,40</b>

Fuente: Elaboración propia. Ref.: CFD: Costos fijos directos.

En la Tabla 24, se exponen los resultados de los escenarios modelados planteados.

**Tabla 24**  
Resultados simulados, según escenarios (fibra y semilla)

	100%	38,35%	4%	39%	38,35%	4%	39%		
CAÑAMO INDUSTRIAL	Siembra directa							Superficie (ha):	1
Ingresos de la actividad	Material de fibra de CI en bruto Potencial	Material de fibra de CI en bruto con restricción hídrica	Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura	Material de fibra de CI en bruto con restricción de temperatura e hídrica	Semillas de CI en bruto Potencial	Semillas de CI en bruto con restricción hídrica	Semillas de CI en bruto con restricción de temperatura	Semillas de CI en bruto con restricción de temperatura e hídrica	
Rendimiento esperado (kg/ha)	15.000	9.248	14.400	9.135	800	493	768	487	
Rendimiento esperado (tn/ha)	15,00	9,25	14,40	9,14	0,80	0,49	0,77	0,49	
Precio usd/tn	300,00	300,00	300,00	300,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	
<b>INGRESOS BRUTOS POR HA.</b>	<b>\$ 4.500,00</b>	<b>\$ 2.774,25</b>	<b>\$ 4.320,00</b>	<b>\$ 2.740,50</b>	<b>\$ 1.600,00</b>	<b>\$ 986,40</b>	<b>\$ 1.536,00</b>	<b>\$ 974,40</b>	
<b>CONTRIBUCIÓN MARGINAL POR HA.</b>	<b>\$ 4.500,00</b>	<b>\$ 2.774,25</b>	<b>\$ 4.320,00</b>	<b>\$ 2.740,50</b>	<b>\$ 1.600,00</b>	<b>\$ 986,40</b>	<b>\$ 1.536,00</b>	<b>\$ 974,40</b>	
<b>Contribución marginal (usd/tn)</b>	<b>\$ 300,00</b>	<b>\$ 300,00</b>	<b>\$ 300,00</b>	<b>\$ 300,00</b>	<b>\$ 2.000,00</b>	<b>\$ 2.000,00</b>	<b>\$ 2.000,00</b>	<b>\$ 2.000,00</b>	
Costos fijos de producción POR HA	\$ 769,26	\$ 769,26	\$ 769,26	\$ 769,26	\$ 769,26	\$ 769,26	\$ 769,26	\$ 769,26	
<b>MARGEN SEMIBRUTO O SEMINETO HA.</b>	<b>\$ 3.730,74</b>	<b>\$ 2.004,99</b>	<b>\$ 3.550,74</b>	<b>\$ 1.971,24</b>	<b>\$ 830,74</b>	<b>\$ 217,14</b>	<b>\$ 766,74</b>	<b>\$ 205,14</b>	
COMPROBACIÓN	\$ 3.730,74	\$ 2.004,99	\$ 3.550,74	\$ 1.971,24	\$ 830,74	\$ 217,14	\$ 766,74	\$ 205,14	
RETORNO POR \$ INVERTIDO EN CD PRODUCCIÓN	\$ 5,85	\$ 3,61	\$ 5,62	\$ 3,56	\$ 2,08	\$ 1,28	\$ 2,00	\$ 1,27	
RENDIMIENTO DE INDIFERENCIA (tn)	2,56	2,56	2,56	2,56	0,38	0,38	0,38	0,38	
RENDIMIENTO DE INDIFERENCIA (KG)	2.564	2.564	2.564	2.564	385	385	385	385	
MARGEN SEMIBRUTO O SEMINETO TOTAL	\$ 3.730,74	\$ 2.004,99	\$ 3.550,74	\$ 1.971,24	\$ 830,74	\$ 217,14	\$ 766,74	\$ 205,14	
CEP (FIJOS INDIRECTOS)	\$ 83,81	\$ 83,81	\$ 83,81	\$ 83,81	\$ 83,81	\$ 83,81	\$ 83,81	\$ 83,81	
% COBERTURA CEP (FIJOS INDIRECTOS)	4451,42%	2392,30%	4236,65%	2352,03%	991,22%	259,09%	914,85%	244,77%	

Fuente: Elaboración propia

Independientemente de los costos de producción, se vuelve fundamental tener como soporte una industria preparada y establecida porque los procesos de cosecha, extracción del material vegetal y su posterior acondicionamiento significan una serie de inversiones en infraestructura y maquinaria adaptada que debe correr en paralelo a las etapas de experimentación del cultivo, en caso de que los resultados de los primeros ciclos sean alentadores.

Como se aclaró en las notas de cálculo de costos simulados para próximas etapas exploratorias, la cosecha se realiza con maquinaria adaptada a la que se utiliza en el cultivo de trigo.

Al ser una actividad productiva desarrollada desde cero por no contar con antecedentes, se convierte en prometedora para que se produzcan innovaciones hacia arriba y hacia abajo del sector primario. Por otro lado, se favorece la atracción de inversiones

extranjeras directas y grandes compañías internacionales (semilleras) que conocen las ventajas comparativas naturales de Argentina.

***Valoración de la producción como materia prima e insumo para la generación de bioenergía alimentación de ganado o construcción. Integrar tales consideraciones ecológicas en un análisis económico.***

Para la zona de estudio, a partir de la cosecha del cultivo, se considerarán los siguientes productos/ subproductos que se obtienen:

1. Grano con valor comercial (commodities).
2. planta entera con destino bioenergía (biomasa).
3. alimento alternativo para ganado bovino
4. Extracción de Aceite (materia prima para biocombustible)

- 1. Grano con valor comercial (commodities).** En la unidad de negocio grano, el mismo se perfila como un specialty. Debe estar cercana a la industria extractiva. Luego, la industria de biomasa y fibra se perfila más como un commodity, por todas las variantes que puede tener desde que sale del campo, hasta el consumidor final.

Respecto a información que pudiera obtenerse para evaluar la exportación de grano en puertos, luego del relevamiento, en ningún caso, la Bolsa de Comercio de Rosario, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, ni la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca, o el Matba-Rofex, cuentan con registro de precios, ya que el cáñamo es un producto en desarrollo sin antecedentes en el país.

En concordancia con lo anterior, respecto de los precios de comercialización de este cultivo a nivel internacional, a partir de la determinación de los procesos que se consideran factibles de implementar en la zona, se descarta la exportación.

Aun cuando esta producción es incipiente en la región, no escapa a su condición de commodity y a que los precios vienen dados por el mercado internacional (Cunha-Callado y Cunha-Callado, 1999; Ruiz-Urquijo et al., 2018).

- 2. Planta entera con destino bioenergía (biomasa).** La razón fundamental es que se atenderá el primer objetivo de proponer esta producción como alternativa al aprovisionamiento de residuos leñosos **para fortalecer la transición energética**, atender fitorremediación de suelos

- 3. Alimento alternativo para ganado bovino:** como se mencionó en el apartado 12.3.3, el procesamiento biomasa y de semilla para extracción de aceite con subproducto de torta de semillas de cáñamo, una fuente de alimentación alternativa viable altamente nutritiva para el ganado, por su alto contenido de proteína de 30,6 y 50,7% en la harina de semillas. Esto es un valor similar al contenido de proteína en la harina de soja, algodón y girasol.

Si bien existen numerosos beneficios, actualmente la alimentación de animales con cáñamo puede suponer ciertos riesgos como preocupaciones legales y regulatorias, contenido de THC y posibles desequilibrios de nutrientes. Por lo tanto, su valorización económica no será considerada por el momento.

- 4. Extracción de Aceite (materia prima para biocombustible):** como se mencionó en el apartado "Rendimiento", el rendimiento de variedades de cáñamo con aptitud oleaginosa

como HENOLA, con rendimientos promedio en zona de secano de la pampa húmeda, podría obtenerse un rinde promedio de 2.100 kg de grano/ha (30-35% de su peso en aceite) con un rendimiento potencial en biodiesel de 760 litros de bioetanol. La Tabla 25, presenta la información y la fuente de consulta de estos datos.

**Tabla 25**  
*Rendimientos estimados variedad Henola y precios, según destino*

Aplicación	Rendimiento Estimado	Precio	Fuente
1. Grano con valor comercial (commodities).	2 t./ha	2.000 u\$/t.	<a href="https://www.elobservador.com.uy/nota/el-canamo-el-cultivo-emergente-que-promete-en-uruguay-2020117183459">https://www.elobservador.com.uy/nota/el-canamo-el-cultivo-emergente-que-promete-en-uruguay-2020117183459</a>
2. Planta entera con destino bioenergía (biomasa).	12- 20 T./ ha	300 u\$/t.	<a href="https://rodaleinstitute.org/es/ciencia/art%C3%ADculos-y-publicaciones/Cultivo-de-c%C3%A1nic%C3%B1amo-industrial-como-cultivo-comercial-org%C3%A1nico/">https://rodaleinstitute.org/es/ciencia/art%C3%ADculos-y-publicaciones/Cultivo-de-c%C3%A1nic%C3%B1amo-industrial-como-cultivo-comercial-org%C3%A1nico./</a>
4. Extracción de Aceite (materia prima para biocombustible)	760 lts/ha	0,58 u\$/t.	<a href="https://glp.se.gob.ar/biocombustible/reporte_precios_bioetanol.php">https://glp.se.gob.ar/biocombustible/reporte_precios_bioetanol.php</a>

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis de rentabilidad.**

El análisis de rentabilidad de la producción de CI con destino a la producción de energía, grano y otros subproductos depende de varios factores, como los costos de producción, los precios de mercado, los rendimientos del cultivo y las aplicaciones finales del cáñamo. A continuación, se presenta un análisis detallado de la rentabilidad del cáñamo para estos fines:

#### 1. \*Producción de energía (biocombustibles y biomasa)

El cáñamo puede ser utilizado para la producción de biocombustibles, como biodiesel y etanol, así como para la generación de energía a partir de biomasa.

#### Ventajas:

- Alto rendimiento de biomasa: El cáñamo produce entre 10 y 15 toneladas de biomasa seca por hectárea, lo que lo convierte en una fuente eficiente para la producción de energía.
- Bajo contenido de lignina: El cáñamo tiene un menor contenido de lignina en comparación con otros cultivos energéticos, lo que facilita su procesamiento en biocombustibles.
- Sostenibilidad: El uso de cáñamo para energía reduce la dependencia de los combustibles fósiles y contribuye a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### Desafíos:

- Costos de procesamiento: La conversión de biomasa de cáñamo en biocombustibles requiere inversiones en infraestructura y tecnología, con los que la provincia actualmente no cuenta.
- Competencia con otros cultivos energético: El cáñamo podría competir con otros cultivos como el maíz a producción de biocombustibles.

### Rentabilidad:

- Precios de mercado: El precio de la biomasa de cáñamo varía según la región y la demanda. En general, la producción de energía a partir de cáñamo puede ser rentable si se optimizan los costos de cultivo y procesamiento.
- Subvenciones y créditos de carbono: Los incentivos gubernamentales para energías renovables y la venta de créditos de carbono pueden mejorar la rentabilidad.

### 2. Producción de grano (semillas de cáñamo)

Las semillas de cáñamo son un producto altamente nutritivo, rico en proteínas, ácidos grasos esenciales (como omega-3 y omega-6) y otros nutrientes. Se utilizan en alimentos humanos, suplementos dietéticos y productos para animales.

### Ventajas:

- Alto valor nutricional: Las semillas de cáñamo tienen una demanda creciente en el mercado de alimentos saludables.
- Rendimientos competitivos: Una hectárea de cáñamo puede producir entre 500 y 2000 kg de grano, dependiendo de las variedades y las condiciones de cultivo.
- Mercado en expansión: El mercado global de semillas de cáñamo está creciendo debido a la popularidad de los superalimentos y los productos basados en plantas.

### Desafíos:

- Costos de procesamiento: El descascarado y el procesamiento de las semillas pueden aumentar los costos. La provincia del Chubut no cuenta con infraestructura ni maquinaria específica para el procesamiento.
- Competencia con otros cultivos: El cáñamo compite con otros cultivos destinados para la alimentación animal, como el maíz y girasol.

### Rentabilidad:

- Precios de mercado: Las semillas de cáñamo tienen un precio elevado en comparación con otros granos, lo que puede generar márgenes de beneficio atractivos.
- Diversificación de productos: Los subproductos, como el aceite de cáñamo y la harina de cáñamo, pueden aumentar la rentabilidad.

### 3. Producción de fibra y otros subproductos

El cáñamo también se utiliza para la producción de fibra, que tiene aplicaciones en textiles, materiales de construcción (como el hempcrete) y papel.

### Ventajas:

- Versatilidad: La fibra de cáñamo tiene múltiples aplicaciones en industrias sostenibles.
- Rendimiento: Una hectárea de cáñamo puede producir entre 2 y 3 toneladas de fibra.
- Mercado en crecimiento: La demanda de materiales sostenibles está impulsando el mercado de la fibra de cáñamo.

### Desafíos:

- Costos de procesamiento: La extracción y el procesamiento de la fibra requieren maquinaria especializada.

- Competencia con otras fibras: El cáñamo compite con el algodón y las fibras sintéticas.

#### Rentabilidad:

- Precios de mercado: La fibra de cáñamo tiene un precio competitivo, especialmente en mercados que valoran la sostenibilidad.
- Valor agregado. La producción de productos terminados, como textiles o materiales de construcción, puede aumentar los márgenes de beneficio.

#### 4. Factores clave que influyen en la rentabilidad

- Costos de producción: Incluyen semillas, fertilizantes, riego, maquinaria y mano de obra. El cáñamo es un cultivo relativamente económico en comparación con otros cultivos industriales.
- Rendimientos: Dependen de las variedades de cáñamo, las condiciones climáticas y las prácticas agrícolas. Localmente se debe avanzar en evaluaciones a campo.
- Precios de mercado: Varían según la demanda local e internacional y las aplicaciones finales del cáñamo.
- Subvenciones e incentivos: El gobierno de la Provincia del Chubut podría ofrecer apoyo financiero para el cultivo de cáñamo, especialmente en proyectos relacionados con la sostenibilidad y la energía renovable.
- Infraestructura de procesamiento: La disponibilidad de instalaciones para procesar biomasa, grano y fibra es crucial para maximizar la rentabilidad.

### ***Complementación con Proyectos de Generación de Energía Renovable en la Provincia***

#### **Antecedentes**

**Proyecto: Cuenca Piloto de Aprovechamiento Forestal en base a la utilización de residuos dendroenergéticos para la generación de energía en la provincia de Chubut**

#### **Resumen**

La región andino patagónica del Chubut posee recursos forestales compuestos por formaciones nativas e implantadas y bosques espontáneos de salicáceas. Históricamente, estos recursos han sido intervenidos por las comunidades locales como fuente de leña y materia prima para la industria forestal local.

Entre 2019 y 2022, con el apoyo del CFI y por solicitud de la Secretaría de Bosques de Chubut (SB), se realizaron dos trabajos de investigación cuyos resultados indican que la Región de la Comarca Andina de Chubut presenta cerca de 800.000 toneladas de residuos forestales que no se aprovechan. El descenso de uso de la leña como combustible doméstico y la inexistencia de industrias que demanden madera de molienda limitan las opciones comerciales para los productos secundarios del manejo del recurso forestal. Como consecuencia, se encuentran muy restringidas las posibilidades de intervención de las plantaciones y los bosques de interfase debido a la falta de valorización de los subproductos derivados de las mismas. Esto trae aparejadas muchas consecuencias que van desde el incremento de la incidencia y severidad de incendios forestales, hasta la degradación de los recursos implantados y nativos. En paralelo, el crecimiento de los núcleos urbanos locales ha generado un desarrollo mayor del arbolado urbano que genera continuamente volúmenes de

residuos de biomasa forestal urbana a gestionar. A su vez, se han incrementado las urbanizaciones dentro de las forestaciones, ampliando la zona de interfase e interacción entre las comunidades y los recursos forestales.

Finalmente, todo este desarrollo urbano demanda redes de distribución de electricidad confiables, lo que conlleva el mantenimiento de las mismas, constituyéndose como otra fuente relevante de generación de residuos forestales.

El eje conceptual del proyecto es la necesidad de desarrollar una actividad sostenible en el tiempo que consuma y valore los residuos provenientes de las distintas intervenciones forestales imprescindibles. Para abordar el mismo, se ha definido como estrategia desarrollar una cuenca de oferta y demanda de biomasa acorde a las necesidades identificadas, de escala relevante y dentro de una unidad económica.

Esto cristalizó en la necesidad de disponer de **plantas de generación de energía eléctrica a partir de biomasa en tres localidades fuera del SADI (Corcovado, Gualjaina y Paso de Indios) y desarrollar un centro de gestión de residuos Forestales (CeGReFo)** que permita obtener una biomasa homogénea y normalizada a partir de los residuos forestales heterogéneos disponibles en la región.

Este proyecto prevé generar ahorros por sustitución de combustibles fósiles por biomasa en dichas usinas, lo que permitiría repagar las inversiones necesarias, reducir impactos ambientales negativos y, en paralelo, desarrollar ingresos locales en el mercado forestal.

Estos ingresos financiarían las intervenciones necesarias y promoverían un proceso de desarrollo del mercado de biomasa en la región. Para la instalación del CeGReFo, la provincia seleccionó la localidad de El Maitén. La misma reúne las condiciones de infraestructura para la instalación de la planta de generación de la biomasa (espacio físico y disponibilidad de potencia eléctrica) y se encuentra dentro de la zona que se busca promocionar para el desarrollo forestal futuro.

En ese marco, el proyecto prevé ordenarse en tres líneas de trabajo centrales:

- Desarrollo de la cadena de valor de la Biomasa,
- Construcción del CeGReFo
- Adecuación de las usinas actuales a biomasa.

Estas tres líneas contienen desafíos específicos de fortalecimiento de los actores involucrados y la creación de una estructura organizacional que lleve a cabo los cambios y mejoras necesarias.

### ***Bases del diseño técnico del proyecto - Proceso industrial de valorización de residuos forestales***

Entre 2019 y 2022, la Secretaría de Bosques de Chubut (SB), realizó dos trabajos de investigación cuyos resultados indicaron que la Región de la Comarca Andina de Chubut presenta cerca de 800.000 toneladas de residuos forestales proveniente de distintos orígenes sin aprovechar.

La valorización del recurso biomásico del que dispone la provincia como insumo energético surge como una oportunidad para suplir la necesidad de desarrollar un mercado que demande dicho recurso; al mismo tiempo que se enmarca en la necesidad de consumir un combustible asequible para la generación de energía en muchas localidades de la estepa chubutense.

Los parámetros del proceso industrial son:

- Consumo anual inicial del CeGReFo: 22.000 t/año.
- Capacidad máxima de producción: 43.000 t/año.
- Demanda de las usinas eléctricas: ~500 Cam25 por año /~2,5 Cam25 por día).
- Estacionalidad de la demanda: la demanda no es homogénea, y posee picos de 2.500 tv/mes de consumo.
- Estacionalidad del recibimiento de materia prima: En los meses marzo, abril y mayo se dará prioridad de ingreso a los rollos de mayor densidad. En los meses de septiembre a marzo el stock permitido de chips como materia prima es de hasta 4500 toneladas (20% de la demanda anual), por lo cual se buscará minimizar su ingreso. En contraposición, se priorizo el procesamiento de Biopaquetes. En los meses de invierno, de junio a agosto, se busca aumentar el ingreso de chips como materia prima a la planta, al corresponder con los meses de alta demanda de combustible y la necesidad de rápido despacho.
- Variabilidad del stock: El stock previsto de materia prima en planta es de 7.500 tv al inicio de la campaña de producción.
- Homogeneidad del chip energético producido: El tipo de materia prima condiciona la homogeneidad final de la biomasa producida. Es por esto que se especifican los requerimientos de tamaño y condiciones en las que tiene que ingresar cada tipo de materia prima.

### Usinas

En la provincia de Chubut existen numerosas localidades fuera del Sistema Argentino de Interconexión Eléctrica (SADI). Para obtener energía eléctrica, estas forman un sistema eléctrico aislado (o en isla) abastecido por grupos electrógenos que utilizan diésel o GN como combustible de soporte. Al tratarse de sistemas cerrados (sin capacidad de erogar excedentes a la red ni suplirse de la misma en casos de déficits de generación) los equipos a instalar deben generar una potencia eléctrica suficiente para cubrir los picos de consumo y modular en momentos de baja demanda.

Las localidades seleccionadas para la reconversión de las Usinas son Paso de Indios, Gualjaina y Corcovado. Las mismas fueron seleccionadas siguiendo tres criterios:

- 1) están fuera del SADI;
- 2) son las tres localidades de la estepa chubutense con mayor consumo de energía eléctrica (totalizando el 40% de la generación fuera de red); y
- 3) las tres usinas en conjunto conforman la escala mínima de inversión que permite el desarrollo económicamente viable del proyecto.

Se definió que la potencia eléctrica a instalar en cada una es de 800 kW. La misma se obtiene con una línea de gasificación que alimenta un sistema en tándem de 1 motor de 800 kW de potencia de generación iguales y un tándem de motores diésel de 500 kW que atienden los momentos de pico, y hacen de base para momentos de baja de servicio. Este conjunto puede responder hasta una potencia de 1.300 kW de demanda. La tecnología seleccionada fue la producción de energía en motores generadores mediante un proceso de gasificación de madera.

Las nuevas instalaciones de generación, junto con los periféricos operativos necesarios, se ubicarían en paralelo al sistema actual de generación. El proceso de

generación involucrado utiliza un gasógeno donde la biomasa se transforma en un gas de síntesis denominado SYNGAS (gas de síntesis). Este gas, luego de ser enfriado para aumentar su densidad energética, es utilizado como combustible en un motor alternativo de combustión interna (MACI) asociado a un generador (conjunto moto-generador). El proyecto prevé reemplazar la totalidad del uso de diésel, dejando estos equipos como sistema de back-up.

El sistema se complementa con una serie de instalaciones auxiliares; acopio, manejo y dosificación de biomasa; sistema de prevención de incendios, sistemas de control de las distintas áreas de generación y sincronía con el sistema existente; interconexión con la estación transformadora y depósitos de maquinaria, insumos y residuos.

### ***Análisis FODA: Utilización de residuos forestales vs Producción de Cáñamo como recurso biomásico.***

#### *Cáñamo como recurso biomásico*

##### **Fortaleza**

- Ventajas económicas a largo plazo en la calefacción doméstica debido a los precios más baratos de la biomasa en comparación con los combustibles fósiles.
- Creación de puestos de trabajo, directos e indirectos, y diversificación de los ingresos para la población rural.
- Gran potencial de instalación de calderas para aumentar el consumo nacional de biomasa.
- Creciente importancia de las energías renovables en las políticas energéticas.
- Posibilidades de reducción de problemas de logística para uso doméstico, y la oferta a pequeña escala, debido a la proximidad de las áreas urbanas a las zonas rurales.
- Posibilidad de riego con aguas recicladas en áreas rurales abandonadas y marginales para producir biomasa.
- Iniciativas para la creación de consorcios y redes internacionales con los países de la UE con el fin de promover las actividades de I+D.
- Aumento de la percepción social respecto a los sistemas bioenergéticos, como los más sostenibles para el medio ambiente y el desarrollo de la economía local.
- La biomasa procedente de cáñamo puede contribuir a lograr los objetivos de la planificación energética regional y la producción de energía renovable.
- Mayor autonomía y seguridad energética con menor dependencia del mercado de combustibles fósiles.
- Contribución a la sostenibilidad del medioambiente en la producción de energía, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, gases de efecto invernadero y erosión del suelo, aumento de la biodiversidad y desarrollo rural.
- Ventajas competitivas del cáñamo a corto plazo respecto a otros cultivos energéticos de altos requerimientos de suelos fértiles y de riego.
- Alto rendimiento energético y de biomasa por hectárea
- Fuente de combustible sin emisiones de azufre
- Planta de rápido crecimiento que puede soportar una alta densidad de plantación y su biomasa total por hectárea es similar a la de otros cultivos energéticos
- Calidad del combustible de cáñamo: posee características superiores al de otros recursos biomésicos como son el valor calorífico, el contenido de cenizas, el

comportamiento de fusión, las características de manipulación física y los posibles efectos negativos sobre la corrosión del intercambiador de calor o las emisiones de la chimenea.

- Produce un alto rendimiento de biomasa (12-15 t/ha de biomasa secada al aire) con un aporte mínimo de agua, fertilizantes y pesticidas.
- Es un excelente cultivo de rotación que se adapta bien a los cultivos alimentarios y forrajeros y mejora el rendimiento de los cultivos posteriores debido a los efectos beneficiosos del cáñamo en el suelo, como mejorar la estructura del suelo y reducir los nematodos parásitos y los hongos.

### **Oportunidades**

- Las políticas de la Unión Europea reconocen la necesidad de apoyar y fomentar el sector de la bioenergía.
- Generación de alternativas locales de fuentes de trabajo y nuevo desarrollo de cadena de producción.
- El gobierno provincial promueve políticas orientadas a consolidar el uso de fuentes de energía renovables.
- Promoción de un esquema financiero en instalaciones de biomasa.

### **Debilidades**

- Competencia del cultivo de cáñamo con fines energéticos (biomasa) cultivos herbáceos con fines de alimentación, tanto animal como humano.
- Limitada oferta y demanda de biomasa con fines energéticos en los mercados, con una cadena de suministro todavía en desarrollo.
- Escaso conocimiento de las políticas y planes relativos a utilización de biomasa por parte de los agentes implícitos en el sector.
- Escasa información sobre los costos de explotación, venta e incertidumbre de recuperación de las inversiones con plantaciones a largo plazo.
- Baja conciencia social hacia los beneficios ambientales y económicos del uso de la energía derivada de la Biomasa.
- Falta de inversiones tecnológicas e institucionales en el sector sistemas de certificación y buenas prácticas.

### **Amenazas**

- Dificultad de competir en costos de producción y precios con otro tipo de biomasa derivadas residuos agrícolas leñosos y especie forestales (Desechos)
- Escasa articulación I+D y estudios en el contexto sobre la rentabilidad de los cultivos, demanda y ofertas actuales y potenciales en el mercado.
- Escasez en proyectos pilotos y demostrativos en terrenos agrícolas abandonados y marginales para producir biomasa; y difundir el uso de las buenas prácticas de manejo y aprovechamiento en dichos terrenos.
- Falta de contratos para explotación a largo plazo
- Escasos fomento del uso de la biomasa. Poca difusión en campaña de divulgación y falta de acciones ejemplificaste de uso a nivel institucional y en el sector público.

- Escasez en la creación de nuevas industrias y nuevos usos de la biomasa, uso térmico doméstico, uso térmico industrial para generación de electricidad.
- Falta de programas de selección genética de especies emergentes para producción de biomasa.

### *Desechos forestales como recurso biomásico*

#### **Fortaleza**

- Abundante recurso no utilizado
- Recurso con liquidez y activo financiero
- Catalizador para concientizar sobre el uso de la biomasa
- Efectos colaterales beneficiosos para el sistema forestal por su uso prevención de incendios, mejora la productividad del bosque, regeneración, etc.

#### **Debilidad**

- Actitud del lugareño para mantener el bosque limpio de residuos
- Antecedentes y experiencias comunes en la gestión forestal
- Presencia de formas limitadas de colaboración
- Empresas forestales no calificadas
- No existen incentivos de cadenas de valor cortas
- No existe una cadena de suministro real
- Normas de gestión forestal
- Topografía y barreras geográficas
- Infraestructura limitada (caminos forestales)
- Problemas de mercado; pocas empresas, prácticas de venta, baja rentabilidad, demanda baja o nula)
- Desconocimiento de la cadena a de suministro
- Baja calidad del producto
- Conflictos históricos
- Rivalidad local
- Burocracia de incentivos para cadenas de valor cortas (gestión de la cadena de suministro)
- Falta de interés por los pobladores locales
- Fragmentación de la propiedad
- Sin visión de administración local y otros actores
- No hay capacidad de abastecimiento local
- Incertidumbre en las relaciones económica en las cadenas de suministro
- No hay control sobre el uso

#### **Oportunidad**

- Creciente interés en la biomasa para la producción de calor
- Crisis en las fuentes de energía tradicionales
- Política
- Inversiones privadas

#### **Amenazas**

- Competencias en los usos forestales, recreación, créditos de carbono
- Cambio climático que afecta los recursos forestales
- Especulación
- Miedo a agotar el bosque
- Política defectuosa (precios incrementados por subsidios, limitaciones en la gestión, burocracia)
- Competencias con otras fuentes de energía (precio y comodidad)

### ***Análisis costo beneficio producción de cañamo vs aprovechamiento forestal***

El análisis y evaluación de costos - beneficios comparativo de ambas alternativas resulta complejo debido a que el proyecto de valorización de residuos forestales contempla valores que exceden la producción de biomasa como materia prima para la generación de energía.

A continuación, se enumeran los 5 valores prioritarios del proyecto de valorización de residuos forestales.

1. Fortalecer el recurso forestal implantado: La valorización de los residuos provenientes de intervenciones silviculturales estimula su ejecución.
  - Una silvicultura intensiva y planificada mejora la aptitud forestal de las forestaciones, generando madera de calidad que incrementa la competitividad de la cadena en su conjunto.
  - Una gestión ordenada de los recursos forestales implantados, poseerá un impacto relevante en la reducción de acumulación de carga combustible en plantaciones, disminuyendo el riesgo de incendios e indirectamente impactará en la preservación del recurso forestal nativo.
  - En paralelo, aportar dinámica comercial al sector estimula la reactivación del sector.
  
2. Disminución del riesgo de fuego y prevención de incendios:
  - El riesgo de fuego en zonas forestadas se asocia a la acumulación en alta proporción de material biomásico muerto y a la continuidad de combustible en los rodales. Las intervenciones de raleo, poda, limpieza de sotobosque y mantenimiento de cortafuegos son esenciales para la prevención de incendios. Asimismo, la eliminación o extracción de material proveniente de las mismas es una parte crucial para garantizar su efectividad. Actualmente, no existe un mercado y, si bien e obligación quemar o chipear el material residual de las intervenciones en general, en la práctica solo se queman los residuos de los aprovechamientos de madera aserrable. El resto de las prácticas no se genera debido a que no son rentables.
 

Generar intervenciones en plantaciones forestales sin manejo a escala de paisaje permite tener un impacto a gran escala.
  
3. Fortalecimiento el patrimonio de la Provincia
  - Se trata de poner en valor las plantaciones que actualmente son propiedad de la Secretaría de Bosques y la UEP. Algunas de estas plantaciones se encuentran dentro de reservas provinciales, están bajo aprovechamiento forestal de baja escala, han sufrido incendios y/o poseen intrusiones. A partir de no haber implementado un plan

de manejo sistemático sobre las mismas, las forestaciones han perdido capacidad productiva y requieren ser ordenadas para su aprovechamiento futuro.

#### 4. Desarrollo endógeno y generación de riqueza

La nueva actividad económica relacionada a toda la cadena de producción de biomasa debe priorizar la generación y distribución de riqueza local, optando por las acciones que fomenten estos aspectos.

Los principales vectores de desarrollo local son:

- el diseño de la cadena de abastecimiento de la planta, su operación y servicios anexos, la puesta a disposición de fuentes de biomasa asequibles locales que permitan una transición energética en los sistemas de calefacción que hoy utilizan combustibles fósiles no producidos en la provincia (captación de riquezas locales).
- El fortalecimiento de la cadena foresto industrial priorizando esquemas de aprovechamiento que desarrollen trabajo de diversa calificación, frente a la maximización de la mecanización, siempre en el marco de la competitividad del proyecto en su conjunto.

#### 5. Energías renovables

La actividad de generación biomasa con fines energéticos a partir de recursos forestales aporta un valor de innovación en la gestión y manejo de dichos recursos. La generación de energía renovable es valorada en términos del reemplazo del uso de combustibles fósiles.

La valorización del cumplimiento de estos objetivos excede un análisis económico de una alternativa frente a la otra, en términos de calcular el costo de disposición final de la biomasa para generación de energía o el riesgo de no hacerlo.

A efectos de hacer un análisis comparativo de costo-beneficio de ambas alternativas, del proyecto “Cuenca Piloto de Aprovechamiento Forestal en base a la utilización de residuos dendroenergéticos para la generación de energía en la provincia de Chubut”, se identifican cinco orígenes comunes de residuos forestales en todas las localidades que pueden proveer materia prima.

1. Las forestaciones implantadas de pináceas
2. Industria forestal
3. Fajas de vegetación bajo líneas de tensión
4. Áreas invadidas por bosques advenedizos de sauce.
5. El arbolado urbano

Cada uno de estos orígenes de material maderero implica una intervención particular, con actores definidos. La materia prima que se obtenga de cada uno de ellos, dependerá no solamente del recurso disponible, sino también de los procesos requeridos para su extracción y la puesta en planta.

Sobre la base de esto, se puede estimar el volumen proyectado a obtener de cada uno. En algunos casos, la materia prima no sale de forma directamente aprovechable por la planta, por lo que requerirá un procesamiento previo del material, antes de ser ingresado.

### **Valor de la biomasa**

Según el proyecto, se analizó el valor que debería tener los distintos residuos y subproductos provenientes de la actividad forestal primaria puestos a borde de camino en un sitio para su carga posterior.

El costo de volteo y extracción depende fuertemente de las condiciones del terreno. En general las plantaciones de pino cerradas poseen sotobosque limpio, pero las pendientes pueden afectar fuertemente los costos

El proyecto resalta lo siguiente:

1. Actualmente la región posee un muy bajo grado de mecanización que dificulta la implementación del proyecto de manera sostenible. Esto implica que se debe plantear un escenario de costos teórico y que los valores actuales de referencia tienen poco valor como indicadores.
2. Que el escenario de puesta en marcha de la planta es completamente disruptivo para el mercado local por la escala de operación que aporta. De esta manera, es irreal tomar como referencia los precios actuales de la leña y la madera aserrable como indicadores, porque son mercados de otra dimensión o tipificación. Si bien es cierto que la leña compite con la materia prima de la planta (aunque la leña de pino no es valorada realmente), lo razonable es que sea, a lo sumo, un precio de tope para la misma.
3. Existen algunas intervenciones que son de mucho interés para el proyecto, principalmente a efectos de la prevención de incendios. Esto determina la necesidad de analizar tareas, como la remoción de ramas, que no son tareas habituales en nuestro país. Esto implica que no existen antecedentes ni costos de referencia.
4. No existe una conciencia del riesgo de incendios o la importancia de la silvicultura en muchos de los productores forestales locales. Por esta razón, difícilmente estén dispuestos a aportar capital en las intervenciones. Esto determina la necesidad de buscar puntos de equilibrio de implementación para algunas de las tareas como la extracción de ramas o el ordenamiento de macizos de regeneración natural.

Por estas razones, para entender el valor que posee cada materia prima, el estudio analizó las tareas y sus alcances, valores de referencia de intervenciones en sistemas similares y se utilizó la estructura de costos.

A fines comparativos se tuvieron en cuenta los costos de plantaciones fuera de la ley 25.080, ya que estas forestaciones no reciben el subsidio ofrecido por esta ley, los que distorsionan el precio real y la viabilidad de la intervención silvícola depende directamente de si se pueden afrontar los costos por parte de los productores. Los factores diferenciales que determinan los costos de las intervenciones son la dificultad del terreno de trabajo -pendiente y complejidad-, calidad de sitio, el volumen de madera a extraer y el porcentaje de la misma que es apta para aserrío.

Por comunicaciones personales y datos que arroja el mismo proyecto, las distintas intervenciones plantean valores de madera que se encuentran en el orden de 25 a 35 U\$S/ t. apilada a borde de camino.

El alcance del proyecto no cuantifica el costo de traslado desde los puntos de extracción, hasta el centro de gestión de residuos forestales (CeGReFo) ubicado en el Maitén (promedio 45 km), costo de acondicionamiento (homogenización) y luego el costo de traslado

hasta las usinas ubicadas en las localidades de Corcovado, Gualjaina y Paso de Indios a una distancia de 221 km, 164 km y 365 km, respectivamente.

Actualmente el costo de flete por 10 t. (volumen neto de traslado), asciende a \$ 2.000/ km recorrido. Para el caso de Paso de Indios, el material puesto en usina tendría un valor mínimo aproximado de \$ 730.000 por camión de 10 t., es decir \$ 73.000/t., sin incluir los costos de acondicionamiento que no fueron evaluados en el proyecto base.

El proyecto requiere un volumen de abastecimiento de las usinas de 22.000 t./año, distribuidas en 5 meses. Esto implica una logística de traslados y acopios en épocas donde las condiciones climáticas afecten lo menos posible la tarea, lo que representa 24 viajes por día, aproximadamente.

Energéticamente, como se presentó en la Tabla 17 (Rendimiento y composición de la fibra de cáñamo en comparación con otros cultivos de biomasa) los poderes caloríficos de ambos recursos no presentan diferencias significativas, por lo que, en la evaluación de rentabilidad en la generación de energía, se debe prestar atención en el costo de la materia prima puesta en el lugar.

Conforme lo anterior, de manera de poder analizar el costo de la materia prima de las usinas, se comparan los costos de producción de CI in situ y los costos de traslado del residuo leñoso, en la Tabla 26. Este análisis simple, no contempla los valores de acondicionamiento de los materiales energéticos de ambas alternativas, ya que no se cuenta con esa información.

**Tabla 26**  
*Comparación de costos de materia prima para usinas*

<b>Origen Materia prima para usinas</b>	<b>Costo/ t. (U\$S)</b>
Residuos Forestales	70,43
Producción CI in situ	56,87

Fuente: Elaboración propia

Si bien el costo de los residuos forestales es superior al de la producción del CI, debe mantenerse en mente el objetivo que persigue cada proyecto. En el caso de valoración de residuos forestales, el objetivo es reducir los costos de incendio y pérdida de biodiversidad y el de producción de CI, producir energía a través de biomasa, fitorremediación, reducción de carbono, principalmente. Por estas razones, la decisión de llevar adelante una u otra alternativa debe tener en cuenta la cuantificación de estas variables socio-ambientales.

### ***Cañamo Industrial: Potencialidades del Mercado De Carbono***

#### ***El cáñamo industrial califica para compensaciones de carbono***

El cáñamo (*Cannabis sativa*) es una planta con un gran potencial en el mercado de carbono debido a su capacidad para capturar y almacenar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera.

Lo interesante del cáñamo industrial es que sirve de puente entre los dos sectores emergentes de los créditos de carbono: la agricultura regenerativa y los biomateriales.

#### ***¿En qué parte de la cadena de valor creamos créditos de carbono?***

Todo comienza con el suelo, Las prácticas agrícolas sostenibles convergen con los beneficios del cáñamo industrial como cultivo de rotación. Con sus raíces profundas y su densidad de plantación superior, el cáñamo ofrece una captura óptima de carbono en el suelo.

Este es el punto de partida, pero no el final, a la hora de generar créditos de carbono altamente creíbles para potenciales clientes y el mercado abierto.

A continuación, se describen algunos aspectos clave que resaltan su potencial en este mercado:

### **1. El poder del cáñamo para secuestrar carbono**

El cáñamo es reconocido por su rápido crecimiento y su capacidad de absorber cantidades significativas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante su ciclo de crecimiento. En promedio, una hectárea de cáñamo puede secuestrar entre 10 y 22 toneladas de CO<sub>2</sub> por año, según la cantidad de ciclos de cosecha y el rendimiento agrícola general. En comparación, los bosques que capturan solo entre **2 y 6 toneladas**, dependiendo del tipo de árbol, la región, etc.

Este proceso de secuestro de carbono hace del cáñamo un cultivo excelente para reducir los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico. Además, el multipropósito del cáñamo tiene numerosas aplicaciones, desde textiles hasta materiales de construcción como el Hempcrete (hormigón de cáñamo en lugar de hormigón de alta emisión). La versatilidad junto esta capacidad de captación de CO<sub>2</sub> contribuyen a potenciar el desarrollo potencial de este cultivo.

#### **1. Biomasa y almacenamiento de carbono**

El cáñamo produce una gran cantidad de biomasa, tanto en sus tallos como en sus hojas. Esta biomasa puede ser utilizada para la producción de materiales sostenibles, como bioplásticos, textiles y materiales de construcción, que almacenan carbono durante su vida útil. Además, el cáñamo puede ser procesado para producir biocombustibles, lo que contribuye a reducir las emisiones de carbono en comparación con los combustibles fósiles.

#### **2. Mejora del suelo y secuestro de carbono**

El cultivo de cáñamo tiene beneficios adicionales para el suelo, como la prevención de la erosión y la mejora de la estructura del suelo. Además, sus raíces profundas ayudan a secuestrar carbono en el suelo, lo que contribuye a la reducción de los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

#### **3. Certificaciones y créditos de carbono**

El cáñamo puede ser integrado en programas de créditos de carbono, donde los agricultores y empresas pueden obtener certificados por la captura de CO<sub>2</sub>. Estos créditos pueden ser comercializados en mercados de carbono, proporcionando un incentivo económico para el cultivo de cáñamo y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles.

#### **4. Sustituto de materiales intensivos en carbono**

El cáñamo puede reemplazar materiales como el plástico, el hormigón y el algodón, que tienen una huella de carbono significativa. Por ejemplo, el cáñamo utilizado en la producción de materiales de construcción, como el "hempcrete" (hormigón de cáñamo), no solo almacena carbono, sino que también reduce la necesidad de materiales tradicionales que generan altas emisiones durante su producción.

#### **5. Potencial de expansión global**

El cáñamo es un cultivo versátil que puede crecer en una amplia variedad de climas y suelos. A medida que más países legalizan y regulan su cultivo, existe un potencial significativo para expandir su uso en proyectos de captura de carbono a nivel global.

### ***Cómo funcionan los créditos de carbono del cáñamo***

Los créditos de carbono del cáñamo representan el dióxido de carbono secuestrado mediante el cultivo de plantas de cáñamo.

A continuación, se ofrece una descripción simplificada del proceso:

- a. Cultivo y medición: El cáñamo se cultiva y su absorción de carbono se mide mediante MRV (Medición, reporte y verificación). Estos datos se verifican mediante estándares reconocidos de compensación de carbono.
- b. Certificación: Una vez verificado el secuestro de carbono, éste se certifica como créditos de carbono. Cada crédito representa una tonelada de CO2 retirada de la atmósfera.
- c. Comercio e inversión: los créditos certificados están disponibles para su compra por parte de empresas, gobiernos o personas que deseen compensar sus emisiones. Los compradores reciben documentación que detalla el impacto y la verificación de los créditos.

### ***Beneficios de invertir en créditos de carbono del cáñamo***

- Impacto ambiental: contribución directamente a reducir el CO2 atmosférico y a promover la agricultura sostenible.
- Oportunidades económicas: fortalecer el mercado del cáñamo, brindando incentivos económicos a los agricultores y apoyando una industria que fomenta las prácticas agrícolas ecológicas.
- Responsabilidad social corporativa (RSC): Las empresas que compran créditos de carbono pueden mejorar sus iniciativas de responsabilidad social empresarial (RSE), demostrando su compromiso con prácticas sostenibles.
- Cartera diversificada: para los inversores conscientes del medio ambiente, los créditos de carbono del cáñamo ofrecen una forma única de diversificar su cartera y, al mismo tiempo, contribuir positivamente a la acción climática.

### ***Estándar Global Para Medir, Reportar Y Monetizar El Secuestro De Carbono En El Cultivo De Cáñamo Industrial***

#### *Hemp Carbon Standard*

The Hemp Carbon Standard es un nuevo estándar de carbono para medir y reportar el secuestro de carbono en el cultivo de cáñamo.

Este innovador marco digital utiliza tecnología blockchain para establecer prácticas confiables de contabilidad e informes de carbono, lo cual beneficiará a los agricultores en su labor.

El modelo del Hemp Carbon Standard se basa en una nueva forma de medir, informar y verificar (MRV, por sus siglas en inglés). Utiliza datos de radar satelital respaldados por observaciones terrestres para medir de manera confiable el secuestro de carbono, lo cual ha sido un desafío en otros proyectos que emiten créditos de carbono. La cadena de bloques del Hemp Carbon Standard contiene todos los datos recopilados y proporciona una forma digital de asegurarse de que sean confiables y precisos.

El protocolo del Hemp Carbon Standard proporciona validación de datos en la red y utiliza un sistema georreferenciado para registrar los cultivos de cáñamo mediante la asignación de un token no fungible (NFT) único para cada proyecto. Además, la inteligencia

artificial (IA) está involucrada en el proyecto y se utilizará para monitorear el ciclo de crecimiento de cada cultivo desde el principio hasta el fin, lo cual asegura una mayor precisión en la medición del secuestro de carbono.

### **Desafíos y consideraciones**

A pesar de su potencial, el cáñamo enfrenta algunos desafíos en el mercado de carbono:

- **Regulaciones y estigma:** En algunos países, el cáñamo todavía está asociado con el cannabis psicoactivo, lo que puede limitar su adopción.
- **Infraestructura y procesamiento:** Se necesitan inversiones en infraestructura para procesar la biomasa de cáñamo de manera eficiente.
- **Certificación y medición:** Es necesario desarrollar metodologías estandarizadas para medir y verificar la captura de carbono del cáñamo.

En resumen, el cáñamo tiene un gran potencial en el mercado de carbono debido a su capacidad para capturar CO<sub>2</sub>, su versatilidad como materia prima sostenible y su capacidad para mejorar la salud del suelo. Con el apoyo de políticas adecuadas y la inversión en infraestructura, el cáñamo podría desempeñar un papel importante en la transición hacia una economía baja en carbono.

### **Acciones Participativas para la Formulación de Lineamientos Base para la Implementación de un Plan Estratégico Provincial del Cáñamo Industrial**

La primera consideración es establecer los agentes participantes del Plan Estratégico Provincial.

### **Matriz de actores involucrados en el Desarrollo de un Plan Estratégico Provincial del Cáñamo Industrial**

En la siguiente grilla, se enuncian los diferentes actores involucrados que pueden y deben contribuir en el desarrollo de la cadena de valor del CI:

	<b>Sector Publico</b>	<b>Sector Privado</b>	<b>Sector educativo/científico</b>	<b>Organizaciones de la sociedad civil</b>
<b>Provincial</b>	<b>Poder Ejecutivo Provincial</b>	Cámaras de Industrias	Universidad del Chubut	4 almas ONG
	Ministerio de Producción	Cámaras de comercio	Universidad Nacional San Juan Bosco	Green Valley
	Secretaria de Salud	Pymes		Terpenos del Sur. Asoc. Civil
	Ministerio de Seguridad y Justicia	Empresas Privadas		Green Side
	Instituto Provincial del Agua			Asoc. Y Coop. De productores Agropecuarios
	<b>Poder Legislativo Provincial</b>	Productores Agropecuarios		
<b>Nacional</b>	<b>Poder Judicial Provincial</b>			
	<b>Poder Ejecutivo Nacional</b>		UTN	
	Ministerio de Justicia		INTA	

Sector Publico	Sector Privado	Sector educativo/científico	Organizaciones de la sociedad civil
Misterio de economía		INTI	
<b>Organismos descentralizados</b>			
CONAL			
INASE			
SENASA			
ANMAT			

### ***Auditoría de Posicionamiento Estratégico (en el marco de la formulación de recomendaciones)***

El gobierno de la provincia de Chubut, en Argentina, ha mostrado interés en el desarrollo de la industria del cannabis, particularmente en el ámbito medicinal y terapéutico. Sin embargo, aún existe desconocimiento tanto en el ámbito privado como público sobre las virtudes y potencialidad del Cáñamo Industrial (Cannabis Sativa s.p).

Con este propósito, se procede a efectuar un análisis de situación, mediante una auditoría de posicionamiento estratégico aplicado a la cadena de valor de la producción de CI. La información utilizada es la que resulta del estudio estructural del sector efectuado a lo largo de los apartados anteriores, la cual permitirá ordenar aspectos internos y externos. Finalmente, se presentarán alternativas estratégicas con propuestas concretas para la ejecución de acciones colectivas que posibiliten convertir ventajas comparativas, en ventajas competitivas sustentables. A continuación, se presentan las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas que este equipo de trabajo considera como principales y que influyen en la capacidad para impulsar el sector del CI en la provincia.

#### **Fortalezas (F):**

##### **1. Marco legal favorable:**

Argentina cuenta con una ley nacional (Ley 27.350) que regula el uso medicinal del cannabis, lo que permite a las provincias desarrollar proyectos relacionados con su cultivo, investigación y producción. Chubut aprovecha este marco legal para impulsar iniciativas locales y promulgó la Ley I N° 702, que da lugar a la creación del Programa de Cultivo y Producción de Cannabis para Fines Científicos, y/o Terapéuticos, como así, la Ley N°198/24 que garantiza el acceso al cannabis para fines medicinales.

En términos normativos vinculados al desarrollo del cannabis, Chubut hoy se pone a la vanguardia de las leyes que tiene que ver con el uso de cannabis medicinal, con el registro de usuarios y con la comercialización de productos derivados de cannabis para la salud, así como para la industrialización del cáñamo, que se utiliza para fibras textiles y para la construcción. Es de destacar que es una ley que provino de muchos sectores políticos divergentes y sociales que apoyaron la iniciativa.

En este sentido, Chubut vuelve a ser una provincia pionera en materia de cannabis, con un antecedente en 2015, en la cual se convirtió en la primera provincia en incluir en el

vademécum de las patologías que cubría la obra social de Chubut el aceite de charlotte que contiene CBD.

Chubut cuenta con un consenso unánime de los diferentes partidos para avanzar en materia de cannabis.

Por otro lado, el gobierno prevé la creación de la Agencia Chubutense de Cáñamo Industrial y Cannabis Medicinal (ACCICANN), que se encargará de supervisar la producción y comercialización de la planta fijando la cadena productiva en la provincia.

Además, se creará el Consejo Asesor de la ACCICANN que contará con 7 miembros en representación de la Agencia reguladora de Chubut, del Ministerio de Producción provincial, de la Secretaría de Salud, de las universidades, de los productores locales, del CENPAT – CONICET y otro miembro en representación del Ministerio de Seguridad.

## **2. Diversificación de la producción, gran disponibilidad de tierras y adecuada localización geográfica, cercana a centros productivos y rutas**

### **3. Interés en el desarrollo económico y diversificación de la actividad económica.**

El gobierno provincial ha mostrado interés en diversificar la economía, con énfasis en la modificación de la matriz energética y balance de matriz comercial con impulso del mercado internacional. En este sentido, ha visto en el cannabis medicinal, como antecedente más cercano, una oportunidad para generar nuevas fuentes de ingresos y empleo, especialmente en regiones con desafíos económicos. En el caso del CI, el desarrollo del cultivo ofrece oportunidades de procesamiento de todas sus partes y contribuye a regenerar el suelo, superando las grandes limitaciones de regiones con condiciones marginales para otro tipo de producciones agropecuarias.

### **4. Colaboración con instituciones:**

El gobierno promueve la colaboración con universidades, centros de investigación y empresas privadas para desarrollar proyectos de investigación y producción de cannabis medicinal, que podría ser extensible al cáñamo industrial, lo que fortalecería el ecosistema local.

## **Limitaciones (L):**

### **1. Falta de infraestructura especializada:**

Chubut puede carecer de la infraestructura necesaria para el cultivo, procesamiento y distribución del cultivo como de los derivados a gran escala. Esto requeriría inversiones significativas en tecnología y logística en un marco normativo previsible.

### **2. Regulaciones complejas:**

Aunque existe un marco legal nacional, las regulaciones específicas para el cultivo y la producción de cannabis es aun compleja y existen actualmente complejidades burocráticas, lo que podría retrasar el desarrollo de proyectos. Así mismo, Chubut carece de coordinación interministerial para el tratado de iniciativas innovadoras productivas que requieren del tratamiento de normativas de múltiple incumbencia. Normativa obsoleta.

### **3. Falta de conocimiento local:**

La industria del cannabis medicinal y más aún la del CI es relativamente nueva en Argentina, y Chubut puede carecer de profesionales capacitados y experiencia local en este sector, lo que dificultaría su desarrollo inicial.

#### **4. Recursos financieros limitados:**

Chubut enfrenta desafíos económicos, y es posible que el gobierno provincial no cuente con los recursos necesarios para invertir en proyectos de cannabis sin apoyo del gobierno nacional o mediante la atracción de inversores privados.

#### **5. Estigma social y deficientes capacidades de comercialización internacional:**

Aunque el cannabis medicinal ha logrado mayor aceptación social, persisten resistencias culturales hacia el cultivo de cáñamo asociadas a desconocimiento sobre sus usos no psicoactivos. Este estigma podría generar tensiones con sectores agropecuarios tradicionales, cuyas prácticas se centran en cultivos históricos como cereales y leguminosas -destinados a alimentación animal o mercados locales-. La transición hacia nuevos modelos productivos enfrenta el desafío de conciliar innovación con arraigadas dinámicas territoriales.

A esto se suma una limitada experiencia en comercio exterior agroindustrial, donde solo las cerezas poseen trayectoria internacional consolidada. La incipiente cadena del cáñamo carece de antecedentes en mercados globales, dependiendo actualmente de capitales externos al sector primario para su desarrollo. Esta situación plantea retos en la construcción de capacidades logísticas y comerciales autóctonas, necesarias para garantizar una inserción sostenible en cadenas globales de valor.

### **Oportunidades (O)**

#### **1. Atraer inversiones**

El gobierno de Chubut podría buscar alianzas con empresas privadas (especialmente, semilleras para el desarrollo de variedades aptas para suelos marginales) y organizaciones internacionales para financiar proyectos de cannabis medicinal.

#### **2. Capacitación y educación**

Efectuar alianzas con instituciones pioneras en el desarrollo del cultivo como el INTA, para formar profesionales en el cultivo y procesamiento de CI, a partir de ensayos experimentales.

#### **3. Promoción de investigación**

Fomentar la investigación científica en colaboración con universidades, centros científicos y tecnológicos y centros de salud para desarrollar productos de alta calidad y fundamentar la trazabilidad de la producción, así como de los beneficios ambientales.

#### **4. Demanda creciente**

Existe una demanda creciente de productos derivados del CI para uso medicinal, textil, alimenticio y ambiental (bonos de carbono) tanto a nivel nacional como internacional. Chubut podría posicionarse como un proveedor clave en este mercado emergente.

#### **5. Comunicación y sensibilización**

Trabajar en campañas de sensibilización para reducir el estigma social y promover los beneficios del CI.

## **Amenazas (A)**

### **1. Proliferación y crecimiento del cultivo en otras provincias:**

Salta, Buenos Aires y Neuquén, entre otras provincias, ya han avanzado en el desarrollo del CI. Las mismas cuentan con ubicaciones agroecológicas de mejores aptitudes, pudiendo ocurrir una polarización de la producción, así como fomentos para el desarrollo de esta actividad.

### **2. Barreras legales**

La fragilidad del desarrollo de la producción e industrialización del CI, así como de la atención de la demanda está asociada a cuestiones legales y permisos de producción que generan barreras arancelarias y no arancelarias.

### **3. Acceso a financiamiento y crédito**

## ***Desafíos para el desarrollo de la cadena de valor e Industria del Cáñamo Industrial***

La implementación de un Plan Estratégico de desarrollo de cáñamo en la Provincia de Chubut enfrenta diversos desafíos, especialmente en el contexto de la Innovación y Competitividad (IC).

En resumen, aunque Chubut tiene potencial para desarrollar la industria del cannabis medicinal, debe superar desafíos relacionados con la infraestructura, regulaciones y recursos para aprovechar plenamente esta oportunidad.

A partir de la información de los diferentes apartados y del análisis FODA, a continuación, se presenta una propuesta, definiendo una visión, objetivo, posicionamiento deseado, estrategias y objetivos cuantitativos para los horizontes de corto, mediano y largo plazo.

### *Visión*

Ser líder nacional en la producción sostenible e innovadora de cáñamo, reconocida por su calidad, competitividad y contribución al desarrollo económico y ambiental de la Patagonia.

### *Misión*

Desarrollar la cadena de valor competitiva y sostenible del CI en Chubut, basada en la innovación, la inclusión social y la preservación del medio ambiente, posicionando a la provincia como referente en el sector a nivel nacional e internacional."

### *Posicionamiento Deseado*

Nacional: Provincia pionera en la producción de cáñamo con enfoque sostenible y de alto valor agregado y proveedor internacional confiable de productos de calidad premium, con certificaciones ambientales y sociales.

### *Integración Productiva: Estrategias sectoriales*

La integración productiva del cáñamo en Chubut emerge como una necesidad estratégica para dinamizar la economía provincial, impulsando cadenas de valor innovadoras y sostenibles, haciendo uso de toda su capacidad instalada actual y la potencial a desarrollar. La provincia apuesta a consolidar un modelo que combina ciencia aplicada, sostenibilidad ambiental y participación multisectorial, posicionándose como un referente en la industria del cáñamo de alto potencial a nivel nacional e internacional.

Para ello deberá plantear una serie de estrategias de alcance transversal y sectorial, potenciales para generar agregado de valor a la expresión del potencial productivo en la región.

#### **a- Política de Desarrollo de un ecosistema científico-tecnológico**

Chubut deberá construir capacidades técnicas y de investigación en torno al cáñamo, con instituciones como CONICET-CENPAT, INTI, INTA y la UNPSJB, liderando proyectos en adaptación y desarrollo de genética vegetal adaptada a las condiciones locales de producción y según el destino de aplicación. Estos avances permitirán desarrollar variedades adaptadas al clima marginal, y optimizar procesos como la extracción de cannabinoides, asegurando estándares de calidad para productos farmacéuticos y nutracéuticos, la producción de biomasa vinculada a condiciones de manejo del cultivo diferenciales, como lo es el riego, entre otras. La sinergia entre el sector público y empresas privadas facilita la transferencia tecnológica y la creación de desarrollos, atrayendo en principio inversiones en biotecnología.

#### **b- Economía circular y diversificación industrial**

El cáñamo se proyecta como un recurso multipropósito que integra cadenas como la textil, la construcción y la alimentación. Iniciativas como el Cordón del Cáñamo en Lago Puelo promueven el uso integral de la planta: fibras para textiles y bioplásticos, celulosa para materiales de construcción, semillas para alimentos funcionales y biomasa residual para compostaje o biocombustibles. Este modelo reduce la dependencia de monocultivos, regenera suelos mediante prácticas agroecológicas y contribuye a la mitigación del cambio climático a través de la captura de CO<sub>2</sub>. Además, abre oportunidades en mercados emergentes, como bonos de carbono o materiales de bajo impacto ambiental.

#### **c- Capacitación y fortalecimiento de actores locales**

Programas de formación técnica y empresarial deberán empoderar a pequeños productores y PYMES para incorporar el cáñamo en sus actividades. Estos incluyen capacitaciones en cultivo sostenible, procesamiento primario (desfibrado, extracción de aceites) y comercialización, con apoyo de cooperativas como Patagonian C LTDA, quien actualmente promueve del desarrollo del Cáñamo en la provincia del Chubut.

La estrategia deberá también fomentar alianzas intersectoriales, como la incorporación de subproductos del cáñamo en la alimentación animal o su integración con la industria textil, generando sinergias que diversifican ingresos y reducen riesgos económicos.

***d- Articulación público-privada y marco regulatorio***

La colaboración entre el gobierno provincial, municipios y ARICCAME (Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo) permitirá crear un entorno normativo ágil, con ventanillas únicas para licencias y fiscalización local. Esto evita la centralización burocrática en Buenos Aires y facilita la radicación de empresas. Proyectos piloto en municipios como Trelew priorizan aplicaciones territoriales específicas: desde el uso de cáñamo en la restauración de suelos ganaderos hasta la producción de fibras para la industria textil patagónica.

***e- Proyección comercial y sostenibilidad ambiental***

Chubut deberá, una vez consolidado y validado resultados productivos potenciales, avanzar hacia la producción a escala, integrada a esquemas de producción actuales y desarrollo de nuevas áreas enfocadas en producción industrial de derivados de alto valor, como aceites medicinales certificados y fibras técnicas. La trazabilidad y los análisis de contaminantes garantizan cumplimiento con normativas internacionales, clave para acceder a mercados premium en Europa y Norteamérica. Paralelamente, se explorará el turismo agroindustrial y científico, mostrando modelos de agricultura regenerativa que refuerzan la identidad patagónica como destino sostenible.

***f- Innovación en sostenibilidad ambiental***

El cáñamo se deberá posicionar como una herramienta clave en la regeneración de suelos degradados y la mitigación del cambio climático. Creación de programas que tengan como objetivo la utilización del cáñamo para restaurar áreas afectadas por incendios, reemplazando monocultivos de pino y aplicando técnicas de fitorremediación para descontaminar suelos, por ejemplo, de la actividad petrolera o suelos degradados de la actividad agropecuaria.

***g- Capacitación y financiamiento federal***

Se deberá implementar programas de formación en cultivo sostenible y procesamiento primario, respaldados por la Secretaría de Ciencia y Tecnología, como así, el Ministerio de Producción de la Provincia que ofrezca financiamiento para proyectos de investigaciones en usos terapéuticos, agronómicos e industriales del cáñamo.

Mediante la articulación de acciones de cooperación Internacional, se deberá gestionar y acceder a fondos internacionales para proyectos de innovación y desarrollo aliado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Estas iniciativas buscan vincular al sector científico con actores locales, como municipios y ONGs, para impulsar desarrollos con impacto social y ambiental.

***h- Promoción de sus ventajas competitivas***

La provincia de Chubut posee ventajas competitivas en su sector agropecuario que se sustentan en sus condiciones naturales, políticas públicas, y estrategias de diferenciación, que deben ser promovidas enfáticamente. Recursos naturales y geográficos únicos; Valles

irrigados y suelos fértiles, disponibilidad agua para riego segura, estabilidad climática; Disponibilidad de energía y capacidad de generar para el desarrollo de una industria regional; condiciones sanitarias; conexiones logísticas nacionales e internacionales por vía terrestre, marítima y aérea; Marca Patagonia, etc.

En conjunto, estas estrategias y políticas inclusivas buscaran transformar al cáñamo en un eje transversal del desarrollo provincial, equilibrando innovación, inclusión socioeconómica y cuidado ambiental. El éxito dependerá de mantener una gobernanza participativa que integre a comunidades locales, científicos y emprendedores en una visión compartida de crecimiento responsable.

#### ***i- Alianzas estratégicas***

Establecer acuerdos con empresas líderes en el sector a nivel global. Las alianzas estratégicas han desempeñado un papel crucial en el desarrollo del cáñamo industrial, impulsando su crecimiento en diversos sectores como la agricultura, la bioenergía, la construcción y la fabricación de productos sostenibles. A continuación, se presentan algunos ejemplos destacados de estas colaboraciones y su impacto en la industria:

1. Honeywell y SGP BioEnergy: Innovación tecnológica para bioplásticos y productos químicos. Honeywell, líder en innovación tecnológica, y SGP BioEnergy, especializada en bioenergía, han formado una alianza para desarrollar tecnología de conversión a gran escala del cáñamo industrial en bioplásticos y productos químicos. Este proyecto busca reducir la dependencia de los combustibles fósiles y promover una economía circular.

Además, el programa "READY.GROW." de SGP BioEnergy promueve el cultivo de cáñamo en tierras inactivas, generando empleos y revitalizando comunidades rurales.

2. MasVerde y Davis Farms of Oregon: Mejora genética y sostenibilidad. MasVerde, una empresa costarricense, colabora con Davis Farms of Oregon para mejorar la genética del cáñamo, desarrollando semillas adaptadas a diversas condiciones climáticas y maximizando el rendimiento de los cultivos.

3. Green & Growth y Nobis Holding: Primer cultivo de cáñamo en Ecuador. Green & Growth, en colaboración con Nobis Holding y la Latin American Industrial Hemp Association (LAIHA), ha iniciado el primer proyecto de cultivo y procesamiento de cáñamo industrial en Ecuador. La inversión inicial es de USD 10 millones, con planes de expansión a partir de 2025.

4. Tangho y Healthy Grains: Procesamiento de fibra de cáñamo en Paraguay. Tangho, especializada en tecnología aplicada a fibras naturales, y Healthy Grains han unido fuerzas para instalar una fábrica de procesamiento de cáñamo en Paraguay. El proyecto abarcará 100.000 hectáreas de cultivo y se enfocará en la producción de descortezados, proteínas y cannabinoides.

#### ***j- Difusión y marketing***

Desarrollar la marca "Cáñamo de Chubut" y promoverla en ferias y eventos nacionales e internacionales.

#### ***k- Monitoreo y evaluación***

Implementar un sistema de seguimiento continuo para medir el avance de los objetivos.

Estos avances no solo diversifican la matriz productiva provincial, sino que también establecen un modelo replicable para otras regiones, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

### *Objetivos Generales*

1. Fomentar la innovación tecnológica y la investigación aplicada al cultivo y procesamiento del cáñamo. (combina F4 y L3)
2. Articular acciones público-privada para el desarrollo de infraestructura y acceso a mercados (F2, L1y4)
3. Desarrollar la cadena de valor de CI del Chubut sostenible.
4. Fortalecer las capacidades locales a través de la capacitación y transferencia de conocimientos.
5. Establecer un marco regulatorio claro y favorable para el desarrollo del sector.

### *Horizonte de planeamiento para el cumplimiento de objetivos*

- *Corto Plazo (Horizonte 2026 -2027)*

1. Articulación institucional: celebración de convenios de cooperación institucional (científico-tecnológico-productivo) que apunten a iniciar evaluaciones de diferentes variedades de cáñamo para evaluar parámetros productivos y propiedades de sus derivados para entender el impacto real que puedan llegar a producir en aquellas industrias que elijan migrar hacia el uso de este cultivo.
2. Cultivo: validaciones de resultados en diferentes latitudes del país, en la provincia en busca de variedades aptas para nuestros ecosistemas.
3. Capacitación: Capacitar a productores y técnicos en técnicas de cultivo y procesamiento de cáñamo.
4. Investigación\*: Establecer programas de investigación aplicada en colaboración con universidades y organismos técnicos.
5. Regulación: Adecuar el marco regulatorio provincial del cannabis con fines medicinales a la investigación, cultivo, industrialización y comercialización de cáñamo, como de sus derivados.
6. Mercado: Desarrollar localmente al menos 3 proyectos a nivel ejecutivo en la que implementen cáñamo con valor agregado (textiles, alimentos, cosméiniciaticos, etc.).

- *Mediano Plazo (Horizonte 2025 - 2030)*

1. Cultivo: Expandir el área cultivada a 1,500 hectáreas.
2. Empleo: Generar 1,000 empleos directos e indirectos en la cadena de valor del cáñamo.
3. Exportación: Exportar productos de cáñamo a al menos 3 mercados internacionales.
4. Sostenibilidad: Certificar el 50% de la producción bajo estándares de sostenibilidad ambiental.
5. Innovación: Desarrollar 10 nuevos productos innovadores derivados del cáñamo.

- *Largo Plazo (Horizonte 2035)*

1. Cultivo: Alcanzar 5,000 hectáreas dedicadas al cultivo de cáñamo.
2. PIB: Contribuir con al menos el 5% del PIB agrícola provincial.
3. Mercado: Posicionar a Chubut como el principal exportador de cáñamo de Argentina.
4. Sostenibilidad: Lograr que el 100% de la producción cumpla con estándares de sostenibilidad ambiental y social.
5. Innovación: Establecer un clúster de innovación en cáñamo, con al menos 20 empresas y 5 centros de investigación asociados.

La definición de una visión clara, objetivos cuantificables y estrategias concretas permitirá a Chubut superar los desafíos de la innovación y competitividad en el sector del cáñamo. Con un enfoque participativo y sostenible, la provincia puede posicionarse como un referente nacional e internacional en la producción y comercialización de productos derivados del cáñamo, contribuyendo al desarrollo económico, social y ambiental de la región.

### ***Programas Centrales del Plan Estratégico Provincial del CI***

El desarrollo de un plan estratégico para el cáñamo (hemp) requiere un enfoque estructurado que aborde aspectos como la producción, procesamiento, comercialización, regulación y sostenibilidad. A continuación, te presento un programa general que puede servir como guía para desarrollar un plan estratégico efectivo:

#### **1. Observatorio del Cáñamo: Análisis de Mercado y Oportunidades**

##### a. Investigación de mercado:

- Identificar tendencias globales y locales en la industria del cáñamo.
- Analizar la demanda de productos derivados del cáñamo (fibra, semillas, CBD, etc.).
- Estudiar a la competencia y los mercados potenciales.

##### b. Segmentación del mercado:

- Definir los nichos de mercado (alimentación, textiles, construcción, cosméticos, salud, etc.).

##### c. Regulaciones y normativas:

- Revisar las leyes locales e internacionales sobre el cultivo, procesamiento y comercialización del cáñamo.

##### d. Definición de Objetivos Estratégicos

- Establecer metas claras y medibles a corto, mediano y largo plazo. Por ejemplo:
  - o Aumentar la producción de cáñamo en un X% en los próximos 5 años.
  - o Desarrollar X productos innovadores derivados del cáñamo.
  - o Posicionar la marca en X mercados internacionales.

##### e. Financiamiento y Viabilidad Económica

###### Presupuesto:

- Estimar los costos de inversión inicial y operativos.

##### f. Fuentes de financiamiento:

- Buscar opciones de financiamiento (bancos, inversores, fondos gubernamentales).

##### f. Análisis de rentabilidad:

- Realizar proyecciones financieras para evaluar la viabilidad del proyecto.

## **2. Programa de Producción y Cadena de Suministro**

### a. Selección de variedades de cáñamo:

- Elegir las variedades adecuadas según el clima, suelo y uso final (fibra, semillas, CBD).
- Tecnología y equipos:
- Invertir en maquinaria para la siembra, cosecha y procesamiento.

### b. Cadena de suministro:

- Establecer alianzas con proveedores y distribuidores.
- Optimizar la logística para reducir costos y tiempos.

## **3. Programa para la Innovación y Desarrollo de Productos**

- Investigación y desarrollo (I+D):
- Colaborar con universidades, centros de investigación y startups.
- Innovar en productos derivados del cáñamo (bioplásticos, materiales de construcción, etc.).
- Certificaciones:
- Obtener certificaciones orgánicas, de calidad o de sostenibilidad para diferenciar los productos.

## **4. Estrategia de Comercialización y Marketing**

### a. Posicionamiento de marca:

- Crear una identidad de marca sólida que resalte los beneficios del cáñamo.

### b. Canales de distribución:

- Identificar los mejores canales (online, minoristas, mayoristas, exportación).

### c. Promoción:

- Utilizar redes sociales, ferias comerciales y eventos para dar a conocer los productos.

### d. Educación del consumidor:

- Informar sobre los beneficios del cáñamo para romper estigmas y aumentar la aceptación.

## **5. Sostenibilidad y Responsabilidad Social**

### a. Prácticas sostenibles:

- Implementar técnicas de cultivo ecológico y uso eficiente de recursos.

### b. Impacto social:

- Generar empleo en comunidades rurales.
- Colaborar con organizaciones locales para promover el desarrollo comunitario.

## ***Lineamientos base para la implementación de un Plan Estratégico***

La formulación de lineamientos base para la implementación de un Plan Estratégico de desarrollo de cáñamo Industrial en la Provincia de Chubut, requiere un enfoque participativo que involucre a diversos actores clave, incluyendo a productores, comunidades

locales, instituciones gubernamentales, académicos, empresas y organizaciones no gubernamentales. A continuación, se presentan acciones participativas que pueden ser implementadas para garantizar un proceso inclusivo y efectivo:

### **1. Conformación de un Comité Multisectorial**

**Objetivo:** Establecer un grupo representativo que guíe el proceso de formulación del plan.

**Acciones:**

- Identificar y convocar a representantes de los sectores productivo, académico, gubernamental y comunitario.
- Definir roles y responsabilidades dentro del comité.
- Establecer un cronograma de reuniones y actividades.

### **2. Talleres de Diagnóstico Participativo**

**Objetivo:** Identificar las necesidades, oportunidades y desafíos relacionados con el desarrollo del cáñamo en la provincia.

**Acciones:**

- Realizar talleres en diferentes localidades de Chubut para recoger perspectivas locales.
- Utilizar metodologías participativas como mapas mentales, análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) y lluvias de ideas.
- Documentar y sistematizar los resultados de los talleres.

### **3. Encuestas y Consultas Públicas**

**Objetivo:** Recopilar información cuantitativa y cualitativa de una amplia base de actores.

**Acciones:**

- Diseñar y distribuir encuestas tanto en formato físico como digital.
- Realizar consultas públicas a través de plataformas en línea y reuniones presenciales.
- Analizar y presentar los resultados de las encuestas y consultas.

### **4. Mesas de Trabajo Temáticas**

**Objetivo:** Profundizar en aspectos específicos del desarrollo del cáñamo.

**Acciones:**

- Organizar mesas de trabajo sobre temas como legislación, tecnología, mercado, sostenibilidad y capacitación.
- Invitar a expertos y actores clave a participar en las discusiones.
- Elaborar informes con recomendaciones específicas para cada tema.

### **5. Visitas de Campo y Giras de Aprendizaje**

**Objetivo:** Conocer experiencias exitosas y buenas prácticas en el cultivo y procesamiento de cáñamo.

**Acciones:**

- Organizar visitas a regiones o países con experiencia en el desarrollo del cáñamo.
- Facilitar el intercambio de conocimientos entre productores locales y expertos.

- Documentar las lecciones aprendidas y aplicarlas al contexto de Chubut.

## **6. Foros y Seminarios**

**Objetivo:** Difundir información y fomentar el diálogo entre los actores involucrados.

**Acciones:**

- Organizar foros y seminarios con la participación de expertos nacionales e internacionales.
- Promover la discusión abierta y el intercambio de ideas.
- Publicar las memorias de los eventos para su difusión.

## **7. Plataforma de Participación Digital**

**Objetivo:** Facilitar la participación continua y el seguimiento del proceso.

**Acciones:**

- Crear una plataforma en línea donde los actores puedan compartir información, documentos y opiniones.
- Implementar herramientas de votación y comentarios para la toma de decisiones.
- Mantener actualizada la plataforma con avances y resultados del proceso.

## **8. Elaboración de Documentos Base**

**Objetivo:** Consolidar los insumos recogidos en un documento base para el plan estratégico.

**Acciones:**

- Redactar un borrador del plan estratégico con los lineamientos propuestos.
- Realizar revisiones y ajustes basados en los comentarios y sugerencias de los actores.
- Presentar el documento final para su aprobación y adopción.

## **9. Validación y Socialización del Plan**

**Objetivo:** Asegurar que el plan refleje las necesidades y expectativas de los actores involucrados.

**Acciones:**

- Organizar reuniones de validación con los diferentes sectores.
- Socializar el plan a través de medios de comunicación, redes sociales y eventos públicos.
- Distribuir copias del plan en formatos accesibles (digital e impreso).

## **10. Seguimiento y Evaluación Participativa**

**Objetivo:** Monitorear la implementación del plan y realizar ajustes necesarios.

**Acciones:**

- Establecer un sistema de seguimiento con indicadores claros y metas específicas.
- Realizar evaluaciones periódicas con la participación de los actores involucrados.
- Ajustar el plan estratégico en función de los resultados y nuevas necesidades.

## Bibliografía

Adesina I, Bhowmik A, Sharma H, Shahbazi A (2020) A review on the current state of knowledge of growing conditions, agronomic soil health practices and utilities of hemp in the United States. *Agriculture* 10:129. <https://doi.org/10.3390/agriculture10040129>

Altman AW, Kent-Dennis C, Klotz JL, McLeod KR, Vanzant ES y Harmon DL. 2024. Utilizing industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) by-products in livestock rations. *Animal Feed Science and Technology* 307:115850.

Argentina. (7 noviembre 2024)

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/chubut\\_-\\_cadenas\\_de\\_valor.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/chubut_-_cadenas_de_valor.pdf)

Bio4 Argentina. (16 noviembre 2024). <https://www.bio4.com.ar/productos/proceso-productivo/>

Bottaro, O., Rodríguez Jáuregui, H. A. y Yardin, A. (2019). El comportamiento de los costos y la gestión de la empresa. 2ª Ed. Ed. Buyatti

Casas, X. A., & Rieradevall I Pons, J. (2005). Environmental analysis of the energy use of hemp - Analysis of the comparative life cycle: Diesel oil vs. hemp-diesel. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 4(2), 133-139.

CENSO 2022. [https://censo.gob.ar/index.php/datos\\_definitivos\\_chubut/](https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_chubut/) (Fecha de consulta: 16/11/2024)

Centro de información agroclimática. (9 diciembre 2024)

[https://heladas.agro.uba.ar/esquel\\_aero\\_0.htm](https://heladas.agro.uba.ar/esquel_aero_0.htm).

Centro de Información Agroclimática y Ambiental (9 diciembre 2024): <https://ciag.agro.uba.ar/>.

Ceapoiu, N. (1958). Cînepa - Studiu monografic. [Hemp - monographic study.] Ed. Acad. R.P.R. Bucuresti, Romany. [Traducción I. Bòcsa] Cosentino, S. L., Testa, G., Scordia, D. & Copani, V. (2012). Sowing time and prediction of flowering of different hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes in southern Europe. *Industrial Crops and Products* 37, 20– 33.

Cómo el Cultivo de Cáñamo Impulsa la Agricultura Regenerativa. Entrevista a Delvechia, Ignacio, Embajador de la LAIHA (Asociación Latinoamericana de Cáñamo Industrial) en Argentina y Business Development Manager de Enviroseed.. The Pod Cast (diciembre 2024). <https://youtu.be/KEKcNezrAI?si=EbErDEN-kygTZ1-0>

Cunha-Callado, A. A. y Cunha-Callado, A. L. (1999). Custos: umdesafio para a gestão no agronegócio. En: Anais VI Congresso Brasileiro de Custos, São Paulo, SP, Brasil, 29 de junho a 2 de julho de 1999.

Cunha-Callado, A.A. (2005). *Agronegócio*. 4ª Ed. Atlas.

Danvel, Miguel M. Davel, M, Alonso, Virginia Alonso, Zacconi, Gabriel, Marcuzzi, Ezequiel A. Marcuzzi, Huisca, Cristian, Morelli Meloni, Pablo (2020). Manual N° 21 // Mapas de aptitud agrícola y Forestal. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). ISSN 1514-2256.

Dhakal, M. Lapham, C. Ghale, A. y Smith, A (12 octubre 2023). Cultivo de cáñamo industrial como cultivo comercial orgánico. <https://rodaleinstitute.org/es/ciencia/art%C3%ADculos-y-publicaciones/Cultivo-de-c%C3%A1%C3%B1amo-industrial-como-cultivo-comercial-org%C3%A1nico/>

Fassio, A., Rodriguez, M.J. y Ceretta, S. (2013) Cáñamo (*Cannabis sativa* L.) INIA Boletín de Divulgación N° 103. 88 p. ISSN 1510-7396. Disponible en:

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3573/1/bd-103-2013.pdf>. Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2024.

Fernández M.V., Arquero D., Davel M. 2015. Diagnóstico de la situación socio-productiva de los campesinos o propietarios con disponibilidad de tierras potenciales para el establecimiento de plantaciones bajo riego. Capítulo 1 del Informe final del proyecto “Bases para un plan de desarrollo forestal con salicáceas en un sector del valle superior del río Chubut”.

Finnan, J. y Styles, D. (2013). Hemp: A more sustainable annual energy crop for climate and energy policy, *Energy Policy*, Volume 58, 2013, Pages 152-162, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.02.046>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513001523>)

González, Cynthia C, Llorens Magdalena y Calderón Daniela Anabel (2018) principales impactos esperados y actividades de adaptación propuestas frente al cambio global para el centro-norte del Chubut, Patagonia Argentina. *Naturalia Patagónica* Vol. 11 (p. 43 – 58). Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. ISSN 2591- 6653. Disponible en: <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/naturalia/wp-content/uploads/2018/12/Naturalia-Patag%C3%B3nica-Vol-11-2018.pdf>

Gorchs G, Lloveras J, Serrano L, Cela S (2017) Hemp yields and its rotation effects on wheat under rainfed mediterranean conditions. *Agron J* 109:1551–1560. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0676>

Hemp Gazette (s.f.). Otros usos agrícolas del cáñamo industrial. <https://hempgazette.com/industrial-hemp/agricultural-uses-hemp/>

HEMP-it - PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE SEMILLAS DE CÁÑAMO INDUSTRIA (16 noviembre 2024). <https://www.hemp-it.coop/es/hemp-it/>

Hemp Today en español (17 abril 2023). Un estudio del USDA muestra que la torta de semillas de cáñamo es una «alternativa viable» para la alimentación del ganado. <https://hemptoday.net/es/un-estudio-del-usda-muestra-que-la-torta-de-semillas-de-canamo-es-una-alternativa-viable-para-la-alimentacion-del-ganado/>

Horngren, C., Datar, S. y Rajan, M. (2012). *Contabilidad de Costos. Un enfoque gerencial*. Pearson.

Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants National Research Institute (10 noviembre 2024). <https://www.polishhempprogram.com/#hemp-varieties>

Industrial Hemp Solutions (16 noviembre 2024). <https://ihempolutions.com/es/industria/>

Informe Productivo Provincial - AÑO 7 - N° 40 - junio 2022 - ISSN 2525-023X - Ministerio de Economía

Instituto Geográfico Nacional (IGN) (16 noviembre 2024). <https://www.ign.gob.ar/>

Irisarri, J. and M. Mendía. 1988. Estudio de suelos a nivel de reconocimiento con fines de riego en ocho áreas preseleccionadas. Cuenca del río Chubut. Areas de Tecka, Gualjaina, Fofó Cahuel, Paso del Sapo, Gorro Frigio, Paso de Indios, Las Ruinas y Los Mártires. Consejo Federal de Inversiones (CFI) - Facultad de Ciencias Agrarias (UNC). Volumen 1 y II.

Kołodziej, J., Pudelko, K., & Mańkowski, J. (2023). Energy and Biomass Yield of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) as Influenced by Seeding Rate and Harvest Time in Polish Agro-Climatic Conditions. *Journal of Natural Fibers*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2159609>

Laya, H. 1981. Formulación de un plan integral de manejo hídrico para el valle inferior del río Chubut. Levantamiento semidetallado de Suelos. Consejo Federal de Inversiones (CFI) - Provincia del Chubut. Convenio VIRCH. Volumen 1 y II. 340 pp.

Mallo, C., Kaplan, R.S., Meljem, S. y Giménez, C. (2000). Contabilidad de costos y estratégica de gestión. Universidad Carlos III de Madrid-Prentice Hall.

Merfield, C.N. (1999, noviembre). Industrial Hemp and its Potential for New Zealand. Un reporte para el Curso de Liderazgo Rural de Kellogg de 1999

Miranda, M.F. (1975). Análisis de la industria de fibras sintéticas en la provincia de Chubut. Biblioteca Consejo Federal de Inversiones Provincia de Chubut.

Mohamed N y House JD. 2024. Safety and efficacy of hemp-derived products in animal feeds– A narrative review. Canadian Journal of Animal Science 00:1–21.

Mora, Francisco. (2019). Aptitud agroclimática del territorio argentino para el cultivo de cáñamo (*Cannabis sativa*) y la producción de principios activos de interés medicinal. (Tesis de Maestría. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.). Recuperado de [https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis\\_n6888\\_Mora](https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n6888_Mora)

Observatorio de Cannabis (10 de enero 2025). Universidad Nacional de José C. Paz (UNPAZ). <https://observatoriocannabis.unpaz.edu.ar/sites/default/files/mapeo.pdf>

Osorio, O. (1992). La capacidad de producción y los costos. 2ª Ed. Ed. Macchi.

Osorio, O. (1995). Los costos y las decisiones en agricultura una actividad olvidada. En: II Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos – Campinas, SP, Brasil, 16 a 20 de outubro de 1995.

Página 12 (16 julio 2021). Beneficios de la ley que regulará su producción Cannabis: una industria que creará empleo y aportará divisas. <https://www.pagina12.com.ar/355109-cannabis-una-industria-que-creara-empleo-y-aportara-divisas>

Pessacg, Natalia & Liberoff, Ana & Canizzaro, Alejandro & Díaz, Lucas & Hernández, Marcos & Mac Donnell, Lara & Olivier, Tomás & Pascual, Miguel & Raguileo, Daniela & Salvadores, Franco. (2020). Un río, todas las aguas. Impactos del Cambio Climático en la Cuenca del Río Chubut: Cambios, Percepciones y Perspectiva de Género. [https://www.researchgate.net/publication/348513243\\_Un\\_rio\\_todas\\_las\\_aguas\\_Impactos\\_d\\_el\\_Cambio\\_Climatico\\_en\\_la\\_Cuenca\\_del\\_Rio\\_Chubut\\_Cambios\\_Percepciones\\_y\\_Perspectiva\\_de\\_Genero](https://www.researchgate.net/publication/348513243_Un_rio_todas_las_aguas_Impactos_d_el_Cambio_Climatico_en_la_Cuenca_del_Rio_Chubut_Cambios_Percepciones_y_Perspectiva_de_Genero) (En el VIRCH, puede incluirse este cultivo para descontaminar el agua

Pedrazzoli, M. (26 de julio 2023). Jujuy, Salta y Buenos Aires concentran la siembra. Provincias que producen cannabis. Página12. <https://www.pagina12.com.ar/571247-provincias-que-producen-cannabis#:~:text=Jujuy%20es%20la%20provincia%20argentina,Aires%20en%20orden%20de%20relevancia> .

Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Chubut (2021) - Instituto Provincial del Agua (IPA)

Plan Director de Recursos Hídricos del Río Chubut (2013). Informe final. Tomo I Documento principal. Consejo Federal de Inversiones. Provincia del Chubut

Pietragalla, J. Policastro, C. Chevallier Boutel, S., Delavechia, JI (noviembre 2024). Cáñamo Industrial: una oportunidad en la rotación de cultivos argentinos. Revista AAPRESID. Pp 100 – 107. [https://issuu.com/aapresid/docs/revista\\_aapresid\\_235](https://issuu.com/aapresid/docs/revista_aapresid_235)

Porter, M. 1990. La ventaja competitiva de las naciones. Javier Vergara Editor S.A.

Programa Konopny - Oficina del Programa de Cáñamo- Instituto de Fibras Naturales y Plantas Herbarias- Instituto Nacional de Investigaciones- Ministerio de Polonia. <https://www.programkonopny.pl/#nasiona>

QGis. Google Maps (febrero 2025).

<https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=10pcpDT6V58E9ubi-xe3TEy3wWnnLdaQ&usp=sharing>

Servicio Meteorológico Nacional (16 noviembre 2024). <https://www.smn.gob.ar/>

Shultz, (s.f), El cáñamo como alimento para el ganado : una revisión de la literatura actual Murray State University Hutson School of Agriculture. Fuente <https://digitalcommons.murraystate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3331&context=postersatthecapitol>

Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, .J., Stutterheim, N.C., Ventura, G., Cromack, H.T.H. (2000). Agronomy of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products* 11, 107-118.

United Nation Program Development (7 noviembre 2024). <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/energia-asequible-no-contaminante>.

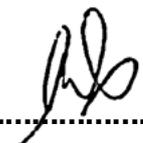
Valdivia, R., Martinez-Baron, D., Van Loon, J., de Haan, S. y Saini, E. (2024). Situación y perspectivas de la intensificación sostenible en América Latina y el Caribe. En: IICA. Informe de situación y perspectivas de la bioeconomía en América Latina y el Caribe, pp.62-84, IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/22107>

Van der Werf, H.G.. (1994). Crop physiology of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). PhD thesis Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 153 pp.

Van der Werf, H..G., Brouwer, K., Wijnhuizen, ., Withagen, J.C.. (1995a). The effect of temperature on leaf appearance and canopy establishment in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Annals of Applied Biology* 126: 551-561.

Yardin, A. (2010). El análisis marginal. La mejor herramienta para la tomar decisiones sobre costos y precios. Ed. Buyatti.

Zydelis, R., Herbst, M, Weihermüller, L. Ruzgas, R., Volungevicius J , Barauskaite, K. y Tilvikien, V (2022) Yield potential and factor influencing yield gap in industrial hemp cultivation under nemoral climate conditions. *European Journal of Agronomy* 139 (2022) 126576. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126576>. Fecha de consulta: 20 noviembre 2024.

  
.....  
Firma y aclaración: CORDISCO, Marina  
**Mg. Lic. En Administración**  
Directora de Proyecto I + D Consulting