



Recuperación del patrimonio agrícola afectado por incendios forestales

Editores:

Jorge Carrasco J. y Christian Alfaro J.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 468



ISSN 0717-4829





Recuperación del patrimonio agrícola afectado por incendios forestales

Editores:

Jorge Carrasco Jiménez.

Christian Alfaro Jara

INIA RAYENTUÉ

Rengo, Chile, 2020

BOLETÍN INIA N° 468

ISSN 0717 - 4829



Boletín elaborado en el marco del proyecto PYT-2017-0732 impulsado por FIA “Desarrollo de un proyecto Piloto de Innovación Territorial en Restauración, para el sector de Peñablanca, comuna de Pumanque, región del Libertador Bernardo O’Higgins, para la recuperación de la actividad silvoagropecuaria y enfrentar futuros desastres provocados por incendios forestales”.

Editores:

Jorge Carrasco Jiménez. Dr. Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

Christian Alfaro Jara, Dr. Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

Autores de capítulos:

Jorge Carrasco Jiménez. Dr. Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

Felipe Rubilar Torres. Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

Fabián González González. Ingeniero de Ejecución Agrícola. Subsecretaría de Agricultura

Gerardo Valdebenito Rebolledo. Ingeniero Forestal, Magíster, Mg., INFOR

Marco Hormazábal Díaz. Ingeniero Ejecución Forestal, INFOR

Andrea Álvarez Contreras. Ingeniera Agrónoma, INFOR

Luis Silva Rubio. Técnico en administración de predios agrícolas, INIA Rayentué

Pedro León Lobos. Biólogo, M.Sc., Ph.D., INIA La Platina

Marcelo Quezada Jara. Médico Veterinario, INIA Rayentué

Cristián Aguirre Aguilera. Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

Directora Regional INIA Rayentué:

Sofía Felmer Echeverría.

Boletín INIA N°468

ISSN 0717 - 4829

Cita bibliográfica correcta:

Carrasco J., y Alfaro, C., 2020. Recuperación del patrimonio agrícola afectado por incendios forestales. Centro Regional Rayentué, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Rengo, Chile. Boletín INIA N° 468 . 81p.

© 2020. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Rayentué, Avda. Salamanca s/n, sector Los Choapiños, km 104 Ruta 5 Sur, Rengo, Región de O’Higgins. Fono: 72-2521686

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y/o autores.

Diseño y diagramación: Jorge Berríos V., Diseñador Gráfico

Rengo, Chile, 2020.

Índice

Prólogo	5
---------	---

Capítulo 1

Diagnóstico de la situación de la agricultura familiar campesina y del ecosistema postincendio de la comuna de Pumanque	7
1. Descripción del territorio intervenido	7
1.1 Agricultura familiar campesina	11
1.2. Diagnóstico postincendio de la agricultura familiar campesina de la comuna de Pumanque	12
2. Conclusiones y recomendaciones	27
3. Referencias bibliográficas	30

Capítulo 2

Diseño y establecimiento de unidades demostrativas a agricultores afectados por incendios forestales	31
1. Introducción	31
1.2 Definiciones y contextualización de la situación predial	32
1.3 Enfoque de Ordenamiento Predial para la restauración silvoagropecuaria	34
1.4 Propuesta para la restauración silvoagropecuaria en las Unidades Demostrativas	35
1.5 Planes de acción, sistemas a implementar	37
1.6 Sistemas productivos forestales o agroforestales para la restauración silvoagropecuaria	38
1.7 Obras de Recuperación y Conservación de suelo.	45
2. Resumen	51
3. Referencias bibliográficas	52

Capítulo 3

Colecta de semillas y propagación de plantas de especies arbóreas para restauración postincendio a escala piloto, comuna Pumanque,

región de O'Higgins _____	55
1. Introducción _____	55
2. Metodología _____	56
3. Resultados _____	61
4. Discusión y Conclusiones _____	66
5. Referencias Bibliográficas _____	68

Capítulo 4

Medidas y recomendaciones de acciones para el control preventivo de incendios en la actividad agrícola y forestal. Propuestas

de recuperación en la actividad agrícola _____	69
1. Introducción _____	69
2. Contexto de los incendios años 2016-2017 en la comuna de Pumanque _____	71
3. Recomendaciones para evitar problemas de incendios en terrenos agrícola y forestal _____	72
4. Recomendaciones postincendios _____	76
5. Referencias Bibliográficas _____	80

Prólogo

Este boletín expone diferentes resultados desarrollados en el marco del proyecto FIA PYT-2017-0732 “Desarrollo de un proyecto Piloto de Innovación Territorial en Restauración, para el sector de Peñablanca, comuna de Pumanque, región del Libertador Bernardo O’Higgins, para la recuperación de la actividad silvoagropecuaria y enfrentar futuros desastres provocados por incendios forestales”.

Este proyecto se enmarca en un instrumento diseñado por la Fundación para la Innovación Agraria a raíz de los incendios catastróficos del verano 2017, para impulsar tres pilotos de Innovación Territoriales en Restauración en las zonas más afectadas de las regiones del Libertador O’Higgins, Maule y Biobío, para propender a un sector silvoagropecuario resiliente frente a futuros desastres, tanto a nivel de ordenamiento territorial, como a nivel de estrategias preventivas.

Para ejecutar cada uno de estos pilotos la Fundación invitó a los servicios del agro: El INIA en la región de O’Higgins, La CONAF en la región del Maule y el INFOR en la región del Biobío entregándoles una hoja de ruta metodológica para abordar los diferentes objetivos fijados por la Fundación:

1. Desarrollar e implementar un plan piloto de restauración con enfoque de ordenamiento territorial participativo.
2. Mejorar la articulación de redes de trabajo colaborativo territoriales multidisciplinarias.
3. Recuperar y consolidar la capacidad productiva del territorio y comunidades afectadas (ganadería-praderas; cultivos, plantaciones).
4. Restaurar el patrimonio natural y los servicios ambientales asociados a dicho patrimonio favoreciendo la diversidad biológica.

En este documento se recopila información y antecedentes técnicos de algunas prácticas de manejo de suelos y aguas, generadas en el ámbito del proyecto Piloto de la región de O'Higgins, el cual fue ejecutado por INIA, con el aporte de los asociados INFOR y CONAF, con financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Se entrega un diagnóstico de la situación de la pequeña agricultura, de la comuna de Pumanque, post incendio, además de un conjunto de conceptos, experiencias y sugerencias prácticas de los autores del documento, que pueden ser de utilidad al momento de evaluar y ejecutar acciones en beneficio de la prevención de incendios, como en la restauración de áreas afectadas por ellos.

Capítulo 1

Diagnóstico de la situación de la agricultura familiar campesina y del ecosistema postincendio de la comuna de Pumanque

Jorge Carrasco Jiménez

Dr., Ingeniero Agrónomo
jcarrasc@inia.cl

Felipe Rubilar Torres

Ingeniero Agrónomo

Fabián González González

Ingeniero de Ejecución Agrícola

El sector de Peñablanca, de la comuna de Pumanque, donde el INIA desarrolló los diferentes manejos prediales del proyecto YT-2017-0732 impulsado por el FIA, es uno de los sectores más degradados de la comuna de Pumanque, cuyo territorio fue afectado en un 80% por el mega incendio de 2017.

Según lo solicitado en los lineamientos metodológicos entregados por el instrumento diseñado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el trabajo con la comunidad y su territorio se inició con una fase de diagnóstico, que incluyó un análisis histórico del patrimonio natural, productivo y del ecosistema de referencia afectado, así como la determinación de los niveles de degradación, daño y destrucción. Este diagnóstico permitió diseñar de manera participativa los sectores de intervención y las medidas de restauración a implementar.

1. Descripción del territorio intervenido

La comuna de Pumanque se ubica en la Sexta Región del Libertador Bernardo O´Higgins, Provincia de Colchagua. Abarca una superficie de 440,9 km² y una población de 4.457 habitantes (censo INE del año 2016), correspondientes a un

0,49% de la población total de la región y una densidad de 7,81 hab/km². Del total de la población, 2.409 son mujeres (54%) y 2.048 son hombres (46%). El 42,4% de los habitantes corresponde a población urbana. Su superficie es de 598,5 Km², y limita al norte con las comunas de Marchigüe y Pichilemu, al este con las comunas de Peralillo y Santa Cruz, al sur con la comuna de Lolol, y al oeste con la comuna de Paredones.

La comuna de Pumanque se divide en cinco distritos censales: Pumanque, Ranquihue, Nilahue Cornejo, Nilahue y Reto. Dentro de estos distritos, existen un sinnúmero de localidades, villorrios o aldeas, como las siguientes: Pumanque, Rincón Los Perales, Virintun, Nilahue Barahona, La Gloria, Santa Teresa de Nilahue, Nilahue Cornejo, Peñablanca, Rincón El Sauce, Rincón Las Higueras, Ranquihue, Colhue, Quetecura, y Rincón de la Mina.

La comuna está emplazada, dentro del territorio ocupado por el tipo forestal Esclerófilo, que agrupa diversas asociaciones vegetales características de la zona mediterránea de Chile, como Espino (*Acacia caven*), Roble - Hualo.

Esta comuna, de acuerdo a las proyecciones de población, alcanzaría del orden de 5.000 habitantes al año 2020, lo que representa el 0,8% de la población proyectada para la región de O'Higgins y 0,05% de la población proyectada en el país. Sin embargo, en los últimos años se ha producido una migración importante de parte de la población joven de la comuna, la cual ha buscado mejores horizontes por educación y fuentes laborales, en las grandes ciudades, como la capital Santiago, Santa Cruz, San Fernando y Rancagua.

En el año 2016, se estimó que el 18,4 % de la población comunal se encontraba en situación de pobreza, lo que corresponde a una tasa superior a la registrada a nivel regional (9,7%) y que no difiere significativamente, desde un punto de vista estadístico, de la nacional (14,4%).

En el ámbito de los ingresos, a abril 2018, se estimó que la renta imponible promedio mensual de los afiliados al seguro de cesantía, es de aproximadamente 342,6 mil pesos (fuente INIA), cifra menor al promedio regional (467,4 mil pesos) y nacional (563,4 mil pesos).

En lo referente a la educación, en la comuna el 100,0% de la matrícula escolar del año 2017 recibía financiamiento público (establecimientos municipalizados). Los resultados promedio obtenidos por los alumnos que estudian en la comuna,

en las pruebas SIMCE 2016, en su mayoría, no difieren significativamente, desde un punto de vista estadístico, de los observados en la región y el país.

Un hecho originado de la naturaleza, el terremoto registrado en Chile el 27 de febrero de 2010 a las 03:34 de la mañana provocó graves daños a la infraestructura colonial de la comuna, destruyendo parte del patrimonio arquitectónico de adobe de la comuna, afectando principalmente las típicas casas de corredores, uno de los atractivos turísticos de la comuna. El movimiento telúrico afectó también a la Parroquia Nuestra Señora del Rosario, un ícono arquitectónico de la región, construido en el siglo XIX, dejando en pie sólo su frontis, lo que significó una restauración completa de la estructura. Por otro lado, edificio como el de la Municipalidad también sufrió daño, y cerca del 80 % de las casas en la comuna resultaron con algún tipo de daño estructural.

Un segundo hecho originado de la naturaleza, afectó la comuna de Pumanque. El 17 de enero de 2017, a las 16.30 un gran incendio forestal iniciado en el sector de Nilahue Barahona de la comuna, que ha sido calificado como uno de los incendios más severos en Chile, afectando 50.000 ha y dejando como damnificados directos a más de 30 familias, las cuales perdieron sus construcciones y todas sus pertenencias. Por otro lado, los afectados indirectos, a quienes se les quemaron sus predios, que incluyen empastadas, bosques exóticos y nativos, animales y aves, colmenas para producción de miel, y otros, suman más de un tercio de la población comunal. El incendio dejó siniestrada más del 60% de la superficie, además de propagarse a las comunas vecinas de Peralillo, Lolol, Marchigüe, y Pichilemu, llegando incluso a las comunas de La Estrella y Litueche, por efecto del viento.

La actividad económica de la agricultura comunal, se caracteriza por la presencia de negocios formales e informales, a través de ventas a nivel predial, a nivel local, regional, mercados mayoristas, supermercados y, en algunos casos, exportaciones, como lo es de aceite de oliva de la empresa Betania.

La comuna de Pumanque, muestra ser eminentemente agrícola, con una actividad que abarca el 51% de la población económicamente activa, seguida por servicios con un 25%. Esta comuna, muestra una marcada presencia de población rural en comparación con el país, la región y provincia donde se ubica. Posee un 70% de la población Rural, de la cual el mayor porcentaje se concentra en la agricultura familiar campesina, la cual maneja una superficie agrícola cercana a las 2.500 hectáreas.

La comuna de Pumanque, al año 2017 contaba con 34.235 hectáreas de suelos de cultivos. De los cuales el 40% se utilizaban en cultivos anuales permanentes, como praderas naturales y sembradas, además de frutales mayores y menores, y con el 40% restante con bosques plantados con Eucaliptus y Pino, y el 20% con bosque nativo. Sin embargo, después de los incendios forestales del año 2017, esta estructura se vio modificada por la pérdida de superficie plantada con especies exóticas, como Pino y Eucaliptus, además de la pérdida de superficie de bosque nativo. Sin embargo, se estima que de la superficie agrícola existente, el 60% de la actual corresponde a praderas naturales o sembradas, con especies forrajeras anuales o perennes; un 15% con cereales, que incluye Trigo y Avena de grano; viñas y parronales, principalmente viníferos, con un 8%; hortalizas, y otras especies, como frutillas, con un 8%; frutales mayores, que ocupan el 6% de la superficie; frutales menores, como Arándano y otros, con un 3%. A su vez, la comuna, en su área rural, presenta una producción ganadera enfocada en un 60% a la producción ovina y caprina, principalmente.

Los principales negocios de la comuna se asocian a producción forestal, y producción agrícola como viñedos, producción ovina, praderas naturales y sembradas, y cultivos tradicionales, como Trigo, Avena y algunas leguminosas, además de frutales, y producción de aceite de oliva. Es una comuna importante en la región, en términos de la actividad agrícola realizada principalmente a través de la agricultura familiar campesina, donde la comercialización se centra principalmente en el Mercado Local, para la venta de su producción agrícola.

La actividad turística de la comuna de Pumanque, es incipiente y existe en forma aislada. Si bien presenta un potencial para ofrecer buenos servicios, no poseen locales adecuados para los requerimientos del turismo, en cuanto a lugares de hospedaje para pernoctar o comer, además de restaurantes. Existen algunos locales que ofrecen almuerzos y comidas típicas, destacándose algunos establecimientos que ofrecen comida rápida, para turistas de paso.

Los principales productos turísticos, incluye los elaborados por artesanos, que trabajan en base a la lana, cueros, maderas nativas, cactus y frutas. Se da una relativa importancia a la producción de productos procesados, como conservas y mermeladas de frutas, además de la miel. Con respecto a esto último, de una encuesta realizada por INIA a una muestra de 74 productores, se encontró que el 12% de ellos se dedica a la actividad apícola, con producción de miel, haciendo uso de la flora nativa de la comuna.

1.1 Agricultura familiar campesina

- **Productiva:** La escasez de agua de los últimos años, ha sido la principal condicionante de la actividad agrícola de la comuna de Pumanque. Las precipitaciones en los últimos 10 años, han estado por debajo de la media histórica, y sólo recién el año 2020 hubo una mejora importante en el agua caída, al superar los 380 mm en el año, muy por encima de los 182 mm caídos el año 2019.

Además de lo anterior, la mayoría de los suelos de la comuna presentan problemas de: erosión, baja fertilidad, además de compactación. Es común encontrarse con suelos, con un bajo porcentaje de materia orgánica y problemas de pH ácido, que afectan la producción de cultivos. Un pH ácido del suelo, complica la disponibilidad de nutrientes para las plantas, en especial para los cultivos agrícola.

- **Social:** la cultura del “secano interior”, en particular la comuna de Pumanque, condiciona las actividades de las personas, en torno a modelos de comportamiento caracterizados por su alta aversión al riesgo, que se complica por la presencia de una mayoría de agricultores con una edad superior a los 60 años, lo que los hace ser muy conservadores en la toma de decisiones.

De acuerdo con un diagnóstico realizado por INIA, a una muestra de 74 pequeños productores de la comuna, se encontró que el 34% de las propiedades agrícola, se encuentra en poder de productores con edades entre los 51 y 60 años, el 26% en poder de agricultores con edades entre los 61 y 70 años, y el 14% de la propiedad se encuentra en poder de agricultores mayores a 70 años. Es decir, un 74% de la propiedad se encuentra en poder de productores sobre 51 años.

- **Económica:** bajo nivel de capitalización de los emprendimientos, el uso de tecnología es muy bajo, siendo altamente dependientes del financiamiento de programas de desarrollo de INDAP y Municipal.
- **Ambiental:** Manejo de suelos inadecuado, por la escasa existencia de técnicas conservacionistas. En el territorio el bosque esclerófilo ha sido desplazado por la crianza de ganado menor y mayor, y posteriormente por plantaciones forestales de pino y eucaliptus. Los sectores bajos de la comuna presentan problemas de presencia de erosión de manto, en la generalidad de los suelos, y en algunos sectores se observan problemas de erosión de cárcava, que se vio acentuada por los incendios forestales, al eliminar la cobertura vegetal,

principalmente de vegetación nativa. En el último decenio, una superficie importante del bosque nativo, ha sido reemplazado por el establecimiento de especies forestales exóticas en gran escala, condición que favoreció la propagación de los incendios del año 2017.

1.2 Diagnóstico postincendio de la agricultura familiar campesina de la comuna de Pumanque

A inicios del proyecto, con el objeto de establecer una línea base de la situación de la pequeña agricultura de la comuna de Pumanque, se realizó un diagnóstico dirigido a una muestra de 74 productores, de distintos sectores de la misma. El diagnóstico, incluyó preguntas sobre la condición social, sistemas productivos, uso de la tierra, situación del recurso suelo y disponibilidad de fuentes de agua, entre otras.

La **Figura 1**, muestra las respuestas de 74 encuestados, sobre el estado civil del jefe/a de hogar. De un total de 74 encuestados, 56 de ellos está casado/a, que corresponde a un 75,7 % de la muestra, 7 de ellos son viudos/as (9,5%), 6 de ellos están solteros/as (8,1%), 3 están divorciados/as (4,1%), y un 2,7 % de los jefes/as de hogar, viven en convivencia de pareja. Esto significa, que en el área rural de la comuna de Pumanque, predomina un alto porcentaje de jefes/as de hogar casados

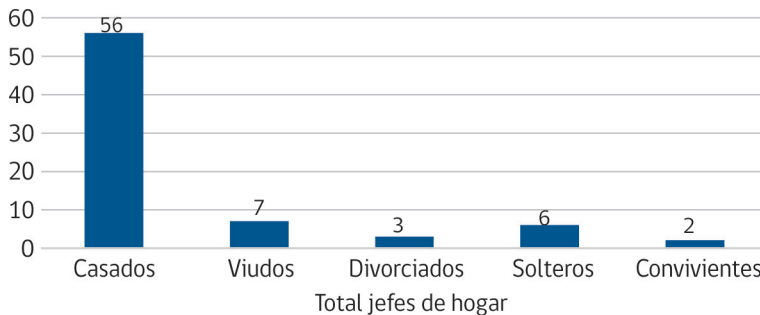


Figura 1. Estado civil del jefe/a de hogar de la agricultura familiar campesina, según la muestra encuestada. Comuna de Pumanque, año 2018.

En la **Figura 2**, se observa la distribución etaria del jefe/a de hogar de la zona. El grueso de la población reflejada en esta muestra es adulto mayor, porque un 21% se ubica en el rango de 41 a 50 años, un 34% de ellos se ubica entre los 51 y 60 años, un 27% de ellos entre los 61 y 70 años, y un 14,3% con una edad mayor a los 70 años. Por otro lado, sólo un 2,5% de los agricultores jefes/as de hogar tienen una edad entre los 31 y 40 años.

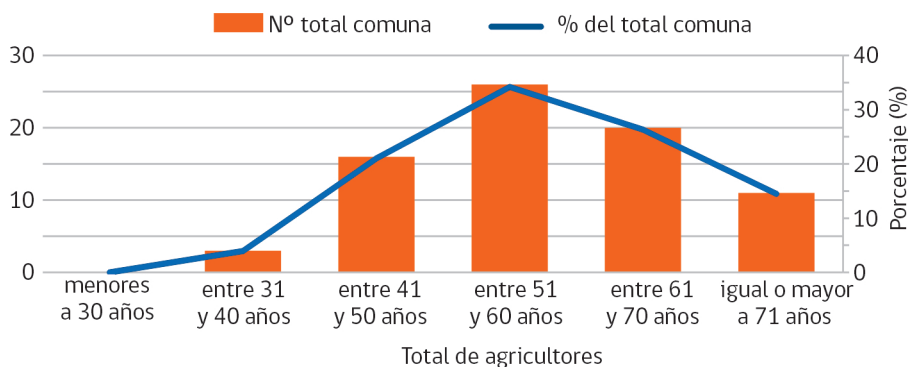


Figura 2. Números de agricultores y porcentajes, de los jefes/as de hogar, distribuidos de acuerdo a rangos de edad, de la muestra encuestada de pequeños agricultores. Comuna de Pumanque, año 2018

Lo anterior, muestra que un 75,3% de los jefes/as de hogar, se ubican en una edad mayor a los 51 años, y si se considera un 41,3% está por sobre los 61 años, indica que un porcentaje importante de la agricultura familiar campesina, de la comuna de Pumanque, se encuentra en manos de la tercera edad. Además, en la muestra encuestada, se detectó la no existencia de agricultores jefes/as de hogar, con una edad menor a los 31 años.

De la **Figura 3** se observa que existe una baja educación escolar del jefe/a de hogar, mayoritariamente básica incompleta, con un 47% del total de la muestra encuestada, y un 22% de ellos con una educación básica completa. En el gráfico se observa, que existe una baja formación en los niveles de educación media, con sólo un 13,5%. De este porcentaje, un 7,5% posee educación media

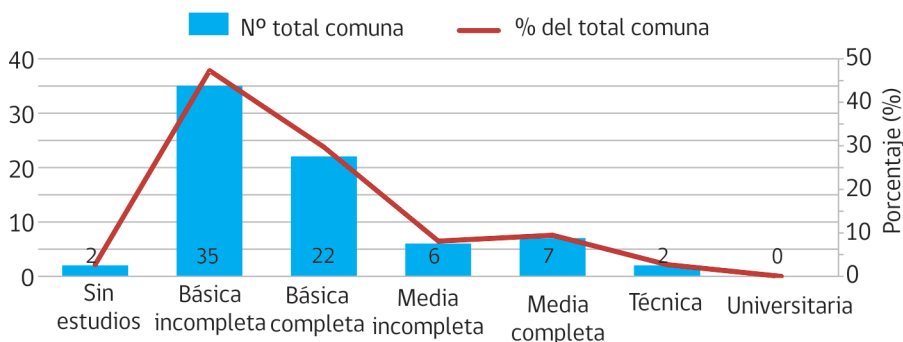


Figura 3. Nivel de educación del jefe/a de hogar, en número y porcentajes, de una muestra de 74 familias de pequeños productores encuestados. Comuna de Pumanque, año 2018.

completa, es decir haber logrado finalizar con 6° humanidades o 4° año medio. Por otro lado, existe un bajísimo nivel de instrucción técnica, al existir sólo un 2,7% de los jefes/as de hogar, de las familias encuestadas. Así mismo, no existe un agricultor jefe de hogar, con un nivel de instrucción universitaria.

En la **Figura 4**, se observa que de un total 74 familias encuestadas, se detectó que un total de 243 miembros que las componen, de los cuales 113 son mujeres y 128 son hombres. Es decir, la prevalencia existente entre la población, es de un 46,9% de mujeres y un 53,1% de hombres.

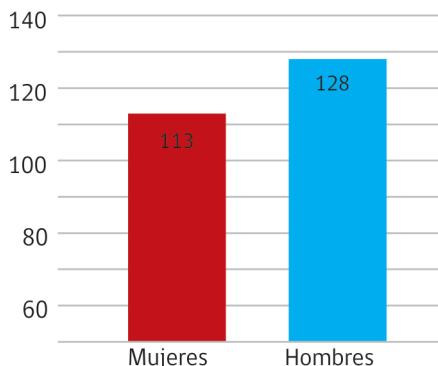


Figura 4. Miembros de la familia en número, en términos de género, de la muestra de 74 familias encuestadas. Comuna de Pumanque, año 2018.

En la **Figura 5**, se observa la distribución etaria en mujeres, de una muestra de 74 familias encuestadas, con un total de 113 identificadas. El grueso de la población (31,8%) se encuentra en el rango de menores de 30 años, lo que demuestra que existe una menor tasa de migración desde el secano, de ese estrato, con relación a la diferencia existente con los rangos siguientes de edad. Esto último posiblemente, porque en ese estrato se encuentra el grupo de mujeres de edad infantil y juvenil (niñas y jóvenes). El 21,2 % de las mujeres, se ubica en el grupo etario de 51 a 60 años, y el 16,8% se encuentra en el rango de los 61 a 70 años de edad. Sólo un 8%, de 113 mujeres, supera los 71 años.

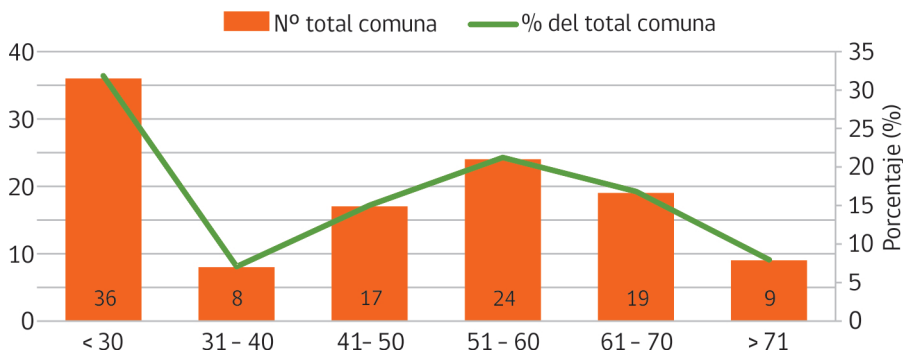


Figura 5. Número y porcentaje de mujeres, de acuerdo a rangos de edad en años, de una muestra de 74 familias de pequeños agricultores encuestados. Comuna de Pumanque, año 2018.

En la **Figura 6**, se muestra la segmentación por rango etario de los hombres de la muestra encuestada. De ella se desprende que un 36,4% de los hombres, que viven en áreas rurales de la comuna de Pumanque, se encuentran en el rango de una edad menor a 30 años. Señalando que en este rango se encuentran jóvenes y niños varones.

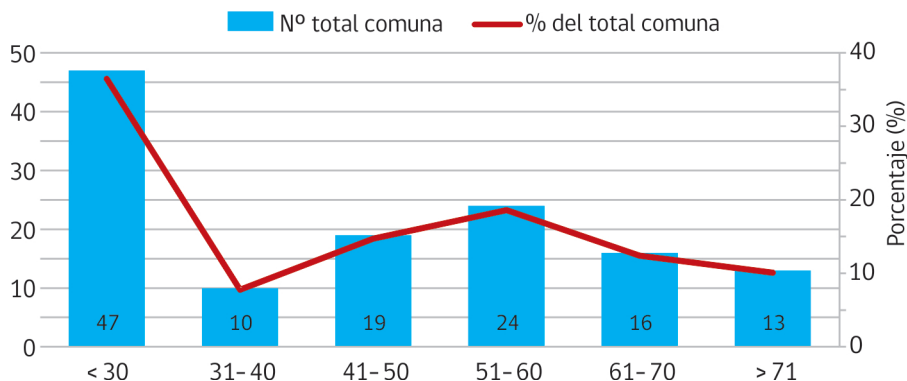


Figura 6. Número y porcentaje de hombres, de acuerdo a rangos de edad en años, de una muestra de 74 familias de pequeños agricultores encuestados. Comuna de Pumanque año 2018.

De un total de 128 hombres encontrados en la muestra encuestada, un 18,6% de ellos se ubica en el rango de edad de los 51 a 60 años, un 14,7% en el rango de edad de 41 a 50 años, un 12,4% en el rango de los 61 a 70 años, y un 7,8% en el rango de los 31 a 40 años. Por otro lado, un 10,3% de los hombres existentes, se encuentra en el rango de edad mayor a los 71 años.

Infiriendo con el análisis anterior que el bajo porcentaje de hombres en el rango de edad entre los 31 y 40 años, de un 7,8%, indicaría que se ha producido un fenómeno de migración importante fuera del área rural, hacia el área urbana. Lo que significaría, que este grupo etario estaría realizando funciones distintas, a las de la actividad agrícola.

La **Figura 7**, muestra la segmentación del uso de la superficie de los 74 agricultores encuestados. De un total de 994,39 hectáreas que ellos poseen, sólo 239,79 ha corresponden a superficie propia, 405 ha a superficie manejada en mediería, 139,1 ha en sucesión, y 210,5 para otros usos. De la Figura mostrada, también se desprende que de los 74 agricultores encuestados no existe una condición de una administración de responsabilidad total de un sistema productivo de un pequeño agricultor, con un manejo de superficie propia y en medias.

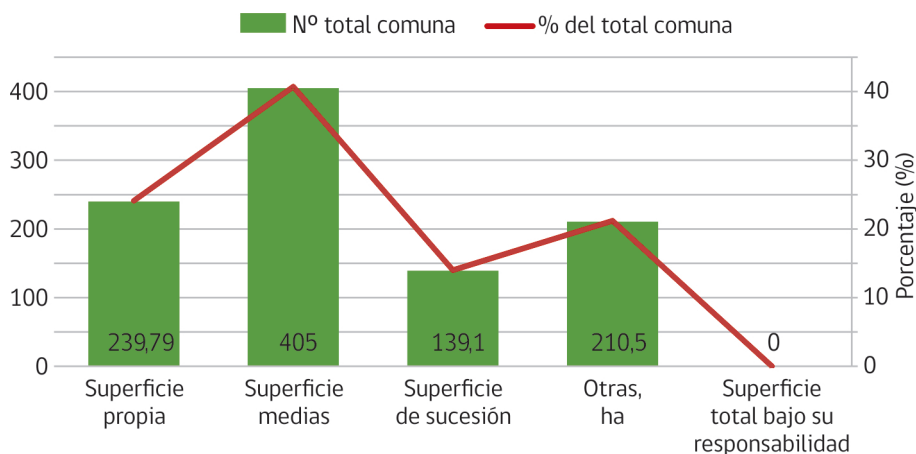


Figura 7. Total de superficie (ha) manejada por los agricultores de la muestra encuestada. Comuna de Pumanque, año 2018.

La **Figura 8**, muestra que, de 74 agricultores encuestados, un 93% de ellos no ha vendido o ha hecho traspaso de parte de su propiedad, y sólo un 7% de ellos ha vendido parte de ella. Esto significa que en la comuna de Pumanque, se ha producido un bajo porcentaje de venta de terrenos en el sector. Esta condición pudiese cambiar, con el desarrollo del proyecto Convento Viejo 2, que incorporará áreas de secano al riego, significando que mejorará la condición de los sistemas productivos, al incorporar cultivos de mayor rentabilidad, al ser regados. Esto originará una condición de mayor demanda de los terrenos agrícola, de la comuna de Pumanque.

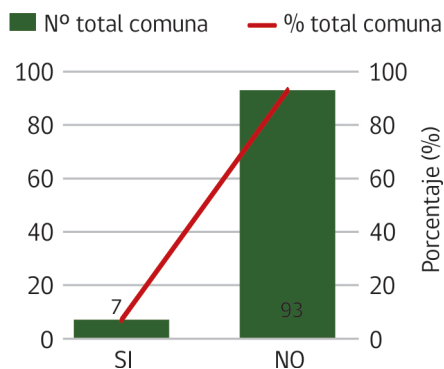


Figura 8. Venta o traspaso de parte de su propiedad. Comuna de Pumanque, año 2018.

La **Figura 9**, muestra la distribución de los sistemas de cultivos agrícola, de la muestra de 74 predios encuestados. Se observa que 25 productores, que corresponde a un 33,8% del total, se dedica a la producción de cultivos anuales, como Trigo, Lenteja, y Garbanzo; 21 productores, que corresponde a un 28,4% del total,

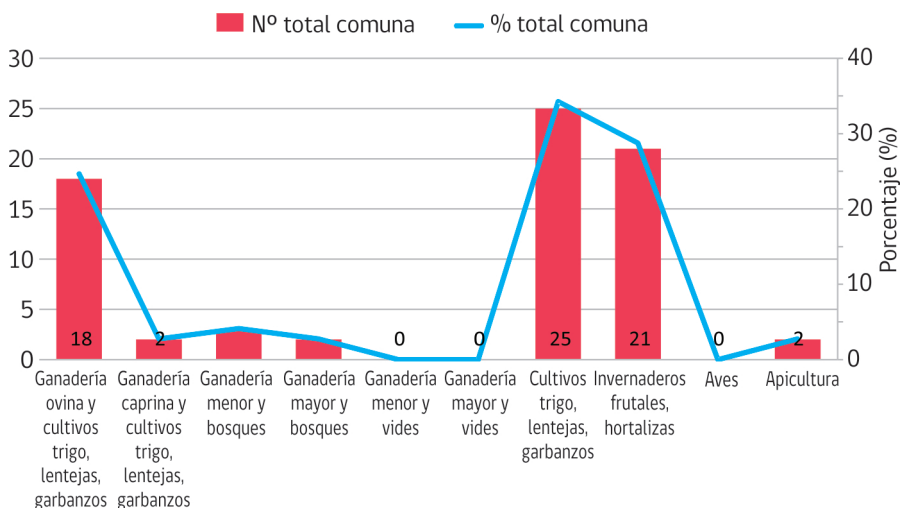


Figura 9. Número de pequeños productores asociados al sistema de producción agrícola predominante en el predio bajo condiciones de sequía. Comuna de Pumanque, año 2028.

produce frutales y hortalizas, y con estas últimas tanto en invernadero como al aire libre. Por otro lado, 18 agricultores, que corresponde a un 24,3% de la muestra encuestada se dedica a la producción ovina, que la alternan con cultivos de Trigo, Lentejas y Garbanzos, fundamentalmente. Se confirma un hecho, que la disponibilidad de agua es la que define los sistemas productivos, porque sólo 2 de 74 agricultores, que corresponde a un 2,7% del total, se dedica a la producción de ganadería Bovina, lo cual está condicionado a la producción de forraje, que a su vez depende del agua para riego y de bebida, disponible en el predio. Del total de agricultores encuestados, 5 (6,8%) poseen bosques, ya sea de especies nativas o de especies exóticas, como Eucaliptus y Pino. Además, sólo 2 de ellos, que corresponde a un 2,7%, se dedican a la actividad apícola, con producción de miel. De la muestra encuestada, no existe producción de aves, como sistema productivo del predio, pero si como crianza para el consumo de carne y huevos en la familia.

En la **Figura 10**, se observa que, de un total de 1.520,7 hectáreas existentes en un total de 74 pequeños agricultores, 691,6 de ellas están en poder de sus propios propietarios, 472,6 hectáreas son parte de sucesiones familiares; 300,6 hectáreas en poder de agricultores usufructuarios; 44,5 hectáreas en poder de arrendatarios, y 11,5 hectáreas en poder de medieros externos a los agricultores encuestados. Existe el caso de una agricultora que produce en el predio de su

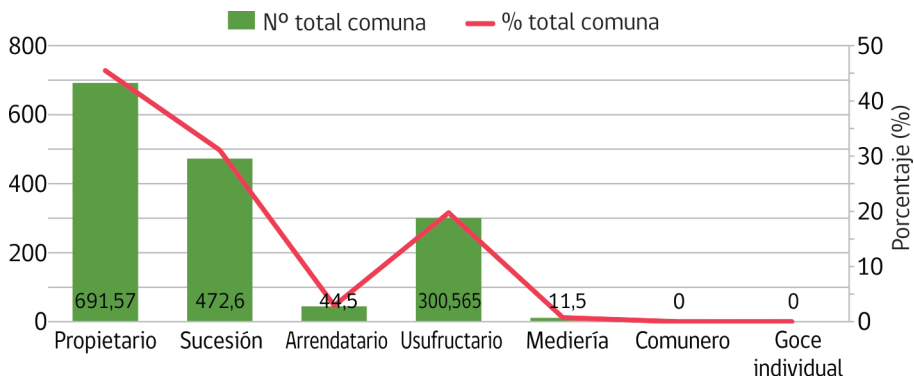


Figura 10. Superficie predial actual (ha) del total de agricultores encuestados. Comuna de Pumanque, año 2018.

propiedad, pero además hace uso de 200 hectáreas de superficie de propiedad de sus hermanos, por lo cual pasa a constituir un usufructo.

A través de la encuesta se pudo llegar a establecer que un número importante de los agricultores encuestados, están haciendo uso de la tierra formando parte de una sucesión. De 74 agricultores de la muestra, 21 de ellos hacen uso de la tierra de propiedad familiar, que ellos la componen, por lo cual son parte de una sucesión, es decir un 28,4 % del total.

En la **Figura 11**, se muestra los resultados de una consulta que se les hizo a una muestra de 74 agricultores, donde se les consultó si poseían un sistema de captación y acumulación de aguas lluvias, a partir de los techos de las casas de sus propiedades. Se estableció que un 100% de ellos, no han sido beneficiados por distintos proyectos que han otorgado sistemas de cosecha de aguas lluvias, como los desarrollados por INDAP, INIA, y Municipalidad de Pumanque.

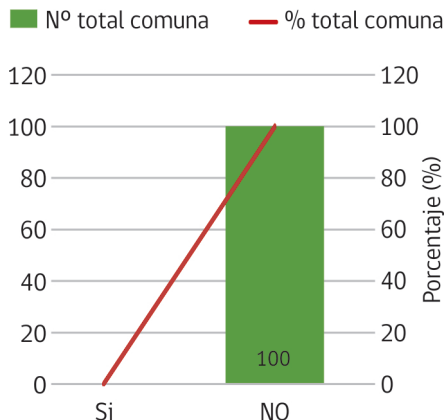


Figura 11. Posesión del agricultor de sistemas de captación de aguas lluvias. Comuna de Pumanque, año 2018.

La **Figura 12** muestra la existencia de maquinaria y equipos agrícola, en un total de 74 predios encuestados. De acuerdo con los resultados obtenidos de la encuesta, se detectó una baja presencia de elementos tecnológicos mecanizados entre los pequeños agricultores de la comuna de Pumanque. Sólo 5 tractores se encontraron en igual número de predios, es decir un índice de 0,07 tractores por predio encuestado. De igual forma, se encontraron 2 arados de discos, al igual que 2 rastras de disco, asociadas a los tractores indicados.

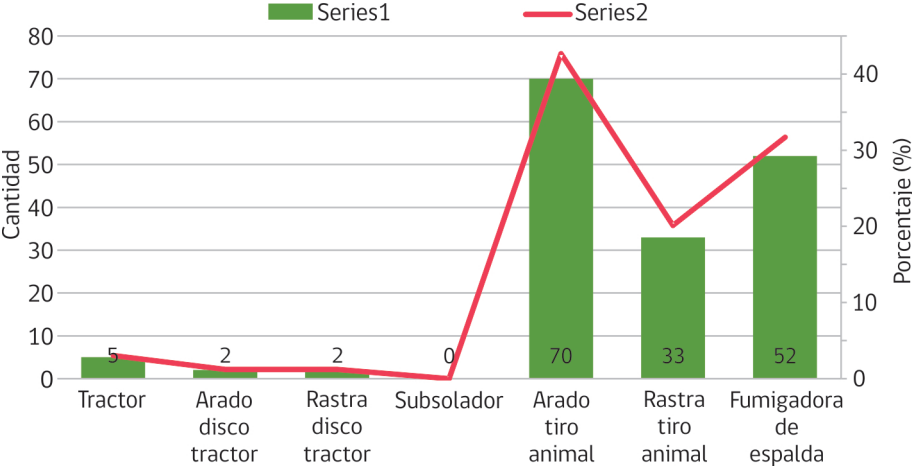


Figura 12. Existencia de maquinaria e implementos en el predio. Comuna de Pumanque, año 2018.

Si se trata de hacer un análisis de maquinaria agrícola accionada por tracción animal, la misma **Figura 12** muestra como resultado de la encuesta, la existencia de 70 arados y 33 rastras de tiro animal, además de 52 fumigadoras de espalda. Es decir, un bajo nivel de mecanización para los 74 agricultores encuestados. Los resultados de esta pregunta del diagnóstico, indican la importancia de trabajar en el desarrollo de maquinaria agrícola adecuada para la pequeña agricultura, que cubra las necesidades de ellos. Posiblemente un proyecto orientado a producir maquinaria agrícola, apropiada para la pequeña agricultura de la región de O’Higgins.

La **Figura 13**, muestra la segmentación del uso de suelo por tipo de uso, ya sea agrícola o forestal. Así se tiene que, de un total de 564,6 hectáreas detectadas en la muestra de 74 predios encuestados, lo que significa un promedio de 7,6 hectáreas por agricultor. De estas, 216 de ellas corresponden a plantación de

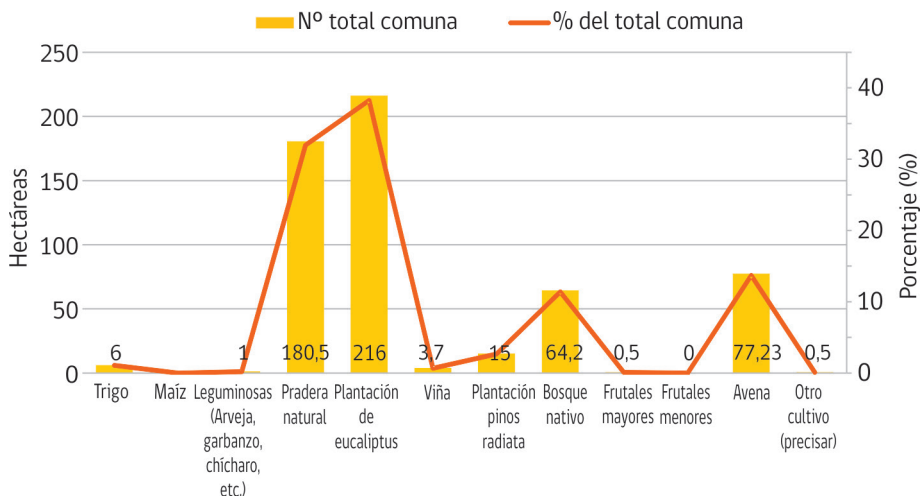


Figura 13. Uso del suelo Secano, 2016 - 2017 (ha) en una muestra de 74 agricultores. Comuna de Pumanque, año 2018.

Eucaliptus, con un 38,3% del total de la superficie de la muestra; 64,2 hectáreas de bosque nativos, con un 11,4% de la superficie total, y 15 hectáreas de plantación de pino, con un 2,7% del total de la superficie total de la muestra. Por otro lado, se llegó a determinar 180,5 hectáreas de pradera natural, con un 32% de la superficie total de la muestra. Esta superficie de pradera natural tiene un uso fundamental para la producción de ganadería ovina.

Del diagnóstico realizado, llama la atención una superficie importante de avena cultivada, con 77,23 hectáreas, es decir un 13% de la superficie total de la muestra. Esta avena, se cultiva principalmente para producción de forraje para la ganadería ovina. La producción de viñedos, como de frutales menores no tiene mayor importancia en la muestra encuestada, ya que sólo 3,5 hectáreas, del total, se dedica a la producción de uva vinífera, y sólo 0,5 hectáreas se dedica a la producción de frutales menores. Esto principalmente por la escasez de fuentes de agua, en el período estival, que limita la producción frutícola.

La **Figura 14**, muestra la segmentación de la destinación de los suelos regados en la comuna de Pumanque, de una muestra de 74 agricultores. Se aprecia que de los 1.266 m², de la muestra encuestada, se utilizan para la producción de cultivos de huerta o chacra, que incluye hortalizas producidas al aire libre. Sólo 192 m², del total de 74 predios encuestados, se utilizan para la producción de hortalizas bajo invernadero.

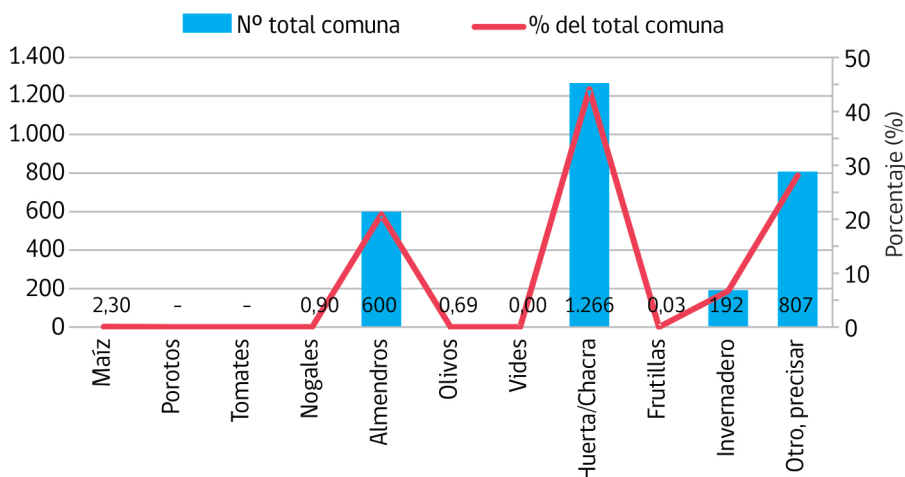


Figura 14. Uso del suelo riego, 2016 - 2017 (m²). Comuna de Pumanque, año 2018.

La **Figura 15**, muestra los resultados de una consulta que se hizo a los 74 productores encuestados, sobre el interés de ellos por postular al beneficio estatal de Programa de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD-S). Sólo el 17% de ellos manifestó interés por participar, el 83% restante no mostró interés, principalmente por el desconocimiento del programa, y la forma como opera. Esto último refleja la importancia de la difusión que pueda hacer INDAP y el PRODESAL de la comuna, o del nivel central de la región, sobre la importancia del Programa, los alcances y beneficios para el agricultor, además de la forma de operación de este, considerando que se debe trabajar con un operador acreditado por INDAP o el SAG.

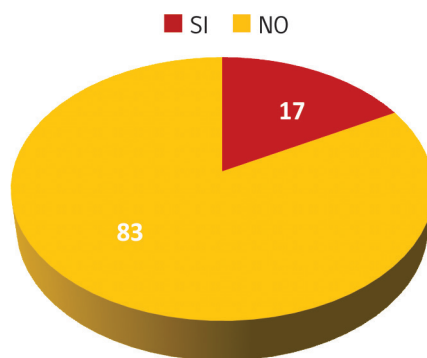


Figura 15. Interés de los agricultores por presentar un proyecto al programa SIRSD-S para recuperar suelos degradados. Comuna de Pumanque, año 2018,

En la **Figura 16**, se observa el porcentaje de agricultores, de la muestra encuestada, que han recibido incentivos del Programa de Recuperación de suelos degradados (SIRSD-S). Se aprecia que un bajo porcentaje de la población ha accedido a los beneficios del SIRSD-S, un 13%, y un porcentaje de un 87% que

jamás ha recibido dichos beneficios. Estos resultados, junto con los de la **Figura 14**, reflejan el desconocimiento de un porcentaje importante de pequeños agricultores, sobre el programa de recuperación de suelos degradados (SIRSD-S), lo cual puede estar acentuado por la ausencia de operadores acreditados por el Ministerio de Agricultura en la comuna de Pumanque.

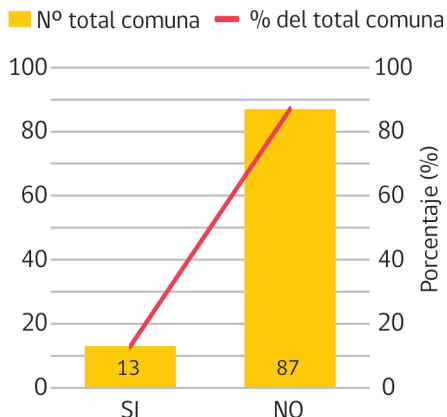


Figura 16. Incentivos recibidos por los agricultores, del programa SIRSD-S del Ministerio de Agricultura. Comuna de Pumanque, año 2018.

La **Figura 17** muestra el número de fuentes con agua existentes en cada predio, entre los encuestados. De un total de 65 predios que manifestaron poseer fuentes de agua al interior del predio, 34 de ellos, que corresponde a un 52,3% del total de fuentes de agua determinadas, posee sólo una fuente de agua; 20 de ellos, que corresponde a un 30,7% del total de ellas existentes, poseen 2 fuentes de agua; 10 de ellos, correspondiente a un 15,4% del total, poseen 3 fuentes de agua, y sólo un agricultor indicó poseer 4 fuentes de agua en su predio, que corresponden a 2 norias y 2 vertientes.

34 de ellos, que corresponde a un 52,3% del total de fuentes de agua determinadas, posee sólo una fuente de agua; 20 de ellos, que corresponde a un 30,7% del total de ellas existentes, poseen 2 fuentes de agua; 10 de ellos, correspondiente a un 15,4% del total, poseen 3 fuentes de agua, y sólo un agricultor indicó poseer 4 fuentes de agua en su predio, que corresponden a 2 norias y 2 vertientes.

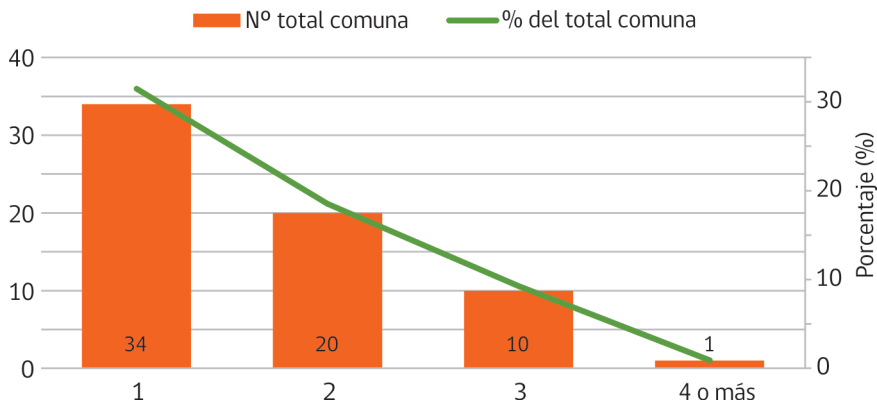


Figura 17. Número de fuentes con agua existentes en el predio. Comuna de Pumanque, año 2018.

En la **Figura 18** se observa el caudal de agua disponible, expresado en litros por día y en verano, en los 74 predios encuestados. Se observa que, de 26 de ellos,

que corresponde a un 35,1%, poseen un caudal que va entre 10.000 a 20.000 litros por día, que corresponde entre 0,12 a 0,24 litros/segundo, significando que existe un caudal de agua disponible para regar entre 0,12 a 0,24 hectáreas de terreno, utilizando riego por goteo. Es decir, una muy baja superficie, si se trata de aumentar el nivel de producción de los agricultores encuestados.

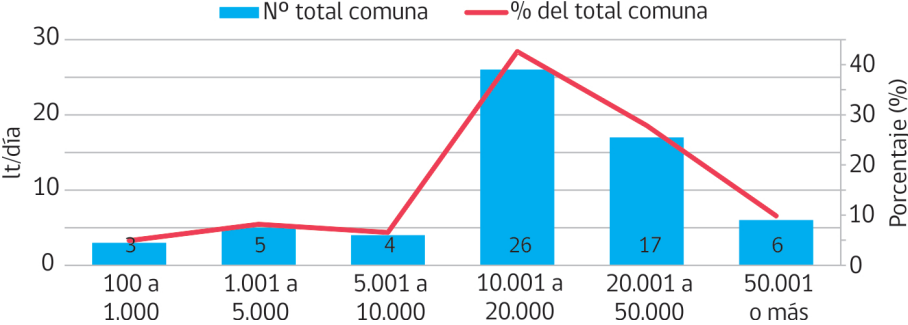


Figura 18. Caudal estimado en el predio (l/día) en verano, de acuerdo a la disponibilidad de agua en norias, pozos, vertientes, y otros. Comuna de Pumanque, año 2018.

Por otro lado, 17 agricultores disponen de un caudal de agua de 20.000 a 50.000 litros por día, que corresponde a un rango que va entre los 0,24 a 0,6 litros/seg, facilitando con ello regar 0,24 a 0,6 hectáreas con riego por goteo. Sólo 6 agricultores, de los 74 encuestados, disponen de un caudal de 50.000 litros o más por día, lo que significa 0,6 litros por segundo, permitiendo regar 0,6 hectáreas de cultivo, con riego tecnificado.

En la **Figura 19** muestra que, de un total de 74 agricultores encuestados, existe un 66% de ellos que poseen disponibilidad de superficie para la construcción de tranques de acumulación de agua. Esto significa que, en la eventualidad de existir un programa de gobierno para la incorporación de estos sistemas de acumulación de agua, existe disposición por parte de los agricultores de incorporar alguno en su predio.

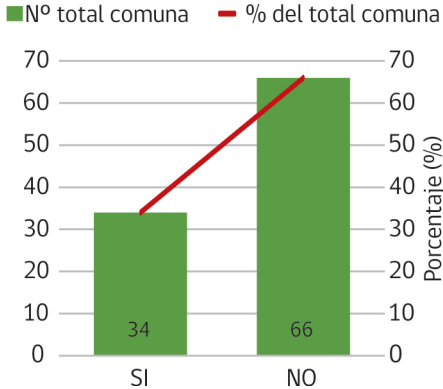


Figura 19. Disponibilidad de superficie dentro del predio, para construir un tranque de acumulación de agua. Comuna de Pumanque, año 2018.

Con respecto a lo que se observa en la **Figura 20**, un 99% de una muestra de 74 agricultores encuestados, no están realizando proyectos de riego, que incluya pequeños tranques, nuevas norias, u otros. Sólo un 1% de ellos tiene en desarrollo un proyecto de riego tradicional.

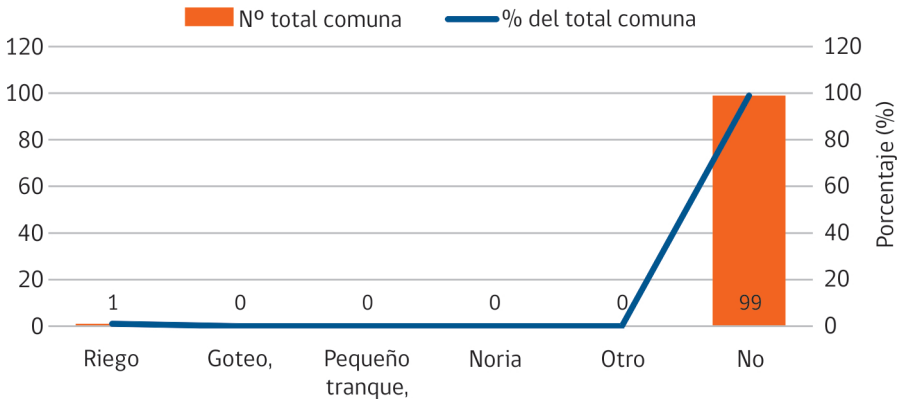


Figura 20. Existencia de un proyecto de riego en desarrollo para su predio. Comuna de Pumanque, año 2018.

En la **Figura 21**, se observa que un 66% de los agricultores encuestados, manifiesta interés en aumentar su capacidad de riego en el predio. El 34% no manifiesta interés, por el hecho que no conoce la existencia de nuevas fuentes de agua en su predio, como vertientes u otras.

Con lo que se muestra en la **Figura 22**, se asimila que la puntera es la opción preferida por el mayor porcentaje de los encuestados, porque el 70,1% de los predios encuestados desearía instalar una puntera para la extracción de agua y regar sus cultivos. Un 20,9% prefiere usar otra alternativa que no sea puntera o tranque, un 7,5% prefiere incorporar en su predio un pequeño tranque, y sólo un 1,5% prefiere incorporar una nueva noria a su predio.

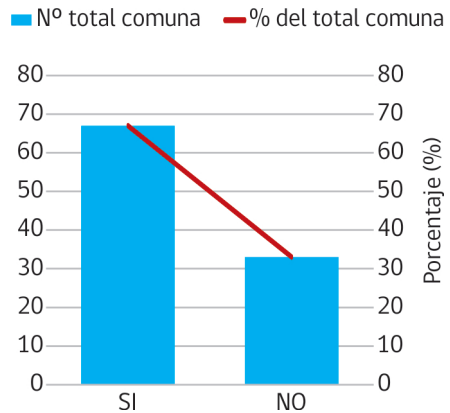


Figura 21. Tiene interés por aumentar disponibilidad de agua para riego. Comuna de Pumanque, año 2018.

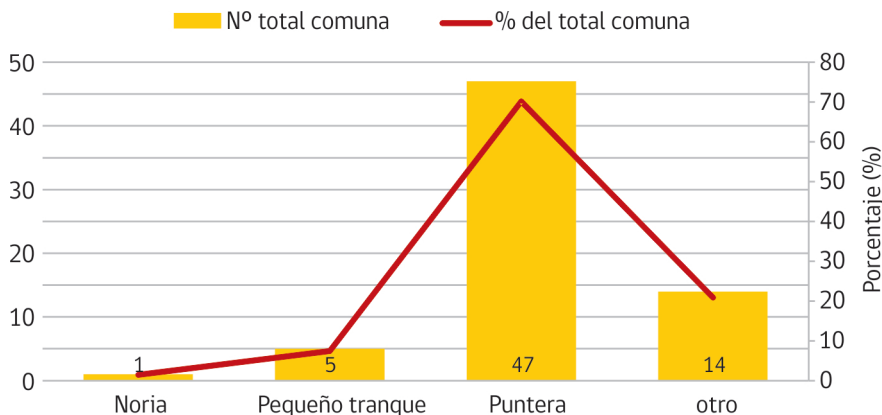


Figura 22. Interés de 67 agricultores en incorporar sistemas de riego en su predio. Comuna de Pumanque, año 2018.

En la **Figura 23**, del grupo de agricultores encuestados, se muestran las cabezas de animales perdidos como consecuencia de los incendios forestales de los años 2016 y 2017. Esto incluye los perdidos por muerte, como por escape fuera del predio y sin ser encontrados. Se observa que 1 carnero, 66 ovejas, 22 borregas, y 3 corderos se perdieron en un total de 74 predios, lo que significa un promedio de 1,2 animal ovino /predio perdido. Por otro lado, un número importante de aves de corral se perdieron por efecto de los incendios, con un total de 64 gallinas y 16 pavos, en 74 predios.

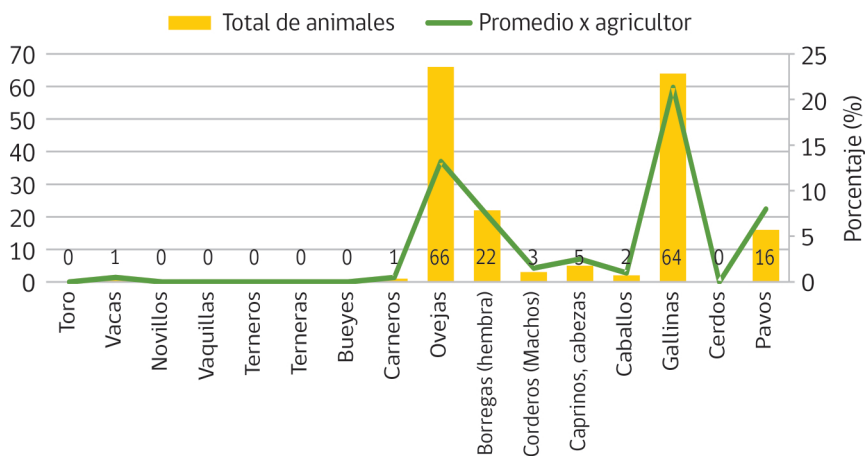


Figura 23. Pérdida de animales (cabezas) por incendios de los años 2016-2017. Comuna de Pumanque, año 2018.

Con respecto a las construcciones perdidas por efecto de los incendios forestales, se perdió un número importante de m² de bodegas, con una superficie de 274 m², de galpones 196 m², de gallineros 83 m² (**Figura 24**). Además, se vieron afectados 168 m² de casas habitadas, que incluyó a 2 viviendas de agricultores quemadas por los incendios, del sector de La Gloria, comuna de Pumanque.

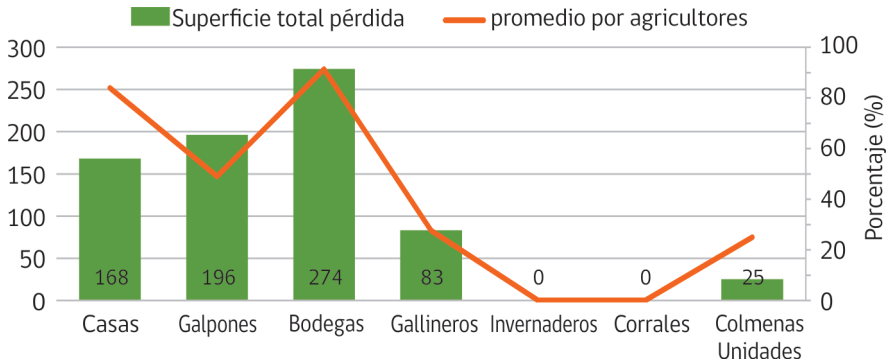


Figura 24. Pérdida de construcciones (m²) por incendios de los años 2016-2017. Comuna de Pumanque, año 2018.

Una situación que afecta la producción apícola de los agricultores encuestados, ha sido la pérdida de 25 colmenas, por efecto de los incendios. Un número importante si consideramos, que sólo 2 productores de los 74 encuestados, son productores apícolas.

La **Figura 25**, muestra la superficie perdida de viñedos o frutales por efecto de los incendios forestales, entre los años 2016 a 2017. Se observa que sólo 2 hectáreas de viñedos se vieron afectados, que pertenecen a 2 agricultores del sector Peñablanca. Por otro lado, una baja superficie de 0,015 hectáreas de Olivo, es decir 150 m² que corresponde a un cuartel de un agricultor, para autoconsumo, que se perdió por efecto de los incendios forestales.

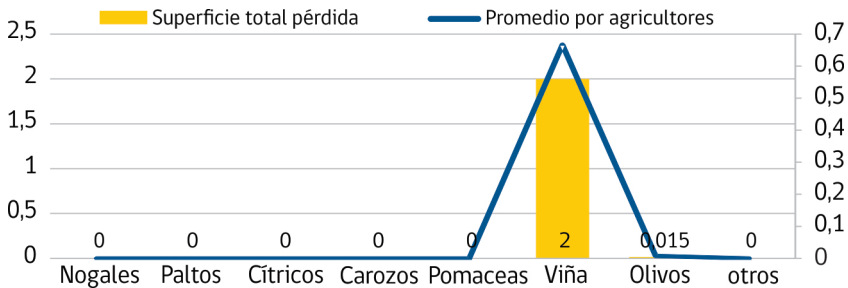


Figura 25. Pérdida de superficie (ha) de frutales o viñedos por incendios de los años 2016-2017. Comuna de Pumanque, año 2018.

2. Conclusiones y recomendaciones

El diagnóstico, ha permitido establecer que existe una predominancia de la población masculina por sobre la femenina. Además, la muestra encuestada mostró que un 75,3% de los jefes/as de hogar están por sobre los 50 años, y con un 2,5% de ellos con una edad entre los 31 y 40 años de edad. Esta indica que la población de jefes/as de hogar del área rural de la comuna de Pumanque, está envejecida o en vías de envejecimiento. Esto es relevante, porque significa que se debe incorporar en el sistema productivo de la pequeña agricultura, otras actividades económicas alternativas, que permitan hacer más atractiva la agricultura, lo que facilitaría un recambio generacional.

El perfil, del estado civil de los jefes/as de hogar de las familias campesinas, se asimila al modelo tradicional chileno, donde un alto porcentaje de ellos está casado. De un total de 74 encuestados, el 75,7 % de la muestra lo están, y sólo un 9,5% de ellos son viudos y un 8,1% solteros.

El diagnóstico realizado, además permitió establecer que existe una baja escolaridad en los jefes/as de hogar, donde un 69% alcanzó algún grado de educación básica, ya sea completa o incompleta. Por otro lado, sólo un 17,6 % de ellos alcanzó algún nivel de la educación media, completándola hasta 4º medio, o llegando hasta alguno de los cursos intermedios. Esta situación- genera en la comuna, impactos de tipo social, económico, además de tipo cultural.

Según los resultados del diagnóstico, en el área rural de la comuna de Pumanque, existe una brecha importante del género, donde las mujeres han alcanzado un menor grado de responsabilidad en el manejo del negocio agrícola. Esto se ve reflejado, por el hecho de ser propietarias de una menor superficie predial y de una menor infraestructura, entre otros. De acuerdo a esto, en la comuna de Pumanque es importante desarrollar políticas y un trabajo orientado a la mujer, como la implementación de programas de extensión más efectivos, tanto con mujeres como con hombres, pero brindándole mayores oportunidades al género femenino, de forma de reducir las brechas entre ambos sexos.

La segmentación de la superficie de la muestra encuestada, indicó que el 40,7% de ella está manejada en mediería, un 24,1% corresponde a superficie propia, un 14% en sucesión, y un 21% bajo otros usos, como arriendos. Lo anterior refleja que un porcentaje importante, de los pequeños agricultores de la comuna de Pumanque, no poseen una condición de administración total de responsabilidad de un sistema productivo, lo cual lo hace ineficiente en términos económicos.

Con respecto a los sistemas productivos principales, los resultados de la encuesta mostraron que la mayor parte de los productores, se dedica a la producción de cultivos anuales y a la crianza de animales ovinos, siendo los rubros más frecuentes la producción de cultivos anuales, como trigo, avena, y leguminosas de grano, con un 33,8% de los productores dedicados a estos rubros, y un 24,32% de ellos que trabaja con un sistema productivo que incluye los cultivos indicados, además de producción ovina. Llama la atención el hecho de que un 28,4% de los agricultores encuestados, tiene como actividad principal la producción de hortalizas bajo invernadero o al aire libre, además de la producción de algunos frutales.

Con relación al uso de la tierra, los 74 agricultores encuestados, de un total de 564 hectáreas, poseen en promedio 3,12 hectáreas plantadas con especies exóticas, como Pino y Eucaliptus, y 0,9 hectáreas en promedio, de bosque nativo. Por otro lado, en suelo dedicado a la agricultura, 3,5 hectáreas, en promedio, las dedican a la producción de Avena y/o de pradera natural, y dejando una superficie de 0,36 hectáreas, en promedio, para producción de Trigo y leguminosas de grano.

El bajo nivel de la maquinaria agrícola, existente en los predios de los pequeños agricultores, donde hacen uso, para la mayoría de las labores, de maquinaria arrendada a través de empresas prestadoras de servicio, indica la importancia de realizar proyectos de desarrollo en la comuna, para la búsqueda de tecnologías apropiadas, que incluyan además el diseño, adaptación, y construcción de equipos agrícolas adecuados para este nivel de agricultores.

Un número importante de agricultores, hace uso del cultivo de la Avena, como una alternativa forrajera o de grano para la alimentación de sus animales, en particular la ganadería ovina. Sin embargo, debido a las condiciones del cambio climático, que incide en una menor precipitación en áreas de secano, es importante incorporar otras alternativas forrajeras más tolerantes a la escasez de agua, como lo es la producción del cultivo de Triticale, especie gramínea que ha sido evaluada por INIA, en las distintas comunas del secano de la región de O'Higgins y del Maule, demostrando que puede llegar a producir un mayor volumen de materia seca por hectárea, en comparación con la Avena, y otras forrajeras.

En la muestra encuestada, se encontró que existe un cierto desconocimiento de los agricultores por los beneficios del Programa SIRSD-S, del Ministerio de Agricultura, orientado a la recuperación de suelos degradados, por lo cual es necesario intensificar los programas de difusión, como de capacitación, orientados a promover en la comuna de Pumanque, dicho Programa. Esto

permitiría aumentar el número de pequeños agricultores, beneficiados con el apoyo estatal, para la recuperación de suelos degradados.

De acuerdo al diagnóstico, se estableció que no obstante la alta rentabilidad del cultivo de la frutilla, se determinó que sólo existe una producción a nivel de huerta casera, por lo cual sería importante, dependiendo de la disponibilidad de agua en los predios, incorporar un programa de capacitación para el desarrollo de este cultivo, dirigido a los pequeños productores de la comuna, a través de INDAP y PRODESAL, como una forma de buscar una nueva alternativa productiva. Esta propuesta toma una mayor relevancia considerando que, en los próximos años, a través del proyecto Convento Viejo 2, se producirá un aumento de la superficie regada en la comuna.

Considerando la cantidad de aves de corral perdidas en los incendios del año 2017, que incluye gallinas, pavos y patos, sumado a la importancia que estas tienen en la dieta alimenticia de las familias campesinas, se debería desarrollar un proyecto que permitiera la recuperación de estas aves, introduciendo razas más productivas en carne y huevos. Esto debería ir apoyado por un programa de capacitación y difusión, en el manejo avícola.

El interés de los pequeños agricultores, recogido a través del diagnóstico, de construir pequeños tranques para la acumulación de aguas lluvias, como consecuencia de la escasez de agua por la reducción en las precipitaciones, de los últimos años, hace necesario el realizar un estudio y evaluación de los posibles terrenos a ser utilizados para ello, particularmente en las propiedades físicas de ellos, que incluyen textura, velocidad de infiltración, límites de plasticidad, y otros parámetros asociados a la calidad de suelo, que indicarán la factibilidad técnica de construcción de tranques acumuladores de agua.

Lo anterior, hace necesario además un programa de capacitación orientado al uso del riego tecnificado, para los técnicos PRODESAL y agricultores, de las comunas del secano. Esto contribuirá a hacer un uso eficiente del agua, para riego de cultivos, que se llegue a acumular en los pequeños tranques.

A partir de los resultados obtenidos del diagnóstico, se puede recomendar que, para la agricultura familiar campesina sería importante priorizar el apoyo en la mejora de aspectos técnico-productivos, y también de aquellos relacionados con la gestión, el uso y acceso a los instrumentos del estado, como el SIRSD-S y otros. Eso les permitirá, incluso, enfrentar en mejor forma la problemática de los incendios forestales.

3. Referencias bibliográficas

- Carrasco, J., y Riquelme, J.(eds). 2003. Métodos y prácticas de conservación de suelos y aguas. San Fernando. Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional Rayentué. Boletín INIA N° 103, 103 p.
- Carrasco J., Jorge, Squella N., Fernando, Riquelme S., Jorge, Hirzel C., Juan., y Uribe C., Hamil., 2012. Técnicas de conservación de suelos, agua, y vegetación. Serie Actas N° 44. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Rengo, Chile (doc digital). 210p.
- Carrasco, J., (ed.), 2015. Técnicas de captación, acumulación, y aprovechamiento de aguas lluvias. Boletín INIA N° 321. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué. Rengo, Chile. 128p.
- Boza, S., Cortez, M., y Guzmán, F. 2015. Caracterización de pequeños empresarios agrícolas beneficiarios de programas de desarrollo local de la Región Metropolitana, Chile. IDESIA, volumen 33, N°1. Santiago, Chile. Pp. 135-142
- González, V., y Tapia, M. (eds). 2017. Manual de manejo ovino. Boletín INIA N° 368. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike. Coyhaique, Chile. 154 p.
- Taylor, P.D; Fahring, K; Henein, K; Merriam, G (1993). "Connectivity is a vital element of landscape structure", *Oikos*, N°68, pp. 571-573.
- INDAP, 2016. Archivos sobre plan de desarrollo para la pequeña agricultura de las comunas del secano de la región de O'Higgins. Dirección Regional de INDAP y SEREMI de Agricultura.
- Muñoz, A., Arellano, E., Bonacic, C. "Manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central", pp.111-119. 2016.

Capítulo 2

Diseño y establecimiento de unidades demostrativas con técnicas para la recuperación de terrenos afectados por incendios forestales

Gerardo Valdebenito

Ingeniero Forestal, Magíster, INFOR

Marco Hormazábal

Ingeniero Ejecución Forestal, INFOR

Andrea Álvarez

Ingeniera Agrónoma, INFOR

Felipe Rubilar

Ingeniero Agrónomo INIA Rayentué

Luis Silva

Técnico Agrícola INIA Rayentué

1. Introducción

El instrumento “Piloto de Innovación Territorial en restauración post Incendios” diseñado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) , dio varias orientaciones metodológicas a los ejecutores de los pilotos a establecer. Entre ellas: “desarrollar un piloto de restauración con enfoque de ordenamiento territorial participativo, basado en una fase de diagnóstico, que incluya un análisis histórico del patrimonio natural, productivo y del ecosistema de referencia afectado. Además, se realizó la determinación de los niveles de degradación, daño y destrucción, y que incluyó, entre otras medidas de manejo sustentable: recuperación de quebradas, establecimiento de obras físicas de protección contra la erosión, fortalecimiento de los sistemas de protección contra los incendios forestales, y definición de áreas prioritarias de conservación e integración de sistemas silvoagropecuarios. A su vez “considerar dentro de la fase de rehabilitación de los terrenos, medidas paliativas para mitigar los efectos de la erosión hídrica en las zonas quemadas y en las zonas bajas, así como establecer medidas de protección en las microcuencas y cuencas del territorio afectado.”.

Otro eje importante solicitado por el FIA, ha sido que el Plan de restauración, considere el establecimiento de parcelas demostrativas, que permitan mostrar y transferir a los pequeños y medianos productores experiencias replicables, tales como sistemas silvoagropecuarios innovadores, en término de estrategias de prevención de desastres (incendios) y unidades productivas integrales, que contribuyen a su vez a un sector silvoagropecuario resiliente, frente a futuros desastres.

Para responder a estos lineamientos, el equipo de trabajo del INIA quién ejecutó el Piloto de restauración en la comuna de Pumanque, región del Libertador O´Higgins, con el apoyo del del Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), estableció dos unidades pilotos con un fin de ordenamiento predial, acorde a las condiciones de cada sector, su potencialidad o capacidad productiva, su uso actual y tradicional, objetivos de restauración ecológica, del suelo, agua y vegetación, además de una restauración que considere los aspectos culturales de sus propietarios.

1.2 Definiciones y contextualización de la situación predial

1.2.1 El paisaje y su condición productiva

El paisaje en la comuna de Pumanque y específicamente en el sector de Peña Blanca, donde se establecieron las Unidades Demostrativas del proyecto, es característico de acuerdo a las condiciones del secano interior de la región de O´Higgins, porque posee cerros, laderas, quebradas y planos, con pequeños sectores aptos para la agricultura tradicional, donde existen terrenos dedicados a la ganadería, con claras señales de extracción de leña y degradación del suelo por el sobrepastoreo (**Figura 1**). Es un paisaje de fuertes pendientes con altos niveles de erosión, afectados por el fenómeno del cambio climático, que ha provocado déficit hídrico, altas temperaturas en el período de verano, y con ello incendios forestales. Son predios, en general en la zona, de exposición norte, con matorrales achaparrados y espinosos en las quebradas con escasa presencia de litres y quillay en muy baja densidad. Las laderas medias presentan praderas degradadas con presencia de estepas de espinos a baja densidad, situaciones puntuales con algunas suculentas y escasa presencia de árboles nativos de gran tamaño (**Figura 2**). Las laderas altas se caracterizan por la presencia de fuertes procesos erosivos, suelos pedregosos y muy degradados por pérdida de la estructura, escasa vegetación. Además, en la zona se evidencian extensas plantaciones de eucaliptos, los cuales fueron afectados por los incendios forestales del año 2017, encontrándose quemados en su totalidad o en forma parcial.



Figura 1. Imagen panorámica de un predio representativo de la comuna de Pumanque.



Figura 2. Laderas y vegetación en exposición norte y sur.

1.2.2 El aporte de la vegetación arbórea a la producción campesina

Los árboles destacan por tener un rol fundamental en la vida de los pequeños productores, porque proporcionan energía (leña), productos para la agricultura, madera, forraje, medicina y alimentos para el consumo humano, como son los productos forestales no madereros. Así también, los árboles proporcionan otros beneficios que no son visibles, pero muy importantes, por ejemplo: la protección del suelo ante la erosión, recuperación e incremento de la fertilidad del mismo,

aumento de la capacidad de retención de las aguas lluvias, disminución de los efectos negativos del clima, refugio de especies, captura de CO₂, entre otros.

1.3 Enfoque de ordenamiento predial para la restauración silvoagropecuaria

En base a la realidad productiva y ambiental de los predios, se implementó un enfoque de ordenamiento predial, combinando aspectos forestales, agrícolas y ganaderos, abordando labores distintas según la situación que se presente. Para ello se utilizó un criterio fisiográfico, de manera de distinguir la aptitud productiva de las áreas de secano, utilizadas por los pequeños propietarios de la zona central de Chile, definiendo transectos tipo, en el cual se distinguen tres situaciones, a la cuales se les asocia un sistema tecnológico productivo específico: a) cimas y laderas altas; b) laderas medias y piedmont; y c) planicies y fondos de valle.

a) Cimas y laderas altas: Corresponden a suelos poco profundos, con baja fertilidad y con fuertes procesos erosivos producto de un uso intensivo en períodos pasados, principalmente en actividades de explotación de formaciones arbóreas y arbustivas para producción de leña y carbón y praderas naturales de secano. Poseen pendientes pronunciadas (mayor de 40%), en el caso de laderas, y generalmente se encuentran descubiertos o con escasa vegetación.

En ellos, se pueden establecer plantaciones puras o mixtas, con especies exóticas o nativas, solo dependerá de la elección adecuada de la especie, que posea la capacidad de adaptarse a estas condiciones ambientales, como a los intereses del propietario del predio. Su establecimiento, por lo general se realiza en surcos a nivel con un aradura profunda del suelo, siempre que la pendiente lo permita. En zonas con mayor pendiente se construyen casillas, sobre curvas de nivel y asociada a obras que permitan una mayor captación y retención de las aguas lluvias.

b) Laderas medias y piedmont: Son suelos que se caracterizan por tener avanzados procesos erosivos, producto del laboreo del suelo para cultivos anuales, principalmente de cereales. Estos suelos han sido cultivados, por largos periodos de tiempo, hasta que la productividad se agota y luego son destinados a praderas naturales que son sobre pastoreadas, por lo cual se degradan siendo finalmente abandonados. Presentan pendientes medias de 10 a 40%, baja fertilidad, profundidad media a baja, y un alto grado de compactación.

Son sitios que tienen mejores condiciones para desarrollar diversos sistemas productivos como, por ejemplo: sistemas silvopastorales, silvoagrícolas, praderas mejoradas, huertos melíferos, áreas de protección.

- c) Planicies y fondos de valle:** Representan suelos más profundos, pendientes bajas (menor al 10%) y con posibilidad eventual de riego tecnificado. Corresponden a pequeñas superficies utilizadas con fines agrícolas, donde destacan los cultivos de hortalizas, forraje y algunas legumbres. Son terrenos con muy poca pendiente a planos, con capacidad para sostener algún cultivo agrícola de mayor rentabilidad, como frutillas, arándano, frutales y viñedos, dependiendo de la disponibilidad de agua o de la posibilidad de acceso a ella.

1.4 Propuesta para la restauración silvoagropecuaria en las Unidades Demostrativas

Los predios intervenidos fueron seleccionados por el equipo técnico de Prodesal de la comuna de Pumanque e INIA Rayentué, siendo estos representativos de acuerdo a la situación general más crítica, de los agricultores de la comuna de Pumanque. El sector elegido fue el de Peña Blanca, que incluye agricultores que, además de haber sido afectados por los incendios forestales, poseen terrenos que complican la actividad agrícola tradicional, además de poseer una escasa tecnología para efectuar la misma, por lo que resulta interesante proporcionar alternativas a estos agricultores, de manera de aumentar su capacidad productiva y rentabilidad de sus predios.

Las unidades diseñadas, se emplazaron en dos predios ubicados en el secano interior de la región de O´Higgins, siendo sus propietarios el Sr. Héctor Rojas y el Sr. José Herrera. Agricultores que se dedican primordialmente a la ganadería (producción ovina), dependiente de praderas naturales, y manejo de cultivos anuales.

Ambos predios cuentan con características similares tales como: exposición norte, fuertes pendientes, con procesos de erosión activa (laminar, en surco, en cárcavas y mecánica), evidente degradación de la vegetación existente, por sobre explotación mecánica y biológica, además de haber sido afectados por incendios forestales.

Los predios se encuentran ubicados en el sector de Peña Blanca en la comuna de Pumanque, de los cuáles, uno de ellos, el del Sr. Héctor Rojas (S 34° 32' 36.4" W

71° 40' 30.8") que posee 14,7 Ha, y Sr. José Herrera (S 34° 30' 41.5" W 71° 42' 02.3") con 12 Ha. La ubicación de esos predios, se muestran en las **Figuras 3, 4 y 5.**

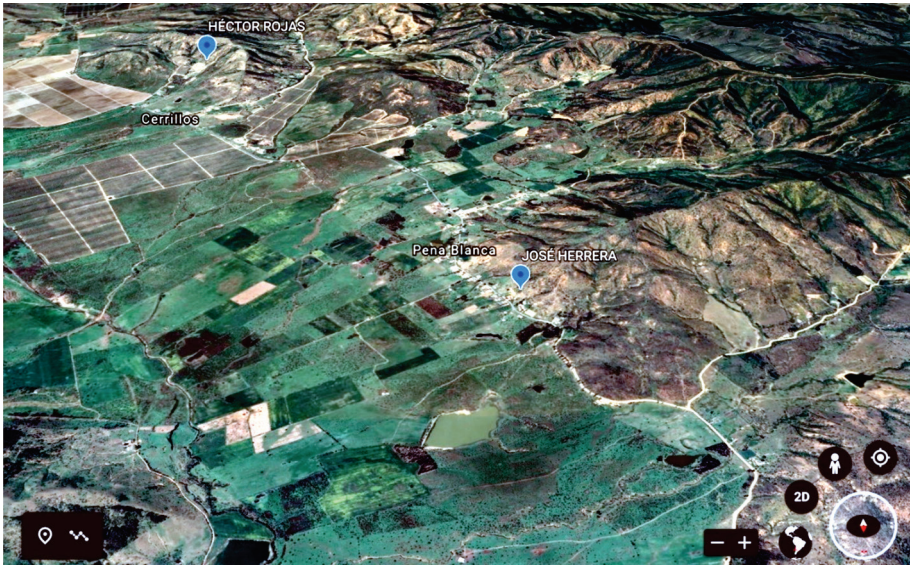


Figura 3. Ubicación de predios seleccionados para establecer las Unidades Piloto.

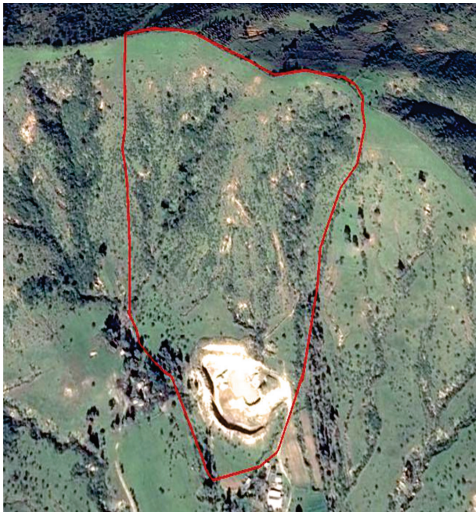


Figura 4. Límites del Predio del Sr. Héctor Rojas.



Figura 5. Límites del predio del Sr. José Herrera.

Procediendo con la información obtenida en las visitas técnicas, que permitieron sectorizar la superficie según su condición agroecológica actual, nivel de degradación, potenciales productivos. Esto se hizo en conjunto con los agricultores, para definir e implementar las obras de restauración y conservación de suelos, considerando el establecimiento de opciones productivas (sistemas forestales o agroforestales), con el objetivo de mejorar en el mediano y largo plazo la rentabilidad y sostenibilidad predial, elaborando propuestas de ordenamiento predial que sean replicables a cualquier agricultor del país, con terrenos de características similares a los del sector Peñablanca.

1.5 Planes de acción, sistemas a implementar

Se hizo un análisis fisiográfico del terreno, para determinar las zonas donde se encuentran cimas y laderas altas, laderas medias, planicies y/o fondos de valle. Se ejecutó la recomendación técnica, de los sistemas más adecuados para cada sector del predio, elaborando un enfoque de Ordenamiento Predial, con sitios adecuados para establecer sistemas forestales, sistemas de enriquecimiento, huertos melíferos, sistemas silvopastorales, manejo de espinales, manejo de eucaliptos quemados, control de taludes, y obras de conservación de suelos y vegetación, entre otras (Figuras 6 y 7).

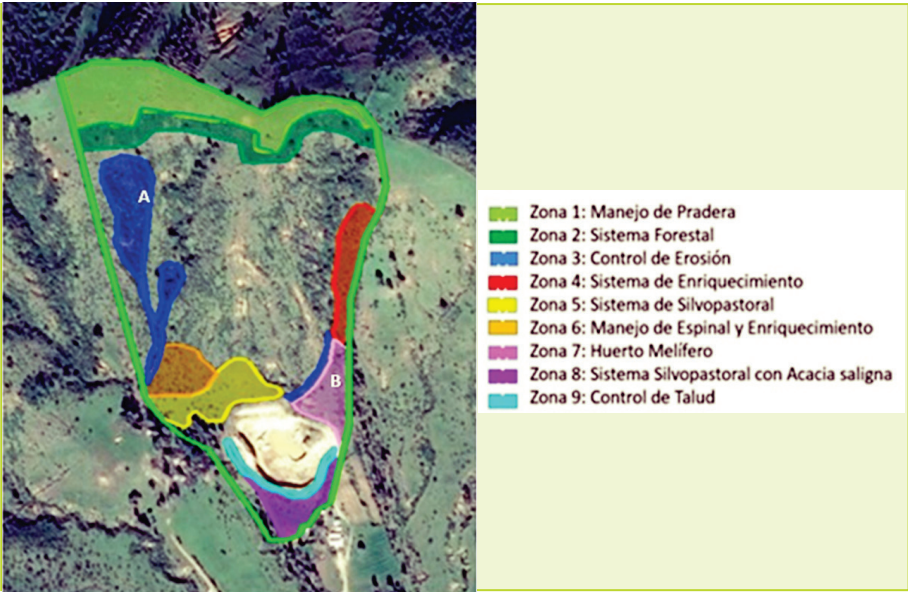


Figura 6. Planes de acción y Ordenamiento Predial del Sr. Héctor Rojas.

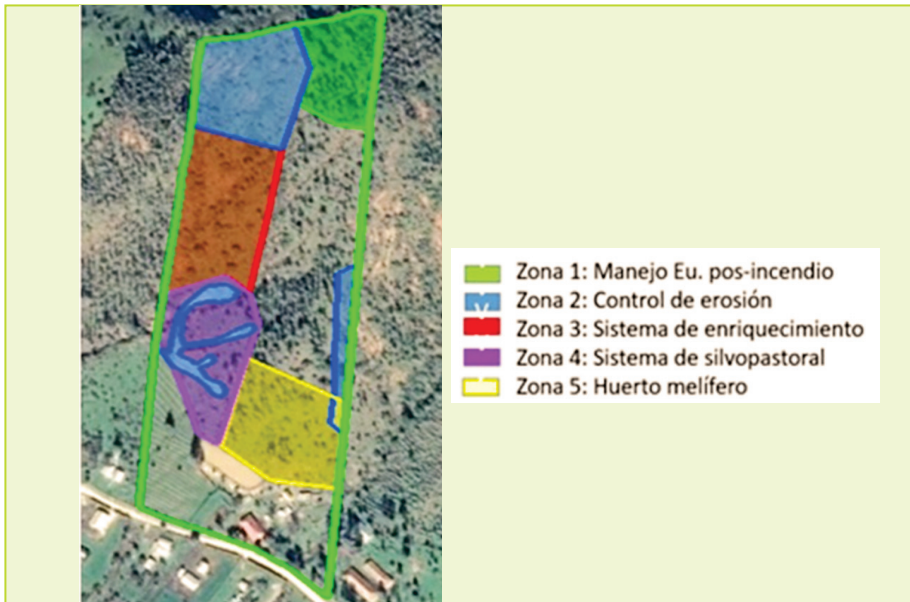


Figura 7. Planes de acción y Ordenamiento Predial Sr. José Herrera.

1.6 Sistemas productivos forestales o agroforestales para la restauración silvoagropecuaria

1.6.1 Sistema forestal puro o mixto

Estos sistemas tienen por objetivo producir madera, postes, leña, forraje y productos forestales no madereros (ejemplo: miel, corteza de Quillay, hojas de Boldo, entre otros). Sin embargo, también cumple una función ambiental de protección o restauración de suelos. En estas unidades, el sistema productivo tiene como objetivo dar una mayor estabilidad al suelo, y disminuir los efectos erosivos de las precipitaciones, fuerza de escorrentía y arrastre de material de la parte superior del terreno, a las zonas de mayor pendiente.

Para esta situación, se pueden establecer especies arbóreas nativas como el Quillay, Molle y Huingán, plantados en casillas individuales de 40 x 40 x 40 cm, con una distribución de tresbolillo y dispuestas sobre una taza de riego para la captación de aguas lluvia, con forma de medias lunas con un radio medio de 1,2 m, siempre sobre las curvas de nivel, y siendo reforzados con protección individual contra lagomorfos (conejos).

1.6.2 Sistema de silvopastoral con *Acacia saligna*

Es un sistema que asocia pradera con una especie arbórea forrajera, de manera que ambas especies se complementen. *Acacia saligna* aporta leña, protección y nitrógeno a la pradera natural, y además forraje, de sus hojas, para el ganado menor. Este sistema se puede desarrollar en hileras y curvas de nivel, con un distanciamiento entre hileras que permita el desarrollo de especies herbáceas entre ellas, que servirán como alimento al ganado ovino. La plantación se realiza en casillas de 40 x 40 x 40 cm, y de ser posible es recomendable recurrir a un sistema de riego tecnificado, para garantizar el establecimiento y producción de esta especie. Además, la pradera se complementa de buena manera con herbáceas forrajeras como Falaris (*Phalaris arundinacea*) y Hualputra (*Medicago polymorpha*), aumentando con ello la productividad del sitio (**Figura 8**).



Figura 8. Sistema silvopastoral con el uso de la especie arbórea *Acacia Saligna*.

Cuidado y mantención: se debe excluir el ganado durante 2 o 3 temporadas. Cuando las plantas de *Acacia saligna*, han alcanzado 2 m de altura, se manejan como planta arbustiva alta con propósito forrajeros, combustible y control de erosión. Para el caso, en que se quiera realizar un sistema silvopastoral es recomendable mejorar la pradera con alguna especie forrajera a elección y que no requiera gran demanda de nutrientes (no se recomienda para estos casos en específico el uso de cultivos anuales por su alta demanda de nutrientes y agua). Se debe asegurar el riego en las dos primeras temporadas con 10 litros de agua cada 20 días durante la temporada estival, para así lograr el establecimiento y desarrollo de la especie.

1.6.3 Sistema silvopastoral con especies nativas

Considerando la vocación ganadera o silvopastoral del agricultor, este sistema es ideal para sectores de pendientes media. Se hace un establecimiento de especies arbóreas, con la plantación de árboles nativos (Quillay, Espinos) en curvas de nivel, idealmente en fajas para permitir un mejor movimiento del ganado ovino y mayor producción de la pradera, con un mejoramiento de la pradera natural, a través de la fertilización o siembra, además del manejo de la cubierta arbórea disponible (poda). Esto, asociado a pequeñas zanjas de infiltración que permitan aportar agua a la nueva plantación, pretendiendo en el futuro ingresar el ganado haciendo uso controlado del sitio, con cerco eléctrico. Se destaca al Espino como una especie que se adapta a períodos largos de sequía, con capacidad de rebrote, que le otorga una eficiente recuperación luego de incendios, cortas o ramoneo, con relevancia desde el punto de vista pastoral, al mejorar la diversidad, el desarrollo y productividad de la pradera herbácea, que crece bajo el área de influencia de la copa. Este sistema genera alimento, madera, energía y protección para la masa ganadera (**Figura 9**).



Figura 9. Sistema silvopastoral en fajas y con las especies arbóreas plantadas en curvas a nivel.

Cuidado y mantención: se debe excluir el ganado durante 2 o 3 temporadas y mantener las tazas de riego de los árboles establecidos, libres de malezas por lo menos tres temporadas. La dosis de riego a aplicar corresponde a 10 litros de agua por planta, cada 20 días durante la temporada estival.

1.6.4 Sistema de enriquecimiento

Sistema adecuado para aumentar la masa boscosa de sitios desprovistos de ella, con fuertes pendientes y alto riesgo de erosión o ya erosionados. Un bosque corresponde a árboles agrupados (6 a 8 árboles) distribuidos en forma aleatoria con un espaciamiento medio de 1,5 m, plantados en casillas de 40 x 40 x 40 cm, con una taza de riego para facilitar la acumulación de aguas lluvia y protección individual contra ataque de lagomorfos. Se sugiere utilizar plantas nativas en secano como Quillay, Quebracho y Bollén. Además de complementar con pequeños canales de desviación, para aumentar el abastecimiento de aguas lluvia a la plantación. Es un sistema que pretende una mejor retención de agua en sectores desprovistos de vegetación, además de recuperar o incrementar la fertilidad del suelo, conservar y proteger el medioambiente, debido a una mayor biodiversidad (**Figura 10**).



Figura 10. Sistema de enriquecimiento de la vegetación.

Cuidado y mantención:

- Se debe excluir el ganado ovino durante 2 o 3 temporadas, impidiendo el ingreso de ellos al sistema.
- Se deben mantener las tazas de riego libres de malezas por a lo menos tres temporadas, para evitar la competencia de ellas por agua y nutrientes, con las especies arbóreas establecidas.

- c. Aplicar riego en dosis de 10 litros de agua por planta cada 20 días durante la temporada estival.

1.6.5 Huerto melífero

Este sistema se desarrolla en un terreno, donde se establecen especies nativas melíferas como Quillay, Quebracho, Molle, Bollén, entre otras, con la finalidad de aportar protección al suelo, además de mejorar la oferta floral para la actividad apícola. Debido a la diversidad de especies empleadas, se puede disponer de una mayor oferta floral por un período de tiempo más prolongado del año. Además, en esta superficie es factible el incorporar mayor cantidad de obras de captación de aguas lluvia, construyendo canales de desviación que permitan canalizar el agua excedente a la zona de acumulación (**Figuras 11 y 12**).



Figura 11. Zona apta para huerto melífero.



Figura 12. Sistema de huertos melíferos que incorpora la planta *Senna candolleana* (Quebracho).

Cuidado y mantención: se debe excluir el ganado durante dos o tres temporadas, manteniendo las tazas de riego libres de malezas, por a lo menos tres temporadas y aplicando riego en dosis de 10 litros de agua, por planta establecida cada 20 días durante la temporada estival. El objetivo es lograr establecer una cubierta arbórea de 2 a 3 metros de alto, favoreciendo la abundancia de ramas laterales, para aumentar la capacidad de floración, complementándola con el establecimiento de especies arbustivas.

1.6.6 Manejo de *Eucaliptus* post-incendio

Corresponde a la plantación forestal de *Eucalyptus globulus*, cuando es afectada por incendios forestales. Ejecutando un manejo sanitario, que incluye la corta selectiva y manejo de vástagos, de manera de recuperar la plantación existente y enriquecerla mediante la reforestación con nuevas especies. Este manejo consiste en la corta total de los individuos quemados, de manera de estimular la regeneración de monte bajo (rebrotos), el cual posteriormente se maneja (seleccionar dos a tres vástagos) para dar origen a un nuevo rodal homogéneo y con mayor vigor (**Figura 13**).



Figura 13. Manejo de *Eucaliptus* quemados.

Cuidados y mantención: en general, esta especie no requiere mantenciones, una vez que se logra el tamaño y estructura deseada, solo se debe poner atención al ataque de insectos y parásitos, para realizar su control a tiempo.

1.6.7 Consideraciones Generales

a) Construcción de cercos y protección contra conejos: la función es evitar daños a la nueva plantación, por el ingreso de animales mayores y menores.

Cuidado y mantención: estos deben estar siempre en buenas condiciones, reparándolos las veces que sea necesario. Se debe tener especial atención en los meses de verano con el control de conejos, ya que es la temporada donde las plantas presentan mayor riesgo de ser cortadas o comidas por ellos, por la escasez de alimento que existe en ese período, para estos animales. Es necesario revisar periódicamente, que la malla se encuentre enterrada en su parte inferior, que tiene contacto con el suelo.

b) Replante: este se realiza en la segunda y tercera temporada de crecimiento de la componente arbórea, en caso de ser necesario, con el objetivo de lograr una plantación homogénea y mantener el diseño de plantación planteado en su inicio.

Cuidado y mantención: Las faenas de replante deben ser ejecutadas, una vez que se hayan producido las primeras lluvias, con a lo menos 40mm de precipitaciones en los meses de mayo-junio, reconstruyendo las tazas de riego o medias lunas, alrededor de las plantas, de manera que en invierno retengan la mayor cantidad de agua de lluvia y aumente la capacidad infiltración del suelo. En la temporada estival, se debe aplicar tres a cuatro riegos en los meses más secos con una dosis de 10 a 15 litros de agua por planta.

c) Tazas de riego: estas tienen por finalidad el acumular el agua de lluvia, o recibir y contener el agua de riego de manera de asegurar la disponibilidad de este vital elemento, para la sobrevivencia de la planta.

Cuidado y mantención: se debe mantener en buenas condiciones por lo menos las tres primeras temporadas, libres de maleza para evitar competencia por nutrientes y agua.

Fertilización: esta práctica, busca mejorar la supervivencia y desarrollo adecuado de la planta, estimulando el desarrollo de sus raíces y mejorando la eficacia del agua en la captación de nutrientes para la planta. El fertilizante debe ser aplicado

al final del invierno, en tres hoyos alrededor de la planta a una distancia entre 15 a 20 cm del cuello, a una profundidad de 10 a 15 cm y cubierto luego con suelo para evitar su desnaturalización. En general, una buena mezcla de fertilizante para estos tipos de suelos forestales es BASACOTE Plus 9M 16-8-12 (+2), del cual se debe aplicar 20 gramos por planta, al momento de la plantación. Este producto destaca por poseer una liberación lenta y controlada del nitrógeno, principalmente, durante 9 meses.

Si se dispone de guano de oveja o de ave, se recomienda aplicar este fertilizante orgánico al momento de la plantación, o cada temporada, una vez establecidas las plantas, en dosis de 100 a 200 gramos por planta, aplicado en la taza de riego. Es importante que el guano, al momento de la aplicación esté maduro, porque si se aplica fresco, puede provocar problemas de toxicidad en las plantas, por la presencia de nitrógeno amoniacal, llegando a provocar su muerte.

1.7 Obras de Recuperación y Conservación de suelo

1.7.1 Técnicas de recuperación y conservación de suelos

La degradación y pérdida de suelos ocurre principalmente producto de las actividades antropogénicas y factores físicos, como el uso inapropiado del suelo con arados de discos o vertederas, sobrepastoreo, intensidad y cantidad de lluvia, deforestación, topografía del terreno, longitud y pendiente de laderas, incendios forestales, entre otros (**Figura 14**).



Figura 14. Suelo erosionado y altamente degradado.

La agricultura tradicional implementada en suelos con fuertes pendientes, que eliminaba la componente arbórea mediante el roce y posterior quema para cultivos de secano, además del uso de implementos de labranza inadecuados, han sido las prácticas que generaron la mayor cantidad de suelos erosionados en Chile.

Dicho proceso explica en gran parte el actual estado de degradación de los suelos y bosques presentes en nuestro país, donde el 62% de la superficie nacional presenta algún grado de desertificación, representando alrededor del 75% de los suelos productivos del país, siendo las zonas centro norte y central las más afectadas. Específicamente, las regiones de Coquimbo, O'Higgins y Maule, presentan los índices más elevados de degradación de suelo, con el 84%, 52% y 49% de su territorio erosionado, respectivamente (CIREN, 2010).

En este contexto, el año 1984 el Instituto Forestal (INFOR) comienza los primeros estudios orientados al diseño de obras de conservación y recuperación de suelos erosionados, sumado a técnicas de establecimiento de plantaciones forestales, surgiendo el concepto de Técnicas de Captación de Aguas Lluvia o Cosecha de Aguas Lluvia, para fines productivos y de conservación de suelos, siguiendo algunos ejemplos de investigaciones y trabajos desarrollados en las zonas desérticas de Egipto e Israel denominadas Oasificación o Sabanización.

La cosecha de aguas lluvia, es una técnica que utiliza el agua proveniente del escurrimiento superficial de una ladera o quebrada, generada a partir de los eventos pluviométricos, la cual es captada a través de la construcción de obras de acumulación, las cuales se diseñan en función de parámetros pluviométricos de la zona (intensidad de precipitaciones), características del suelo, capacidad de infiltración y pendiente del terreno. Estas obras, tienen la finalidad de disminuir la energía erosiva del agua, al reducir su velocidad de escurrimiento, además de acumularla e infiltrarla en el suelo, quedando disponible para ser utilizada por plantas forestales o agroforestales.

1.7.2 Canales de Desviación

Corresponde a obras que desvían el agua de escorrentía de quebradas y laderas, direccionando parte de flujo de las lluvias a zonas de mayor estabilidad. Se utilizan en las cabeceras de cárcavas, para iniciar el control de ellas, en áreas con evidente erosión y traslados de sedimento por escorrentía, o en cualquier zona que se quiera evacuar aguas sin causar daño al suelo, utilizándolas para fines de reforestación. Se debe construir con un mínimo de pendientes, ideal entre el 1% al 2% para evitar procesos erosivos (**Figura 15**).



Figura 15. Sectores adecuados para implementar un canal de desviación.

Cuidado y mantención: Se debe revisar, limpiar y reparar en caso de ser necesarios antes del inicio de las lluvias invernales. También se debe analizar año a año su funcionalidad y parámetros de diseño, en especial las pendientes), y evaluar si es necesario un nuevo diseño.

1.7.3 Diques para el control de la erosión

Los diques son barreras que cruzan un curso de agua o un conducto, ubicados en forma perpendicular a la dirección de la pendiente, para controlar el nivel y velocidad del agua (**Figura 16**). Tienen por objetivo, resistir el desgaste del fondo de las cárcavas o quebradas por efecto del arrastre ejercido por el agua, estabilizar las pendientes del lecho en las cárcavas o quebradas, y preparar las condiciones de siembra en las cárcavas o quebradas.



Figura 16. Diques en cárcava. Predio Sr. Hector Rojas. Peñablanca. Comuna de Pumanque.

El material de construcción de los diques puede ser de piedra sobre piedra (mampostería en seco), de piedra con cemento (mampostería hidráulica), diques de madera y/o diques de postes con bolsas de arena. Además, se puede utilizar malla raschel, para reducir la velocidad de escurrimiento del agua, y favorecer la retención de sedimentos de suelo.

Cuidado y mantenimiento: cada temporada (mayo) se debe revisar que la estructura esté firme y sin postes sueltos, que puedan generar un problema de erosión mayor. Observar que la malla raschel se encuentre funcional. En situaciones donde exista un descalce o destrucción de la obra por efectos de alta intensidad de lluvias, se debe reparar a la brevedad o en su defecto relocalizarla.

1.7.4 Empalizadas de contención de erosión

Son estructuras de polines impregnados, que tienen por finalidad proteger los taludes en laderas, recuperar zonas erosionadas por pequeñas cárcavas, y proteger quebradas y cursos de agua. Para la protección de taludes, se utilizan empalizadas longitudinales y para la protección de quebradas y recuperación de zonas erosionadas por cárcavas, se utilizan empalizadas transversales, las cuales poseen un vertedero (**Figura 17**).



Figura 17. Técnica de empalizadas en cárcava que se está formando.

Cuidado y mantenimiento: se deben revisar a inicio de temporada invernal (mayo), poniendo atención en su funcionalidad, verificando que con el tiempo se acumule material de arrastre y de origen a la formación de pequeños “aterrazamientos”. Además, se debe poner atención en los bordes de ellas, ya que debe permitir el flujo de agua sin provocar grietas o mayor arrastre de suelo. Si esto ocurre, se deben reparar o instalar nuevas empalizadas, complementarias a las anteriores.

1.7.5 Malla de Talud

Corresponde a mallas de fibras vegetales o de polietileno, que se extienden en la superficie del talud, para evitar que el suelo quede expuesto a las precipitaciones, generando una mayor estabilidad a los taludes por medio del desarrollo de una cubierta herbácea estable en un corto periodo de tiempo, favoreciendo una protección inmediata del suelo contra el efecto de los agentes erosivos, tales como áreas recién terraplenadas, taludes de corte y, dunas no estabilizadas, márgenes de ríos y canales, áreas con recubrimiento de la vegetación deficiente y cualquier superficie que se pueda ver afectada por la acción de los procesos erosivos. Es recomendable llenarlas de sustrato, con semillas establecidas con alguna especie de buena adaptabilidad a condiciones de secano, como la Festuca o Ballicas (**Figura 18**).



Figura 18. Malla talud para el control de la erosión, con siembra para añadir cobertura vegetal.

Cuidado y mantención: se deben revisar periódicamente, con el objetivo de detectar fallas y repararlas a tiempo, detectando desprendimiento o roturas por pisoteo animal en el pastoreo. Se debe reforzar su estabilidad las dos primeras temporadas, con una siembra directa al voleo de semillas de gramíneas rústicas locales, para tapanlas en forma inmediata con una ligera capa de tierra, de manera de permitir la germinación y establecimiento adecuado.

1.7.6 Barreras de contención con sacos con tierra y semillas

Estas barreras se construyen con saco rellenos con suelo y semillas de especies herbáceas y/o arbustivas de la zona. Se establecen en las cabeceras de las cárcavas, como líneas de desviación, al interior de las cárcavas como barreras de

contención y en zonas con erosión superficial o de manto. Su función es disminuir la velocidad del agua lluvia sobre la superficie del suelo, evitar el arrastre de material y generar “aterrazamientos” pequeños, que favorezcan la sedimentación del suelo. El objetivo es formar una barrera vegetal estable, capaz de regenerarse y permanecer en el tiempo (**Figura 19**).



Figura 19. Uso de barreras de sacos con semillas de especies herbáceas y/o arbustivas en el inferior de la cárcava para disminuir velocidad del agua lluvia y comenzar a introducir cobertura vegetal.

Cuidado y mantención: se debe evitar el pastoreo o ramoneo de la cubierta vegetal, una vez establecida, y en lo posible reforzar con la siembra directa de especies herbáceas y arbustivas, las dos primeras temporadas. En la medida en que se rompan y desintegren los sacos, debería aumentar la germinación, por lo cual la cubierta vegetal se va haciendo más estable.

1.7.7 Zanjas de Infiltración

Son obras de recuperación de suelos que comprenden un conjunto de zanjas, construidas de forma manual o mecanizadas, cuyo objetivo es capturar y almacenar el agua de escorrentía procedente de cotas superiores. Se construye transversalmente a la pendiente, sin desnivel y la sección puede ser trapezoidal o rectangular.

Cuidado y mantención: cada año se deben revisar, limpiar y reparar, cuando se verifique algún grado de deterioro. La limpieza tiene por finalidad, sacar el material que se acumula por arrastre de suelo en el interior de las zanjas, y depositarlo encima del borde, bajo la pendiente, formando un camellón

(Figura 20). En el caso que se requiera reparación de los bordes por derrumbe de ellos, estos deben perfilarse de manera de dejarlo en condiciones, para soportar la acumulación de agua provocada por las lluvias invernales.



Figura 20. Zanjas de infiltración trazadas en forma perpendicular a la pendiente del terreno.

2. Resumen

Incorporar en los agricultores el concepto de Ordenamiento Predial, resulta fundamental para la comprensión de un uso apropiado de sus predios acorde a la potencialidad productiva de cada sector, sin afectar a mediano o largo plazo el medio mismo donde se incorporen las labores, protegiendo la biodiversidad y el microclima de la zona.

Que acciones realizar desde las cimas o laderas altas, a las planicies y fondos de valle, es el objetivo de este concepto que se ha intentado integrar a los agricultores. Empezando una vocación forestal o de protección en los lomajes altos, una vocación ganadera o silvopastoral en laderas medias o bajas y una vocación agrícola o silvoagrícola en suelos planos o de poca pendiente.

Es necesario introducir sistemas forestales o agroforestales, como obras de conservación de suelos y agua, que sean asimilables, replicables y con una mantención factible para la pequeña agricultura, permitiendo así masificar estas prácticas de forma sencilla y oportuna.

Se destaca el establecimiento de sistemas silvopastorales con especies exóticas y/o nativas; sistemas de enriquecimiento para recuperar la masa boscosa en zonas desprovistas de vegetación, huertos melíferos como aporte a la actividad apícola e incentivar a los agricultores a explorar mercados nuevos, no explorados, para aumentar la rentabilidad de sus predios, entendiendo que además de facilitar la producción de miel por su oferta floral, estas plantas nativas tienen un relevante uso medicinal o para cosméticos.

Se hizo un manejo de eucaliptos quemados, afectados por incendios, y de espinales (*Acacia caven*), favoreciendo la formación de la copa, incluyendo obras de conservación como zanjas de infiltración, tazas de riego y control de cárcavas o taludes con uso de diques, empalizadas, barreras de contención y malla talud.

Todo lo anterior, en un marco de difusión de estas Unidades Demostrativas con visitas de agricultores de las comunas del secano, además de generar material divulgativo, para apoyar la recuperación de la actividad silvoagropecuaria y restaurar el patrimonio natural, de zonas afectadas por los incendios forestales.

3. Referencias bibliográficas

Andrade V., Fernando, co-autor; Cohen I., Marcos, co-autor ; Wrann H., Johannes; Manejo sustentable de los recursos forestales: desafío del siglo XXI (Chile, Valdivia : 22-28/NOV./1998).

Barros A.,S., ed.; Campodónico, M.I., ed.. Cosecha de aguas lluvia para la forestación [ponencias de congresos]. 1999. Publicado en: Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO: el manejo sustentable de los recursos forestales: desafío del siglo XXI, 22 al 28 de noviembre de 1.998, Valdivia, Chile.

Benedetti Ruiz, S., Delard, R., Roach Barrios, F. A., González, O. 2000. Monografía de quillay: Quillaja Saponaria. 72p.

- Carrasco J. Jorge, Pérez C. Claudio, Gaete C. Nelba. 2004. Control y manejo de cárcavas menores. Serie Cartillas Divulgativas Proyecto CADEPA. Chillán, Chile, Cartilla N° 1. 16 p.
- Cornejo, R. 1981. Proposición de alternativas de manejo silvopastoral en el secano interior para la región del Maule, CONAF-VII Región. Documento Técnico (Chile) N° 1. 37p.
- Donoso, C. y Ramírez, C. 1983. Arbustos nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Marisa Cuneo Ediciones. 143p.
- Gajardo, R. 1992. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica.
- Gatica, V.na, , Perret, S. 1999. Investigación y Desarrollo Forestal en la Pequeña Propiedad. Santiago, Chile. El ordenamiento predial, una herramienta para el incremento de productividad de pequeñas propiedades del secano [ponencias de congresos]. 2001. Publicado en: Investigación y desarrollo forestal en la pequeña propiedad / Valdebenito R.,G., ed.; Urquieta N.,E., ed.. 2001.
- INFOR. 1977. Resultados Preliminares de Ensayos de Métodos de Plantación e Introducción de Especies. Región Árida y Semiárida de Chile VI Región - Rapel. Santiago, Chile. 25p.
- INFOR. 1979a. Informe Técnico N° 62: Ensayo de Métodos de Plantación e Introducción de Especies en Zonas Áridas y Semiáridas. Rapel. Santiago, Chile. 24p.
- INFOR. 1983. Desarrollo Forestal de los Sectores de Secano Interior de la Zona Central de Chile. Santiago, Chile. 145p.
- INFOR. 1987. Informe N° 3: Productividad Forestal y Forrajera en el tipo Esclerófilo y Estepa de *Acacia caven*. Contrato DP/CHI/83/017-18 FODO. Santiago, Chile. 74p.
- INIA. 1983. Adaptación de especies forrajeras arbustivas de la Región de Valparaíso. Subestación Experimental Los Vilos. Informe Técnico Final. 56p.
- INFOR. 2001. Modelos agroforestales, sistema productivo integrado para una agricultura sustentable. Concepción, Chile. 24 p.

- Ovalle, C. y Avendaño, J. 1984. Utilización silvopastoral del espinal. I. Influencia del espino (*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn.) sobre la productividad de la pradera natural. *Agricultura Técnica (Chile)* 44(4): 339-345.
- Ovalle, C. y Avendaño, J. 1989b. Regeneración de Praderas en Espinales. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu (Chile)* (38):30-33.
- Ovalle, C., Avendaño, J. y Ruíz, C. 1990. Una nueva alternativa para las áreas marginales de las VII y VIII Regiones. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu (Chile)* (44):3-8.
- Ovalle, C. y Del Pozo, A. 1994 (Editores). *La agricultura del Secano Interior*. Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. 234 p. Cauquenes, Chile.
- Perret, S. Andrade, F., Wrann H., Johannes. 2000. Manual 25: Aplicación de técnicas de captación de aguas lluvia en predios de secano para forestación [monografías], Instituto Forestal, Santiago, Chile. INFOR, 45 p.
- Valdebenito Rebolledo, Gerardo Andrés, Co-Autor; Lucero Ignamarca, Alejandro Agustín ; *Manejo Sustentable De Los Recursos Forestales: Desafío Del Siglo XXI (Chile, Valdivia : 22-28/Nov./1998)*. Diseño de modelos forestales y agroforestales a pequeños propietarios de la zona semiárida Centro-Sur de Chile [ponencias de congresos]. 1999. Publicado en: *Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO: el manejo sustentable de los recursos forestales: desafío del siglo XXI*, 22 al 28 de noviembre de 1998, Valdivia, Chile / Barros A.,S., ed.; Campodónico, M.I., ed.. 1999.
- Valdebenito Rebolledo, Gerardo Andrés ; Andrade V., Fernando, Co-Autor ; Benedetti Ruiz, Susana, Co-Autor ; Salinas R., Aldo, Co-Autor ; Instituto Forestal (Santiago, Chile) ; Instituto De Desarrollo Agropecuario (Chile) ; Corporación Nacional Forestal (Chile). *Sistemas agroforestales: análisis y diseño de propuestas orientadas al secano de las comunas de Navidad y La Estrella*. Programa PRODECOP-SECANO [monografías]. Santiago: INDAP : CONAF : INFOR, 1997. 47 p.
- Valdebenito G., Hormazabal M., Alvarez, A. 2017. Reporte Técnico 2017. Red permanente de unidades experimentales y demostrativas de técnicas de recuperación de suelo y agua con fines forestales y/o agroforestales, en zonas áridas y semiáridas de Chile. Instituto Forestal, Ministerio de Agricultura.

Capítulo 3

Colecta de semillas y propagación de plantas de especies arbóreas para restauración post – incendio a escala piloto, comuna Pumanque, región de O’Higgins

Pedro León Lobos

Biólogo, INIA La Platina
pleon@inia.cl

1. Introducción

La región del Libertador General Bernardo O’Higgins, esta inserta dentro del Hotspot chileno de biodiversidad (Arroyo *et al.* 2004). Su flora única está representada por 1.189 especies silvestres de las cuales 908 son nativas, incluidas las endémicas. Del total nativo y endémico (908), 33 especies están En peligro y 175 Vulnerables a la extinción. Esto implica que 22,8% de la flora regional nativa resulta con algún grado de amenaza (Faúndez *et al.* 2007).

Los incendios forestales son un factor importante de amenaza para la biodiversidad. Chile en el verano del año 2017 vio afectada una superficie total de 518.174 Ha por incendios forestales, que incluyeron: plantaciones forestales, ecosistemas naturales y terrenos agrícolas. Según CONAF (2017), un 20% del total de la superficie afectada por los 70 incendios mayores a 200 Ha corresponde a bosque nativo, seguido de praderas naturales (18%) y terrenos agrícolas (7%). Particularmente, en la región de O’Higgins se quemaron un total de 90.357 Ha, correspondiente a un 17% de la superficie total afectada a nivel nacional (CONAF 2017), concentrándose en la Comuna de Pumanque. Los incendios afectaron áreas silvestres utilizadas por las comunidades locales, para actividades productivas de baja escala como la producción de miel (apícola) y la ganadería caprina u ovina.

Dada la degradación del medio y pérdida de biodiversidad, generada por los incendios del año 2017. Se requirió desarrollar acciones de restauración del hábitat, y reintroducción de especies vegetales en peligro de extinción, que sean de importancia para la mantención de las actividades silvoagropecuarias, además de restablecer las funciones ecosistémicas de las zonas degradadas por los incendios forestales. Sin embargo, una de las principales limitantes para conseguir la restauración consideró la disponibilidad y cantidad de propágulos (semillas), como también de plántulas para restaurar a una escala piloto y espacial la zona impactada por los incendios forestales.

En este capítulo, se detallan los resultados de las actividades de colecta de semillas y producción de plantas nativas para fines de restauración ecológica postincendio, en el sector de Pumanque, región de O'Higgins.

2. Metodología

2.1 Priorización y colecta de semillas

Previo a la prospección en terreno, se realizó una priorización preliminar en base a literatura más el conocimiento previo, sobre especies nativas de rápido crecimiento, con algún uso potencial o actual que se desarrollen en ambientes xéricos de la región de O'Higgins. Esto, con el fin de hacer una selección de las especies a colectar semillas, para propagación y posterior uso con agricultores y unidades pilotos de restauración de zonas afectadas por los incendios forestales. En función a las metas comprometidas, tiempo y recursos disponibles en el proyecto, se seleccionaron 4 especies para la recolección y propagación por semillas (**Tabla 1**). Se determinaron especies nativas arbóreas, todas para un uso melífero, de manera de aportar al crecimiento de esta actividad económica en la región. *Quillaja saponaria* es una especie melífera importante y de amplia distribución en la región, sin embargo, no se priorizó colectar semillas de esta especie, dado que CONAF, como institución asociada al Proyecto, hizo el aporte de plántulas de esta especie para la unidad piloto de restauración.

Durante enero y febrero del año 2019, se prospectaron sectores de las comunas de Pumanque y Litueche con el fin de localizar poblaciones de las especies priorizadas (**Figura 1**). Para cada especie, se recolectó una cantidad similar de semillas, en individuos reproductivos siguiendo el Protocolo y Manuales técnicos

Tabla 1. Especies nativas o arborescentes priorizadas para recolección de semillas en el secano costero de la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Especies	Familia	Nombre Común	Origen	Usos	Referencias
<i>Trevoa quinquinervia</i> Gillies & Hook.	Rhamnaceae	Talguén	Endémico	Melífera	Pantoja <i>et al.</i> (2017)
<i>Retamilla trinervia</i> (Gillies & Hook.) Hook. & Arn.	Rhamnaceae	Trevo	Endémico	Melífera	Pantoja <i>et al.</i> (2017)
<i>Schinus latifolius</i> (Gullies ex Lindl.) Engl.	Anacardiaceae	Mole	Endémico	Melífera, tictoria, frutos comestibles para chicha	Base de datos usos plantas nativas (INIA)
<i>Kageneckia oblonga</i> Ruiz & Pav.	Rosaceae	Bollen	Endémico	Melífera	Pantoja <i>et al.</i> (2017)



Figura 1. a) Colecta frutos de *Schinus latifolius* usando tijera extensora, b) Frutos maduros e inmaduros de *S. latifolius*.

desarrollados por INIA (León-Lobos *et al.* 2014). La recolección se realizó en forma aleatoria, con el fin de recoger en forma balanceada gran parte de la diversidad genética presente en cada población muestreada. Este es un procedimiento crucial para que en la etapa de conservación, propagación y repoblamiento estén genéticamente representados por la mayoría de los individuos de la población.

La colecta se hizo a no más de 20-30% de las semillas disponibles en la población, para no comprometer la regeneración natural de las especies presentes. Se recolectaron sólo semillas/frutos maduros, en etapa de dispersión natural. Previo a la recolección, se evaluó la calidad física de las semillas a través de la "prueba de corte" e inspección visual de su aspecto. Las semillas o frutos fueron recolectadas en bolsas de papel o género, adecuadamente etiquetadas, asignándoles un código único y seriado de colecta a cada muestra. Para especies con alto porcentaje de semillas vanas, se incrementó proporcionalmente la cantidad de frutos con el fin de compensar las semillas y así aumentar la probabilidad de recoger la cantidad de semillas requeridas para propagación. Se contempló recolectar al menos 5.000 semillas, por muestra de cada especie.

Posteriormente, se llenó una ficha de colecta estándar utilizada por INIA, para recopilar la mayor cantidad de información posible sobre las características de la especie y localización de las poblaciones muestreadas, además de información sobre su hábitat tanto físico como especies acompañantes. Finalmente, para cada accesión se recolectó muestras para un herbario, con el fin de validar taxonómicamente cada muestra.

Una vez recolectadas, las muestras semillas/frutos fueron trasladadas al laboratorio en INIA-La Platina, donde fueron temporalmente almacenadas a 10°C previo a su limpieza y procesamiento. Las muestras en una primera etapa fueron procesadas a mano, utilizando tamices con el fin de separar lo más posible las semillas/frutos de los restos de hojas, ramas y frutos, para el caso de frutos indehiscentes como el Bollen. Las muestras resultantes fueron posteriormente pasadas por un equipo soplador de semillas, que consiste en tubo de acrílico por el cual se hace pasar un flujo de aire a distinta intensidad, permitiendo separar las semillas del polvo, pequeños restos de hojas y de los frutos, como semillas vanas. De esta forma se obtiene una muestra limpia y con alto contenido de semillas enteras (con presencia de embrión) (**Figura 2**). Posteriormente, las muestras de semillas se volvieron a almacenar a 10°C.

En el caso de los frutos de Talguén, previó a limpiarlos con soplador, estos se colocaron en un tamiz y frotaron suavemente con la mano, usando un guante de cuero con el fin de moler el fruto. El fruto de Trevo es una pequeña capsula dura (**Figura 3**) que contiene 2 semillas. Los frutos fueron almacenados temporalmente conteniendo las semillas. Luego, al momento de la siembra estos fueron cuidadosamente cortados en un ápice con el fin de extraer las semillas sin dañarlas.

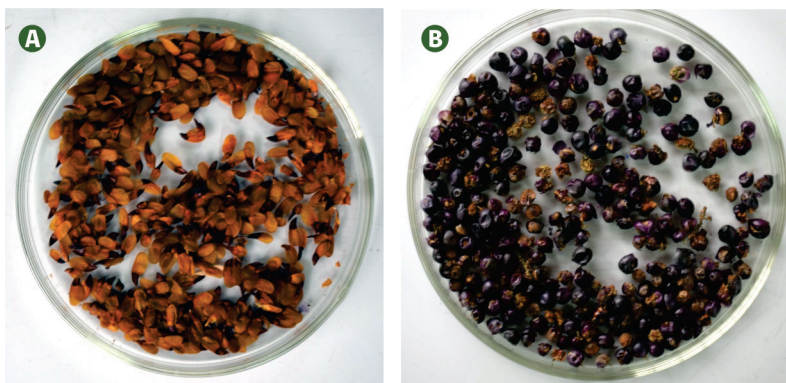


Figura 2. a) Semillas de *Kageneckia oblonga* y b) frutos secos de *Schinus latifolius* al final de la limpieza de la muestra colectada.



Figura 3. a) Frutos de Talguén (*Trevoa quinquinervia*) y b) frutos de Trevo (*Retamilla trinervia*).

2.2 Germinación de semillas

Para cada una de las muestras colectadas, se hizo evaluación de su viabilidad a través de pruebas de germinación. Para especies de fácil germinación sin antecedentes de dormancia de semillas, como es el caso de *Kageneckia oblonga* y *Schinus latifolius*, se está aplicando un protocolo estándar que incluye poner a germinar las semillas en incubadoras a 20°C y fotoperiodo de 12 : 12 hrs Día: Noche. Para el caso de *Trevoa quinquinervia* (Talguén), se aplicó un tratamiento de escarificación con Ácido Sulfúrico por 10 y 20 minutos, con el fin de romper la Dormancia de tipo física impuesta por una testa impermeable. Para *Retamilla trinervia* (Trevo) no existen antecedentes publicados sobre germinación de

semillas. Dado que pertenece a la misma Familia que Talguén y la morfología de semillas son similares, se asumió que también presenta Dormancia del tipo física. Para evaluar esto, se instaló un ensayo de germinación para determinar los tiempos de escarificación ácida que gatillan la germinación de semillas de Trevo. El diseño experimental para semillas de Trevo considero 3 tratamientos a diferentes tiempos de las semillas en Ácido Sulfúrico (20, 40, 60 minutos) más una condición control sin escarificación ácida.

Cada tratamiento considera 3-5 réplicas con 50 semillas, cada una. Las semillas fueron sembradas en placa Petri sobre Agar-agar y luego puestas en incubadoras a 20°C (**Figura 4**). Cada placa Petri correspondió a una réplica. La emergencia de semillas fue monitoreada semanalmente. Se consideró como semilla germinada, aquella en que la radícula emerge sobre 2 mm desde la semilla.



Figura 4. Placas Petri con semillas de las especies priorizadas, puestas a germinar en incubadora a 20°C.

2.3 Producción de plantas de especies seleccionadas

Las plántulas normales generadas en los ensayos de germinación, fueron sembradas en bolsas de 100 cc. conteniendo una mezcla de tierra de hoja compostada y tierra arcillosa de cerro (en proporción 3:1).

Con el fin de generar una mayor cantidad de plántulas, las semillas de Molle y Bollen se pusieron a remojar durante 24 hrs en un recipiente con agua corriente. Posteriormente, fueron lavadas para eliminar los restos de frutos, y se sembraron al voleo en bandejas con sustrato, compuesto por turba, perlita y vermiculita (2:1:1/2). Las bandejas fueron regadas y los contenedores con las semillas cubiertos con bolsas de plástico perforadas y puestas en incubadora a una temperatura de 20°C, fotoperiodo de 12:12 Luz : Oscuridad, las cuales una vez que generan las primeras hojas verdaderas se traspasaron a bolsas, según lo descrito anteriormente.

Los contenedores, quedaron dispuestos sobre mesones en invernaderos o sombreadores habilitados en INIA La Platina. Las plántulas se monitorearon y regaron periódicamente (1 o 2 veces por semana), dependiendo de la estación, con el fin de evaluar su sobrevivencia, crecimiento y sanidad (**Figura 5**).



Figura 5. Plántulas de Bollen y Molle transplantadas en bolsas de plástico de 100 cc. en sombreadero.

3. Resultados

3.1. Colecta de Semillas

Se recolectaron muestras de semillas y frutos maduros de las 4 especies de plantas nativas inicialmente priorizadas (**Tabla 2**), especies frecuentes en el matorral esclerófilo presente en el área del Proyecto. La mayoría de las colectas se realizaron en bosquetes remanentes cercano al área seleccionada para instalar el piloto de restauración en Pumanque.

Tabla 2. Localización geográfica de las muestras de semillas de las colectas realizadas en la temporada 2018–2019, en el secado de la región de O'Higgins.

Accesión	Especies	Coordenada geográfica		Altitud (msnm)	Localidad	Provincia
		Latitud	Longitud			
REM 001	<i>Trevoa quinquinervia</i> Gillies & Hook.	34°32'40"S	71°40'40"O	275	Peñablanca, Pumanque	Colchagua
REM 002	<i>Retamilla trinervia</i> (Gillies & Hook.) Hook. & Arn.	34°32'40"S	71°40'40"O	275	Peñablanca, Pumanque	Colchagua
REM 004	<i>Schinus latifolius</i> (Gullies ex Lindl.) Engl.	34°6'41"S	71°48'16"O	300	Hidango Litueche	Cardenal Caro
REM 006	<i>Kageneckia oblonga</i> Ruiz & Pav.	34°32'47"S	71°40'30"O	260	Peñablanca, Pumanque	Colchagua

Para todas las especies se recolectaron al menos 6.700 semillas/frutos por muestra (**Tabla 3**) superando la meta inicial definida al inicio de la actividad de colecta. Sin embargo, algunas especies, como *T. quinquinervia* y *S. latifolius*, las muestras recolectadas presentaron un alto porcentaje de semillas vanas o pre-

Tabla 3. Peso de semillas y número de semillas por muestra. Porcentaje de semillas potencialmente viables y total de semillas potencialmente viables en las accesiones recolectadas.

Accesión	Especies	Peso inicial muestra (g)	Peso muestra limpia (g)	Peso 100 semillas (g)	Semillas por muestra	Semillas enteras (%)	Total semillas enteras por muestra
REM 001	<i>Trevoa quinquinervia</i> Gillies & Hook.	358	167	1,195	13.975	10,0	1.397
REM 002	<i>Retamilla trinervia</i> (Gillies & Hook.) Hook. & Arn.	862	607	2,137	28.404	80,0	22.723
REM 004	<i>Schinus latifolius</i> (Gullies ex Lindl.) Engl.	1.468	1.250	3,981	31.399	20,0	6.280
REM 006	<i>Kageneckia oblonga</i> Ruiz & Pav.	355	355	0,279	127.240	46,3	58.872

dadas, respectivamente. Esto redujo sustancialmente el número final de semillas enteras (potencialmente viables), particularmente para *T. quinquinervia*, con solo 1.397 semillas. El bajo porcentaje de semillas viables puede ser debido a un alto porcentaje de aborto de semillas producto de la sequía. Para las especies restantes, el número final de semillas potencialmente viables estuvo sobre las 5.000.

Periódicamente una fracción de las semillas de cada muestra, se utilizó para los ensayos de germinación y propagación. La restante quedó temporalmente en almacenamiento en una cámara frigorífica a 10°C, para su posterior uso. Mientras que las semillas no utilizadas han sido conservadas en la Red de Bancos de Germoplasma de INIA.

3.2. Germinación

Según los resultados las semillas de *Kageneckia oblonga* no tienen restricciones para germinar bajo condiciones estándar (**Figura 6**). Sobre un 90% de las semillas enteras (con presencia de embrión) germinaron luego de estar 16 días dentro en una incubadora a 20°C (**Tabla 4**). Semillas de *Schinus latifolius* en cambio, germinaron más lentamente y en menor porcentaje, aunque con valores sobre un 50%. En el caso del Talguén (*Trevoa quinquinervia*), las semillas pretratadas con Ácido sulfúrico por 10 minutos, germinaron más rápido (15 días) y en mayor porcentaje (>90%) que semillas no pretratadas con Ácido Sulfúrico (**Tabla 4**).

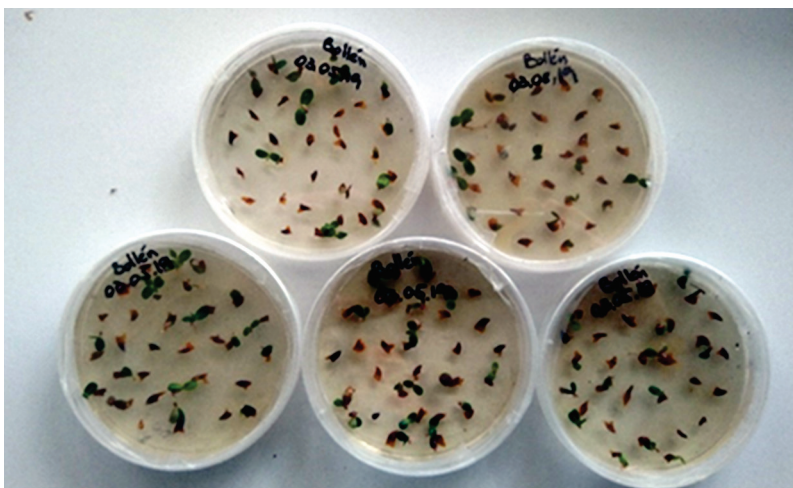


Figura 6. Placas Petri del ensayo de germinación de *Kageneckia oblonga*, donde se observa (en verde) semillas recién germinadas.

Tabla 4. Germinación de semillas (%) *Kageneckia oblonga*, *Schinus latifolius* y *Trevoa quinquinervia* a las mejores condiciones de incubación.

Especies	Condición de germinación (t°/L:O)	Diseño (replicas x semillas)	Pre-tratamiento	Duración ensayo (días)	Germinación (%)
<i>Kageneckia oblonga</i>	20°C/12:12	3 x 20	-	16	92,0 ± 1,7
<i>Schinus latifolius</i>	20°C/12:12	3 x 20	Remojo 24 horas	50	57,0 ± 11,5
<i>Trevoa quinquinervia</i>	10/20°C/12:12	2 x 15	-	56	66,7 ± 9,4
	10/20°C/12:12	2 x 15	10 min H ₂ SO ₄	15	93,3 ± 9,4

En el caso de las semillas *Retamilla trinervia* (Trevo), la germinación fue lenta, demorando sobre 120 días en alcanzar un 50%, esto sin ningún pretratamiento y solo incubando las semillas a 20°C (**Figura 7**). El pretratamiento de las semillas remojadas por 40 y 60 minutos aceleró la germinación (**Figura 8**). Al termino del ensayo (día 213), la mayor germinación se obtuvo en semillas pretratadas con Ácido Sulfúrico por 40 y 60 minutos (alrededor de un 80%). Las semillas no pretratadas con Ácido, mantuvieron una germinación alrededor de un 50% (**Figura 7**)

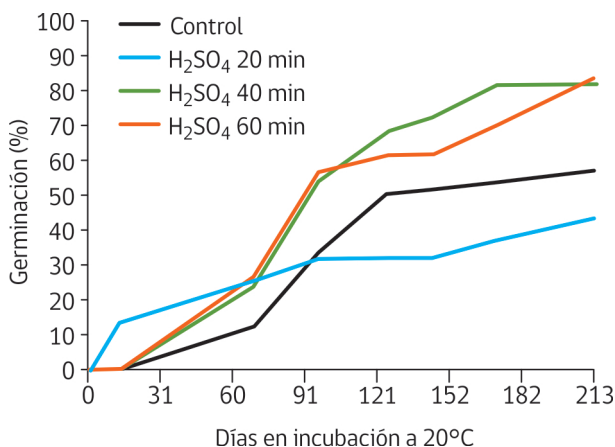


Figura 7. Germinación de semillas de *Retamilla trinervia* (Trevo) no pretratadas y pretratadas a distintos tiempos en Ácido Sulfúrico y luego incubadas a 20°C.

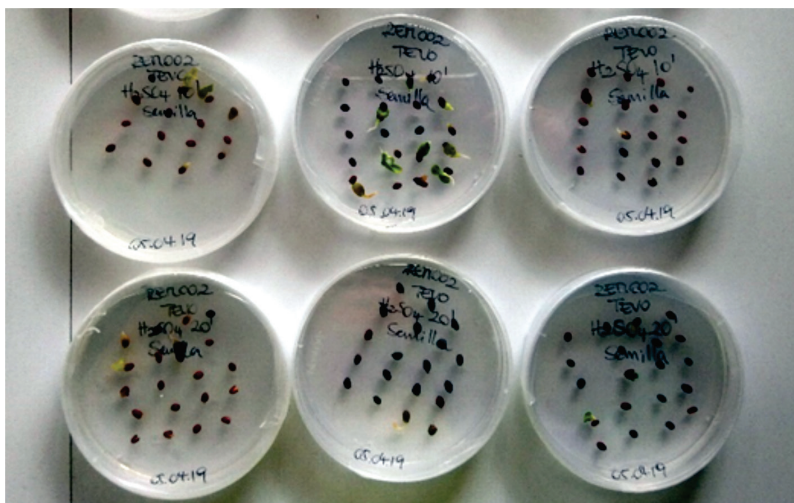


Figura 8. Placas Petri del ensayo de germinación de *Retamilla trinervia* (Trevo) donde se observa en verde semilla recién germinada.

3.2. Propagación de plantas

Las primeras plántulas se propagaron a fin de abril del año 2019, donde se presenció una significativa mortalidad inicial por ataque de larvas de un insecto. También, hubo mortalidad y escaso crecimiento en otras, producto de la calidad del agua de riego utilizada, debido a la alta concentración de sales. Acordé a esta situación se tomó la decisión de regar las plantas con agua de osmosis. En total se propagaron sobre 1.500 plántulas, la mayoría de Molle y bollen y, en menor cantidad de Trevo y Talguén (**Tabla 5**).

Tabla 5. Número plantas por especie producidas en viveros para fines de restauración ecológica en el sector de Pumanque, región de O'Higgins.

Especies	Nombre Común	Mayor a 20 cm	Entre 20 y 10 cm	Menor a 10 cm	Total plántulas
<i>Trevoa quinquinervia</i>	Talguén	45	0	7	52
<i>Retamilla trinervia</i>	Trevo	61	117	33	211
<i>Schinus latifolius</i>	Molle	439	260	129	828
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollen	114	191	129	434
Total plántulas		659	568	298	1.525

La cantidad de planta por especie estuvo condicionada a la baja disponibilidad inicial de semillas colectada en el caso de Talguén (**Tabla 3**) y al escaso conocimiento sobre la germinación en el caso del Trevo. Luego de 16 meses de trabajo se logró generar plántulas mayores a 20 cm de altura para las especies priorizadas (**Tabla 5, Figura 9**) y también similares cantidades de plantas de menor tamaño las mismas especies. Esto último debido a proceso de germinación y siembra posteriores.



Figura 9. Plántulas de *Schinus latifolius* (A), *Kageneckia oblonga* (B) y *Trevoa quinquinervia* de sobre 30 cm y 16 meses. Plantas de *Schinus latifolius* (D) de 6 meses de edad de lento crecimiento probablemente afectadas por la calidad del agua con que fueron inicialmente regadas.

4. Discusión y Conclusiones

La producción de plantas nativas en el marco del Proyecto FIA, surgió como una actividad piloto adicional, en una etapa avanzada de ejecución del proyecto. A pesar de esto se lograron general cantidad de plantas suficientes para la mayoría las especies seleccionadas, para ser incluidas en el Piloto de Restauración Ecológica.

En el caso del Bollen y Molle, sus semillas son relativamente fácil de germinar, por lo cual no sería de gran impedimento obtener semillas y generar plántulas localmente, a mayor escala para restauración en áreas afectadas por incendios. Las semillas de Talguén y Trevo poseen un testa dura e impermeable, que condiciona la germinación y al menos se demora mucho más tiempo en germinar. Al tratar las semillas con Ácido Sulfúrico, se acortan los tiempos de germinación y se aumentó la cantidad de semillas germinadas. El Ácido Sulfúrico es muy corrosivo y peligroso por lo por ningún motivo se recomienda utilizar, si no se tiene las condiciones de seguridad para ello (Ej. cámara de extracción de gases, mascara especial, etc.). Alternativamente, si no se puede utilizar Ácido sulfúrico para hacer más permeable la testa, las semillas de Talguén y Trevo se puede sembrar sin pretratamiento previo, aunque se llegará a obtener menos plantas, demorándose un mayor tiempo en obtenerlas.

La mayor limitante, ha sido el establecimiento de vivero. Aunque no fue cuantificada, hubo una significativa mortalidad en la etapa de traspaso de plántulas a bolsas en vivero. Esto principalmente por condiciones de la calidad del agua, con la que se regó las plántulas. Por tanto, si se controla esta condición y se siembra en la época adecuada (otoño y fines de invierno), la sobrevivencia de plántulas debe ser mayor.

Las especies propagadas, son frecuentes en el bosque esclerófilo de la región de O'Higgins. En la colecta, fue relativamente fácil obtener semillas, aunque en bajas cantidades para algunas de las especies. Nuestro país está enfrentando una mega sequía, que estaría afectando, aunque no está evaluado, la sobrevivencia de plantas y producción de semillas del Bosque Esclerófilo de Chile central. Si estas condiciones climáticas se mantienen, lo que es muy probable considerando los escenarios generados por el Cambio Climático, la disponibilidad de semillas nativas será un factor condicionante, para el éxito de los esfuerzos de restauración ecológica del bosque esclerófilo de Chile central. De acuerdo a esto, se requiere iniciar a la brevedad un programa de colecta y conservación de semillas de las plantas nativas, para sostener programas de restauración de este ecosistema.

Las comunidades locales pueden jugar un rol clave en recolección de semillas y producción de plantas nativas para restauración (León-Lobos *et al.* 2020), incluso esto llegar a ser una actividad económica importante complementaria a sus ingresos. Para ello, se requiere capacitarlos y acompañarlos en el proceso de adopción de tecnologías y herramientas necesarias, para sostener la recolección de semillas y producción de plantas nativas, como una actividad productiva sustentable y sostenible.

5. Bibliografía

- Arroyo MTK., Marquet P., Marticorena C., Simonetti J., Cavieres L., Squeo F., Rossi R. (2004). Chilean Winter Rainfall – Valdivian Rainforest. *In*: Mittermeier RA., Robles Gil P., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier CG. Lamoreux J., da Fonseca GAB., editors. Hotspot Revisited: Earth's Biologically Richest and most Endangered Terrestrial Ecoregions.. CEMEX. p. 99–103.
- Faúndez L., M. Serra y S. Teillier (2007). Estado de conservación de la flora vascular de la región de O'Higgins. En: Serey, I., M. Ricci & C. Smith-Ramírez (Eds.). Libro Rojo de la región de O'Higgins. Corporación Nacional Forestal – Universidad de Chile, Rancagua, Chile: 29–42.
- León-Lobos, P., A.C., Sandoval, G. Bolados, M. Rosas, D. Stark y K. Gold (2014). Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales. 96 p. Boletín INIA N° 280. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.
- León-Lobos P., MA. Bustamante-Sánchez, CR. Nelson, D. Alarcón, R. Hasbún, M. Way, H. Pritchard, JJ. Armesto (2020). Lack of adequate seed supply is a major bottleneck for effective ecosystem restoration in Chile: Friendly amendment to Bannister *et al.* (2018). *Restoration Ecology*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/rec.13113>.
- Pantoja P., M. Gómez, C. Contreras, L. Grimau & G. Montenegro (2017). Determination of suitable zones for apitourism using multi-criteria evaluation in geographic information systems: a case study in the O'Higgins Region, Chile. *Cien. Inv. Agr.* 44(2):139–153. DOI: 10.7764/rcia.v44i2.1712

Capítulo 4

Medidas y recomendaciones de acciones para el control preventivo de incendios en la actividad agrícola y forestal. Propuestas de recuperación en la actividad agrícola

Jorge Carrasco Jiménez

Dr., Ingeniero Agrónomo
jcarrasc@inia.cl

Marcelo Quezada Jara

Médico Veterinario, INIA Rayentué

Cristian Aguirre Aguilera

Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

Felipe Rubilar Torres

Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué

1. Introducción

Los incendios, son eventos no deseados que ocurren con cierta frecuencia en aquellos países que presentan plantaciones forestales, siendo afectados principalmente aquellos de clima mediterráneo, con un verano caluroso y escasas precipitaciones, generando graves y nocivos impactos sociales, como económicos y ambientales.

Los incendios forestales se han constituido desde ya hace varios años en una problemática de interés mundial tanto en Europa (España y Francia), en Australia, Estados Unidos, como en América, donde Chile ha sido uno de los más afectados. El efecto del cambio climático, que ha provocado un incremento de las temperaturas, con fuertes oleadas de calor en diciembre y en los primeros meses del año, sumadas a las causas de origen antrópico, se convierten en las principales causas de los incendios.

En Chile, lamentablemente, en los últimos años ha aumentado el número de incendios forestales y la superficie afectada, lo cual ha venido asociado a un aumento de la vulnerabilidad de los bosques ante el fuego o, más concretamente la posibilidad de que ocurran grandes incendios.

Los incendios que afectan suelo agrícola y forestal, son uno de los factores más importantes en la modificación medioambiental. Estos pueden ser clasificados según su naturaleza en incendios controlados, cuyo fin es preventivo, por lo cual en ellos se controla el área de su acción, la temperatura y el tiempo de duración, siendo planeados para destruir bosques, con la finalidad de habilitar suelo destinado a la actividad agrícola o ganadera. Además, se encuentran los incendios no controlados, los cuales pueden ser naturales o de origen antrópico, donde no es posible controlar el área de acción, como tampoco determinar el tiempo de duración.

Los impactos de los incendios van a depender de la intensidad, recurrencia y duración de los mismos. Por una parte estos efectos pueden ser directos, tales como pérdida de vegetación, pérdida de animales y degradación del suelo. Los efectos indirectos, por otra parte, van desde la erosión del suelo y la contaminación del agua, hasta provocar problemas de deslizamientos de tierra, y embanque de represas.



Figura 1. Bosque de pino y eucaliptus quemado por efecto de un incendio forestal.

En un incendio, los efectos que tiene el fuego sobre el suelo son de gran complejidad y dependen fundamentalmente de la temperatura y duración de dicho evento, las condiciones climáticas post-incendio, y las características particulares de cada suelo (humedad, vegetación, tipo de suelo, entre otros). El calentamiento del suelo tiende a alterar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, con lo cual se inducen grandes cambios en los procesos que en él se llevan a cabo, siendo afectada principalmente la materia orgánica, elemento indispensable para la formación de suelo y mantener su estructura.

Se sabe que, entre ocho a nueve, de cada diez siniestros, son provocados de una u otra forma por el hombre, y más de la mitad de los provocados son intencionales. Es evidente que los intentos por detener las causas humanas, que originan los incendios forestales, han fracasado. Esto queda ratificado por el hecho de que aún se desconocen las causas, de la mayoría de los siniestros registrados.

2. Contexto de los incendios años 2016-2017 en la comuna de Pumanque

Durante el verano de 2017, la zona centro-sur de Chile experimentó uno de los más grandes incendios registrados en la historia del país. De acuerdo a datos oficiales de CONAF, el área incendiada entre las regiones de Valparaíso y del Biobío, hasta el 28 de febrero, alcanzó las 594.783 hectáreas de suelo agrícola y forestal. Esta extensión cubre una longitud norte sur de 600 km. y es el hogar del 57% de la población nacional.

La sequía que está afectando a nuestro país, desde hace más de 10 años, y en particular a la zona central de Chile, generó el escenario perfecto para la formación de incendios, con suelos extremadamente secos, contenidos bajos de materia orgánica, y una condición de alta ventosidad propia de los sectores costeros, además de alta temperatura ambiental entre los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017, propiciaron la ocurrencia de un mega incendio sin precedentes en nuestro país, que afectó la zona central y sur de Chile, y que fue ampliamente difundido por la prensa nacional e internacional, al informarse que más de 500.000 hectáreas se vieron afectadas entre las regiones de O'Higgins y del Biobío. En la actividad agrícola, esta emergencia involucró a casi 45 mil cabezas de ganado ovino y caprino, casi 9 mil cabezas de ganado bovino, 6 mil equinos, además de 46 mil colmenas de abejas.

La región de O'Higgins, se vio afectada en mayor o menor grado, con la totalidad de las comunas del secano de la región. De acuerdo a la información reportada, el siniestro llamado "Nilahue Barahona", que afectó a las comunas de Pumanque, Marchigue, Pichilemu, La Estrella y Litueche, en el secano costero de la región de O'Higgins, consumió alrededor de 20.000 hectáreas en sus primeras 48 horas. Al 25 de enero había consumido un total de 49.156 hectáreas, lo que lo convirtió en el segundo incendio más grande y devastador de los que exista registro en Chile, superando al que en el año 1.999 consumió 25.389 hectáreas en la localidad de La Rufina. El Gobierno de Chile anunció la extinción del incendio el 27 de enero, dejando un total de 80.000 hectáreas consumidas, viéndose afectadas principalmente las comunas de Marchigue (17.796 ha), Pumanque (15.969 ha), Paredones (8.898 ha), Lolol (7.643 ha), y Pichilemu (5.159 ha).

Por una lado, la mayor proporción del daño de la región de O'Higgins, correspondió a plantaciones de bosque nativo y especies exóticas. Por otro lado, el efecto asociado al sector pecuario afectó a 4.696 agricultores, los cuales tuvieron pérdidas efectivas por efecto del fuego, o se vieron bajo serio riesgo de muerte de sus animales, por falta de forraje u otros alimentos.

El análisis de las áreas quemadas por la serie de incendios ocurridas en el período diciembre de 2016 a febrero de 2017, realizado con fotos satelitales, evidenció que la comuna de Pumanque se vio afectada en casi el 80% de su superficie.

3. Recomendaciones para evitar problemas de incendios en terrenos agrícola y forestal

A continuación, se presentan recomendaciones dirigidas a la población en general, y en particular a técnicos y, productores agrícola y forestal, orientadas a reducir el riesgo de incendios, que pudiesen afectar los terrenos de las comunas del secano de la región de O'Higgins. Estas son:

- Respetar las normativas de permisos de quemas controladas, autorizadas por CONAF.
- Mejoramiento del rebaño ovino al interior de los predios, con reproductores de alta calidad genética, adaptados a las condiciones del secano, para producir una masa ganadera que mantenga controlado el crecimiento de la cobertura vegetal herbácea, con el pastoreo (**Figura 2**). Esto permitirá reducir, el volumen de material combustible en la temporada de incendios forestales.



Figura 2. Masa ovina de razas Suffolk y Tercel, de alta calidad genética, pastoreando una pradera natural.

- Promover la técnica de aversión inducida en ovinos. De esta forma, estos animales se condicionan para que no se alimenten de los renovales de pino, eucaliptus, o alguna especie nativa, como Quillay (**Figura 3**), en los terrenos plantados con estas especies forestales, consumiendo sólo de la pradera natural y malezas. Esto favorece el crecimiento de los árboles, porque al eliminarlas se evita la competencia por agua y nutrientes, de estas especies herbáceas.
- Establecimiento de sistemas de captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias, para la pequeña agricultura de las comunas del secano, a partir de los techos de las construcciones, con el objeto de disponer de este vital elemento, para bebida animal o producción de hortalizas bajo invernadero (**Figura 4**), para enfrentar y controlar posibles problemas de propagación de incendios forestales.



Figura 3. Animales ovinos alimentándose de la cobertura herbácea en una plantación de Quillay.



Figura 4. Sistema de captación de aguas lluvias de la techumbre de una construcción y acumulación de ella en un estanque de plástico polietileno.

- La cisterna flexible es otro de los sistemas de acumulación de agua que puede ser de gran ayuda para mejorar la disponibilidad de este elemento para el control de incendios (**Figura 5**). Como su nombre lo indica, al ser flexible, permite ingresar a bosques y terrenos de difícil acceso, dejando este sistema disponible con agua, para ser utilizado en caso de emergencias.



Figura 5. Cisterna flexible, como un sistema de acumulación de agua para uso agrícola o forestal.

- Promover la eliminación de cobertura herbácea, en más de 20 metros alrededor de las viviendas, bodegas, corrales, o de cualquier construcción agrícola, para evitar la propagación de incendios.
- Se debe habilitar los ingresos principales a las parcelas, viviendas, galpones y corrales, de manera que sean expeditos para el ingreso de brigadas forestales y bomberos en caso de algún siniestro.
- Podar periódicamente los árboles adyacentes a las viviendas, evitando que sus ramas lleguen a las techumbres y cables de luz. El contacto con los cables de luz, podrían llegar a generar chispas que provocasen un incendio.
- No utilizar herramientas eléctricas como soldadoras, esmeriles de corte u otras, en construcciones cercanas a bosques o pastizales, sin antes haber delimitado una zona de seguridad en períodos críticos de cobertura herbácea seca, en verano y comienzos de otoño.
- En la temporada de fines de primavera, verano, e inicios de otoño, cuando la vegetación herbácea está seca, para realizar el corte de la pradera o malezas, no es recomendable utilizar maquinaria como segadoras rotativas, en potreros pedregosos. Esta labor, puede iniciar chispas que provocarán incendios, por lo cual se debe optar por cortar la pradera temprano, por la mañana, cuando la vegetación tenga cierta humedad y no favorezca el inicio de estos siniestros.
- Además de lo anterior, en los trabajos de trilla y cosecha de cereales, se debe indicar al maquinista el lugar donde se encuentran las piedras en el terreno a ser cosechado. La máquina, durante la labor, puede iniciar chispas que darán origen a incendios de rápida propagación.
- Evitar almacenar guanos de cualquier origen, en lugares con mala ventilación. Esto, porque el calentamiento de ellos, en su proceso de fermentación bacteriana, puede generar un aumento tal de la temperatura, que podría llegar a provocar incendios forestales o estructurales.
- Se debe evitar el guardar heno o fardos en bodegas poco ventiladas, aún más cuando su contenido de humedad este por sobre lo recomendado ya que estos pueden incendiarse espontáneamente. Un material con una temperatura de ignición baja, como el heno, comienza a liberar calor. Esto puede ocurrir por oxidación, en presencia de aire y humedad, lo que genera calor, el cual no puede escapar, al ser el heno y fardos buenos aislantes térmicos. De esta forma, la temperatura del material aumenta por sobre su punto de ignición, encendiéndolo por combustión espontánea.

- Durante la temporada seca, se debe evitar desechar o arrojar en el campo u orillas de carreteras, envases de vidrios. Con los intensos rayos solares, la falta de agua y la cobertura herbácea seca, las botellas de vidrio pasan a ser un peligro en predios y bordes de carreteras, porque pueden ocasionar el efecto lupa entre la hojarasca seca, y generar un incendio.
- En un predio agrícola, todos los envases de aerosol utilizados en el manejo del ganado, como repelentes de moscas, cicatrizantes o antibióticos, deben ser enterrados y nunca quemarlos, debido que al calentarse explotan y puedan salir disparados como un proyectil, pudiendo provocar un incendio, al entrar en contacto con la vegetación seca.
- Durante la temporada seca, se recomienda a la población de abstenerse a realizar quemas de basura, ya que ésta también puede provocar un incendio, en caso de propagarse y no poder controlarlo. Del mismo modo, se recomienda a los viajeros en vehículos, evitar arrojar colillas de cigarrillos a los costados de los caminos y carreteras.
- Realizar mantenciones periódicas de fuentes de corriente eléctrica, instaladas a la intemperie, siendo utilizadas para proporcionar energía a bombas de pozo profundos, norias u otro. El sol deteriora los cables con los años, provocando un sobrecalentamiento de estos mismo, y con ello un incendio que se propague a la vegetación.
- En el campo, en épocas donde la vegetación herbácea está seca, se debe evitar encender fogatas, en especial en días de viento.

4. Recomendaciones postincendios

Propuestas de manejo de suelos para prevenir incendios y para la recuperación de ellos en caso de verse afectados

- En predios donde sus deslindes llegan a carreteras o caminos principales, en primavera, cuando existe humedad de suelos, es fundamental preocuparse en hacer cortafuegos de a lo menos 3 metros de ancho (**Figura 6**). Para esto se pueden utilizar rastras de discos, procurando que la labor se realice lo más próximo al cerco limítrofe y en forma paralela al camino, con la intención de minimizar los riesgos de propagación del fuego, que puedan originarse en los bordes por el efecto lupa de botellas, o por colillas de cigarrillos arrojadas desde vehículos en circulación.



Figura 6. Corta fuego ubicado en el borde de un predio y paralelo al camino público.

- De acuerdo a trabajos realizados por INIA, el nivel de materia orgánica en los suelos agrícolas afectados por los incendios forestales, se reduce entre un 20 a un 30% en los primeros dos centímetros de profundidad, concentrándose el mayor porcentaje de pérdida en el primer centímetro. A partir de los dos centímetros, el porcentaje de materia orgánica se mantiene prácticamente inalterable, y en las mismas condiciones de un suelo no quemado.

En el caso anterior, para la recuperación de los suelos, lo recomendable es aplicar guano de ave de buena calidad, maduro, incorporándolo al suelo para recuperar la materia orgánica del mismo, y aplicado en dosis de 6 a 8 toneladas/ha por año, en un período continuo de 5 años, lo que significa conseguir 30 a 40 toneladas aplicadas en ese período. En la eventualidad de que el agricultor, obtenga el beneficio del programa SIRSD-S, del Estado de Chile, puede aplicar hasta 12 toneladas/ha, por año, dependiendo del plan de trabajo autorizado por el SAG o INDAP.

- Post incendio, es recomendable realizar rastrajes de los terrenos, en forma inmediata después de las primeras lluvias, para favorecer la incorporación de las cenizas al suelo. De esta forma se aprovechan los nutrientes, como fósforo, magnesio, potasio, y calcio, principalmente, que se liberan con la quema de especies herbáceas.

- En un suelo agrícola, afectado por un incendio forestal, es recomendable incorporar adecuadas normas de manejo de suelos, apoyándose fuertemente en los instrumentos e incentivos que posee el programa de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD-S). Se deben incorporar todas las prácticas posibles, como por ejemplo la labor de escarificado que permita romper el suelo con laboreo vertical, para facilitar la infiltración de las aguas lluvias en el perfil de suelo. (**Figura 7**) De esta forma **se reducirán procesos erosivos**, que arrastrarán cenizas y suelo, y con ello nutrientes que permitan un mejor desarrollo de los cultivos, que se lleguen a establecer.



Figura 7. Labor de escarificado del terreno para la rotura del suelo y facilitar la infiltración del agua de lluvias.

- En lo posible, realizar el establecimiento de praderas de rápido crecimiento, como Avena, Vicia, tréboles, Ballica, y Triticale, entre otras. Es recomendable apoyarse en el programa SIRSD-S, para la obtención de los insumos y realización de las labores de preparación de suelos y siembra. En particular las leguminosas son una buena alternativa, ya que fijan el nitrógeno atmosférico y lo incorporan al suelo, reintegrando este elemento perdido, producto de los incendios.

- Antes de realizar cualquier tipo de siembra, ya sea gramíneas o leguminosas, es recomendable realizar un análisis de fertilidad del suelo afectado, con motivo de evidenciar la disponibilidad de nutrientes del suelo y calcular las dosis de fertilizantes adecuados, según la realidad del suelo y demanda del cultivo a establecer. Se ha comprobado que con los incendios, la quema de las especies herbáceas, en una pradera natural o sembrada, produce aumentos de los niveles de potasio, magnesio, calcio, azufre y fósforo, como además de microelementos.
- Reposición de los cercos perimetrales, dañados por los incendios, e incorporación de cercos eléctricos, para manejar adecuadamente el pastoreo de la pradera. De esta forma se puede lograr una adecuada recuperación de la pradera, con pastoreo diferido controlado con el cerco eléctrico.
- Con el apoyo de los viveros de CONAF, obtener plantas de especies arbustivas y arbóreas nativas, de valor apícola y forrajero, que se desarrollen en ambientes xéricos de la Región, para el uso de la comunidad y agricultores de las comunas del secano. Esto, como acciones orientadas a la restauración del hábitat y reintroducción de especies vegetales, que faciliten la mantención de alguna actividad silvoagropecuaria de las zonas degradadas por incendios forestales.
- Realizar siembras aéreas de especies autóctonas de crecimiento rápido, en sectores degradados con alto riesgo de erosión y escasa capacidad de regeneración, en las que la construcción de estructuras conservacionista de suelos, no sean suficientes para garantizar la protección del suelo. Esto se debe realizar en otoño, después de las primeras lluvias, para maximizar las probabilidades de supervivencia, al proporcionar a las plantas de un período más largo para su crecimiento y adaptación al medio.

Revisión y propuesta de manejo de los animales de un predio afectado por un incendio (ovinos, bovinos y equinos)

- Presencia de quemaduras en las patas de los animales. Por lo general existen problemas podales afectados por quemaduras de segundo grado en las pezuñas de ellos.
- Deshidratación por efecto de las altas temperaturas. Proporcionar agua de bebida a cada animal afectado, en forma inmediata.

- Baja de condición corporal, por la no ingesta de alimentación durante algunos días, cuando los potreros permanecían quemados. Proporcionar alimento en forma inmediata.
- Irritación de ojos, piel y vías aéreas al tener contacto con las cenizas en el período del incendio. Evaluar la condición de cada animal, si es grave se elimina del rebaño.
- Dificultad respiratoria secundaria de los animales, por inhalación de gases que libera la quema de residuos. Revisar los animales afectados y evaluar su condición, considerando que los casos críticos deben eliminarse del rebaño.
- Manchas en la lana de los ovinos, por residuos carbonizados. Este indicador, hace necesario revisar los animales afectados, para determinar que no existan quemaduras a la piel. Si éstas son profundas, y complejas de sanar, se debe eliminar el animal del rebaño.

Referencias Bibliográficas

Barrera, D. Emergencia Incendios 2017. Documento editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Centro de Información Silvoagropecuaria. Santiago, Chile. 8p.

Carrasco J., Jorge, Squella N., Fernando, Riquelme S., Jorge, Hirzel C., Juan., y Uribe C., Hamil., 2012. Técnicas de conservación de suelos, agua, y vegetación. Serie Actas N° 44. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Rengo, Chile (doc digital). 210p.

Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 143(1): 1 10.

Covacevich, N., y Quezada, M. 2017. Aversión al consumo de follaje de pino en ovejas dosificadas con LiCl en pastoreo en renovales. Documento SOCHIPA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional Rayentué. Rengo, Chile.

DeBano, L. F., Neary, D. G. y Ffolliott, P. F. (1998): *Fire's effects on ecosystems*. New York. John Wiley and Sons.

- Díaz-Raviña, M., Fontúrbel, M. T., Guerrero, C., Martín, A., Carballas, T. 2010. Métodos de estudio de los efectos de los incendios forestales en las propiedades bioquímicas y microbiológicas del suelo. En: Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales. Editores: Cerdá, A., Jordán, A.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., & Montenegro, G. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado, Dirección de Extensión. Santiago, Chile. 162p.
- González, V., y Tapia, M. (eds). 2017. Manual de manejo ovino. Boletín INIA N° 368. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Tamei Aike. Coyhaique, Chile. 154p.
- Gonzalez Ulibarri, P. 2017. Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. Departamento de estudios, publicaciones y extensión. Asesoría Técnica Parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 8p.
- Hernández, L., y Romero, F. 2008. Manuales de Desarrollo Sostenible. 6. Criterios de restauración de Zonas Incendiadas. ISBN: 978-84-89913-98-1. Fundación Banco Santander. Madrid, España. 50p.
- Mataix-Solera, J. y Guerrero, C. (2007): «Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades edáficas», en Incendios forestales, suelos y erosión hídrica (Mataix Solera, J. coord.). Alcoi, Edit. Caja Mediterráneo CEMACAM. 5-40.
- Muñoz, A., Arellano, E., Bonacic, C. "Manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central", pp.111-119. 2016.
- Riquelme, J. y Carrasco, J., 2013. Laboreo Conservacionista de suelos: Arado Subsolador y Arado Cincel para la preparación de suelos En: Carrasco, Riquelme, y Hirzel (ed.) Conservación de suelos. Técnicas de Manejo para áreas de Secano. Serie Actas INIA N 48. Pags: 17-28



Boletín INIA / N° 468
www.inia.cl

