

# PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO



Gobierno  
de Chile





Ministerio de  
Agricultura

Ministerio del  
Medio Ambiente

# PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO

Propuesta Ministerial Elaborada en el Marco del Plan  
de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012

**PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL  
SECTOR SILVOAGROPECUARIO**

Propuesta Ministerial Elaborada en el Marco del Plan de  
Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012

Implementación del Proyecto:

Ministerio de Agricultura  
Ministerio del Medio Ambiente

Coordinación técnica:

Ministerio del Medio Ambiente  
Oficina de Cambio Climático:  
Peter Muck, Maritza Jadrijevic, Gladys Santis

Ministerio de Agricultura

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias  
Daniel Barrera, Alfredo Apey

Diseño y diagramación:

Oficina de Comunicaciones del Ministerio del medio  
Ambiente  
Alejandro Armendariz

La copia y venta de este material queda completamente  
prohibida

Impresión: XoXoXo Chile, Editora e Imprenta  
1000 ejemplares (2013)  
Registro de propiedad intelectual:  
ISBN: 978-956-7204-39-7

# Índice

11	Introducción
13	Capítulo 1 Cambios en el Clima y su Origen
19	Capítulo 2 Posibles Efectos en el Medio Ambiente y el Sector Silvoagropecuario
27	Capítulo 3 Vulnerabilidad del País Frente al Cambio Climático
31	Capítulo 4 Propuesta de Plan Sectorial
39	Capítulo 5 Medidas propuestas para la implementación del plan nacional de adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario.



# Presentación

Luis Mayol Bouchon  
Ministro de Agricultura de Chile  
Santiago de Chile, septiembre de 2013.



El Gobierno de Chile se complace en presentar al país y a la comunidad internacional el documento “Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”, cumpliendo así con el principal compromiso asumido por el país con la firma de dicha Convención. Este documento compila una década de actividades, iniciativas e información generada en el país respecto a diversas materias relacionadas con el cambio climático.

Desde la presentación de la Primera Comunicación Nacional de Chile en febrero de 2000, las temáticas relacionadas con el cambio climático han avanzado vertiginosamente. Es así como el Gobierno ha decidido hacer cambios profundos para abordar un compromiso como Estado frente a este fenómeno y sus consecuencias. Para esto ha generado lineamientos de políticas públicas, readecuando su institucionalidad, mejorando la coordinación interinstitucional y reestructurando partidas presupuestarias de instituciones públicas. También ha profundizado el diagnóstico respecto a vulnerabilidades y oportunidades de adaptación al cambio climático. Además, se ha actualizado la información sobre las implicancias que tiene el realizar acciones de mitigación de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Esto ha permitido identificar mejor el alcance de diferentes brechas que se asemanan en el país para poder conjugar crecimiento económico con el desarrollo de un Chile con bajas emisiones de carbono.

Al igual que otros países en desarrollo, Chile ha decidido colaborar en forma voluntaria en las iniciativas mundiales para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero, comprometiéndose a tomar acciones que le permitan disminuir en un 20 por ciento sus emisiones proyectadas al 2020.

Está claro que las decisiones asociadas al cambio climático deben posicionarse más allá del ámbito puramente científico entre los tomadores de decisión del mundo público y privado. La sociedad civil y sus organizaciones representantes también lo han entendido así, dando cuenta de la urgencia con que hay que aplicar medidas de adaptación y mitigación, y también con la premura con la que hay que aunar esfuerzos en el ámbito que a cada uno le corresponde.

Aún cuando todavía el progreso en la materia no es suficiente, es fundamental que toda la sociedad chilena asuma estos compromisos prontamente. El apoyo internacional que se reciba para profundizar y acelerarlos será también un aporte importante.

La presente Comunicación Nacional lo demuestra. Ha sido elaborada gracias al trabajo conjunto de profesionales de diversos ministerios y organizaciones científicas, técnicas y sociales del país, así como también de la empresa privada, bajo la coordinación de la actual Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, contando con el apoyo financiero otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial.





# Presentación

María Ignacia Benítez  
Ministra del Medio Ambiente de Chile  
Santiago de Chile, septiembre de 2013.



El Gobierno de Chile se complace en presentar al país y a la comunidad internacional el documento “Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”, cumpliendo así con el principal compromiso asumido por el país con la firma de dicha Convención. Este documento compila una década de actividades, iniciativas e información generada en el país respecto a diversas materias relacionadas con el cambio climático.

Desde la presentación de la Primera Comunicación Nacional de Chile en febrero de 2000, las temáticas relacionadas con el cambio climático han avanzado vertiginosamente. Es así como el Gobierno ha decidido hacer cambios profundos para abordar un compromiso como Estado frente a este fenómeno y sus consecuencias. Para esto ha generado lineamientos de políticas públicas, readecuando su institucionalidad, mejorando la coordinación interinstitucional y reestructurando partidas presupuestarias de instituciones públicas. También ha profundizado el diagnóstico respecto a vulnerabilidades y oportunidades de adaptación al cambio climático. Además, se ha actualizado la información sobre las implicancias que tiene en realizar acciones de mitigación de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Esto ha permitido identificar mejor el alcance de diferentes brechas que se asocian en el país para poder conjugar crecimiento económico con el desarrollo de un Chile con bajas emisiones de carbono.

Al igual que otros países en desarrollo, Chile ha decidido colaborar en forma voluntaria en las iniciativas mundiales para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero, comprometiéndose a tomar acciones que le permitan disminuir en un 20 por ciento sus emisiones proyectadas al 2050.

Está claro que las decisiones asociadas al cambio climático deben posicionarse más allá del ámbito puramente científico entre los tomadores de decisión del mundo público y privado. La sociedad civil y sus organizaciones representantes también lo han entendido así, dando cuenta de la urgencia con que hay que aplicar medidas de adaptación y mitigación, y también con la premura con la que hay que aunar esfuerzos en el ámbito que a cada uno le corresponde.

Aún cuando todavía el progreso en la materia no es suficiente, es fundamental que toda la sociedad chilena asuma estos compromisos prontamente. El apoyo internacional que se reciba para profundizar y acelerarlos será también un aporte importante.

La presente Comunicación Nacional lo demuestra. Ha sido elaborada gracias al trabajo conjunto de profesionales de diversos ministerios y organizaciones científicas, técnicas y sociales del país, así como también de la empresa privada, bajo la coordinación de la actual Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, contando con el apoyo financiero otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

En ese sentido, agradezco a cada uno de los profesionales y directivos de todas las reparticiones públicas que colaboraron en esta Comunicación. A los académicos y



# Introducción

Hace unas tres décadas, se comenzó a hablar de un cambio del equilibrio en las condiciones climáticas del planeta, lo que llevó a la comunidad internacional, representada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a fundar, en 1988, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático<sup>1</sup> (PICC) con dependencia de la Organización Meteorológica Mundial<sup>2</sup> (OMM) y del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>3</sup> (PNUMA) y con sede en la ciudad de Ginebra (Suiza).

Los informes de evaluación del estado del clima, que le fueron encargados a esta entidad y que han venido publicándose regularmente desde el año 1990 (First Assessment Report), con publicaciones posteriores en los años 1995 (SAR), 2001 (TAS) y 2007 (AR4)<sup>4</sup>, han sido decisivos en convencer a la opinión pública de que hay una influencia humana discernible en el sistema climático y que, con un 90% de probabilidad de ocurrencia, el cambio climático que está experimentando el Planeta Tierra se debe a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) –cada vez más abundantes- que ocurren debido a las actividades humanas.

Es de gran importancia que los países empiecen a incorporar medidas que permitan una paulatina adaptación de su población a las nuevas condiciones climáticas que se presentarán en un futuro relativamente cercano.

También es de alta importancia que los países empiecen a tomar medidas para mitigar el cambio climático, actuando sobre la causa más probable, que son las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

La agricultura, la ganadería y especialmente el cambio de uso del suelo, que por lo general es causa de la deforestación son importantes fuentes de emisiones de GEI, que de acuerdo a las cifras del PICC, a nivel global aportan casi el 30 % de las emisiones totales. El papel que debe jugar el Ministerio de Agricultura en la mitigación del cambio climático y en la adaptación al mismo, es fundamental. Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático se deben ir incorporando a las políticas, regulaciones y actividades de los sectores agrícola y forestal, así como a otras actividades propias del Ministerio.

1 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)  
2 World Meteorological Organization (WMO)  
3 United Nations Environmental Programme  
4 Todos los documentos publicados por el IPCC son accesibles a través de [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)





Capítulo 1

# Cambios en el Clima y su Origen

Gran parte de la información disponible sobre el cambio climático en Chile ha sido recopilada por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), con el fin de elaborar la Segunda Comunicación Nacional, que el Gobierno de Chile presentó a la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>1</sup> (CMNUCC).

De acuerdo al Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile<sup>2</sup>, que consideró dos de los escenarios de emisiones globales de gases de efecto invernadero definidos por el IPCC: A2 (severo) y B2 (moderado), las mediciones realizadas entre los años 1930 y 2000 indican que las precipitaciones, entre los 30°S y los 39°S, muestran una clara tendencia a la disminución hasta aproximadamente 1970, pero una mayor frecuencia de inviernos relativamente lluviosos en las décadas siguientes ha contribuido a revertir en parte la tendencia decreciente del período anterior.

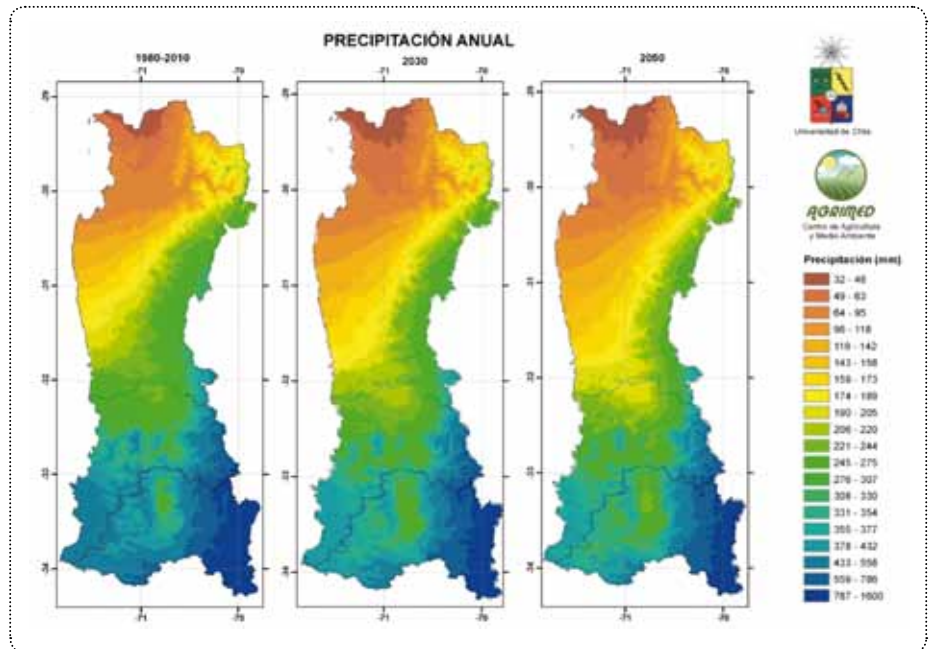
La evolución del régimen pluviométrico en la región centro-sur y austral del país ha sido marcadamente diferente a la observada en la región subtropical, con una significativa tendencia hacia una mayor precipitación hasta mediados de los años 70, para dar paso a una tendencia decreciente que se mantiene hasta ahora.

Estudios a lo largo de la costa extratropical de Sudamérica, realizados durante los años 90 mostraron que, a partir de los años 40 ó 50, la temperatura media superficial mostró un régimen relativamente estacionario, con excepción de la región centro-sur, donde la temperatura media mostró un marcado descenso. Sin embargo, esta situación cambió en forma relativamente abrupta a contar de mediados de los años 70.

fig. 1

Cambios Climáticos esperados en Chile:  
precipitación Región central

2013.  
Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al Cambio Climático. Fundación Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile; Santiago. Santibañez, F.; Santibañez, P.; Caroca, C.; González, P.; Gajardo, N.; Perry, P.; Simonetti, J.; Pliscoff, P.



1 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).  
2 Universidad de Chile. 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Informe final. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica. CONAMA, Santiago. 63 pp.

Un análisis de las tendencias en los regímenes de temperaturas extremas diarias (máxima - mínima), a partir de 1960, sugiere que el régimen térmico superficial se ha mantenido relativamente estacionario durante las décadas más recientes, con excepción de la región comprendida entre Santiago y Concepción, donde se aprecian aumentos decadales de 0,05°C y 0,18°C en los promedios anuales de temperatura máxima y mínima, respectivamente.

En cuanto a la condición futura de los climas, un elemento relevante sería el alza de la isoterma cero, especialmente hacia la segunda mitad del siglo XXI, que ascendería entre 300 y 500 metros respecto de la condición actual, incidiendo tanto en una menor acumulación de nieve como en un mayor escurrimiento invernal en detrimento del estival. También, hacia mediados del presente siglo, se pronostica un desplazamiento significativo hacia el sur (salvo en verano) de subsidencia tropical conocida como la celda de Hadley, lo cual es coherente con un alza de la presión superficial.

Los modelos de circulación global (principalmente, el HadCM3) pronostican una mayor extensión de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur, caracterizada por incrementos de lluvias tropicales, particularmente en otoño; hacia el ecuador de su eje y como resultado de esta expansión al sur, se generaría una región con menor precipitación. Durante la estación invernal, esta región de menor precipitación alcanzaría la costa central de Chile, con indicios de similar naturaleza en otoño; el Centro-Sur del país también tendría una menor pluviometría en primavera y verano. En tanto, el extremo sur tendría un aumento en las precipitaciones de otoño.

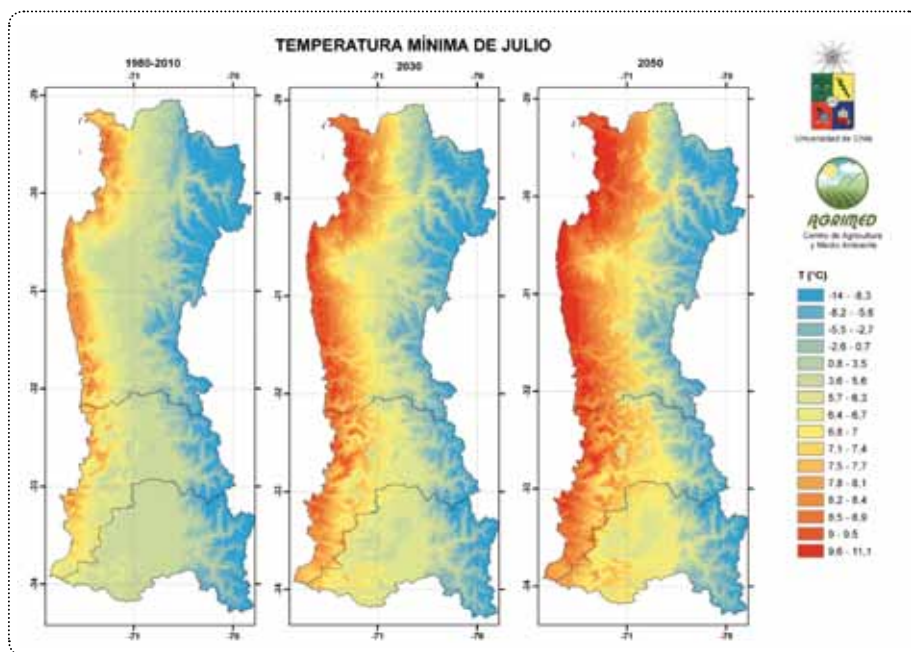


fig. 2

Cambios Climáticos esperados en Chile: temperatura Región central

2013.  
Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al Cambio Climático. Fundación Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile; Santiago. Santibañez, F.; Santibañez, P.; Caroca, C.; González, P.; Gajardo, N.; Perry, P.; Simonetti, J.; Pliscoff, P.

La temperatura aumentaría en todas las regiones, siendo mayores para el escenario A2<sup>3</sup>. El cambio térmico medio del escenario A2, respecto al clima actual, sobre Chile continental sería de 2° a 4°C, siendo más acentuado hacia las regiones andinas y disminuyendo de norte a sur. Sólo en la Región Austral, bajo el escenario B2<sup>4</sup>, habría pequeños sectores con calentamiento <1°C. El calentamiento sería mayor en verano, excediendo los 5°C en algunos sectores andinos altos.

La pluviometría tendría una marcada disminución en la ladera occidental de la Cordillera de los Andes, correspondiente a Chile continental y el Pacífico adyacente, particularmente en latitudes medias y en las estaciones de verano y otoño. Este contraste sería más evidente en el escenario A2 durante el verano, cuando la precipitación sobre ciertos sectores de Chile centro-sur se reduciría a la mitad e incluso un cuarto del valor actual. Un detalle regional, respecto de las precipitaciones, permite establecer que:

- » En el sector altiplánico chileno habría un aumento en primavera y verano,
- » En el Norte Chico habría un incremento en otoño en la faja comprendida entre 20 y 33°S,
- » En la región de Chile Central habría una disminución generalizada, con una pérdida del orden del 40% en las tierras bajas, ganando en magnitud hacia la ladera andina durante el verano, pero reduciéndose durante el otoño y el invierno bajo el escenario B2.
- » La Región Sur exhibiría una transición hacia los montos del clima actual durante otoño e invierno; durante el verano, la disminución sería del orden de 40%, reduciéndose en primavera en un 25%,

Como consecuencia, se pronostica una reducción generalizada de las precipitaciones en el territorio nacional, especialmente en las zonas centro y sur, con una importante reducción del área andina con capacidad de almacenar nieve, y en consecuencia de regular los caudales a lo largo del año. Considerando que la isoterma de 0°C sufriría un alza de altura, las crecidas invernales de los ríos con cabecera andina se incrementarían por el consiguiente aumento de la escorrentía de las cuencas aportantes, viéndose disminuida la reserva nival de agua. En la región cordillerana entre las latitudes 30 y 40°S, habría una reducción del área comprendida arriba de la isoterma cero en todas las estaciones del año, siendo muy significativa durante los cuatro primeros meses del año.

De acuerdo a académicos de la División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente (RHMA), de la Universidad de Chile<sup>5</sup>, todos los sistemas hídricos evaluados (cuencas Illapel, Aconcagua, Teno y Cautín) tendrían una reducción –tanto en caudal como en precipitación– entre 20% y 40% y aumentos de temperatura entre 1 y 4°C. Existirán cambios en la estacionalidad, por ejemplo en el caso del Aconcagua y Teno, se produciría un adelantamiento de los caudales “peak” y significativas reducciones de caudal en todos los sistemas considerados en el estudio.

3 Sin implementación de medidas de mitigación de emisiones de gases invernadero (peor escenario posible).

4 Con implementación masiva de opciones de mitigación (Protocolo de Kyoto y otros posteriores).

5 Universidad de Chile. 2010. Análisis de la vulnerabilidad de recursos hídricos frente a escenarios de cambio climático para las cuencas Cautín, Aconcagua, Teno e Illapel. Informe final. División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente (RHMA). CONAMA, Santiago. 114 pp.



Las conclusiones son reforzadas por el Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED)<sup>6</sup>, que consideró otras cuencas nacionales y que concluyó que los caudales medios anuales, en el período 2035 a 2065, presentarían una tendencia a la disminución, aunque con comportamientos disímiles de las cuencas. Por otra parte, en la mayoría de las cuencas, habrá un adelantamiento del centro de gravedad de la distribución mensual.

Con relación al alza del nivel del mar, el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile estima que en el litoral chileno, hacia fines del presente siglo, habría alzas fluctuantes entre 16 y 28 cm, bajo el escenario A2, y entre 14 y 24 cm, bajo el escenario B2.

El PICC postula en su 4° Informe de Evaluación del Estado del Clima, publicado en Noviembre del año 2007, que con un 90% de probabilidad de ocurrencia, la causa del calentamiento global –inductor del cambio climático generalizado sobre el Planeta Tierra- está en las emisiones de gases de efecto invernadero (específicamente CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, y gases del tipo de los hidro-cloro-fluoro-carbono, propios de la “industria del frío”, además del SF<sub>6</sub>) producidas por las actividades humanas.

Si bien el CO<sub>2</sub>, gas invernadero más abundante en las emisiones humanas, es el típico gas emergente de la combustión de recursos fósiles, las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O constituyen las principales emisiones de las actividades agropecuarias: el primero de la ganadería y cultivo del arroz, el segundo de la fertilización nitrogenada.

A nivel mundial, la agricultura aporta con cerca del 12% de todas las emisiones de gases con efecto invernadero. En Chile, al año 2006, la agricultura aportó el 17% de las emisiones, habiendo sido el 15,7% en 1984, y el 12,8% en 1990. Esta participación muestra el fuerte y sostenido crecimiento de las emisiones por el uso de combustibles fósiles en la generación de energía, el transporte y en otras áreas de la economía.

6 Universidad de Chile. 2008. Análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile, frente a escenarios de cambio climático. Capítulo “Análisis de la vulnerabilidad de los recursos hídricos de Chile frente a escenarios de cambio climático. Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. CONAMA, Santiago. 126 pp.





## Capítulo 2

# Posibles Efectos en el Medio Ambiente y el Sector Silvoagropecuario



## A. En los suelos

De acuerdo a un estudio desarrollado por AGRIMED, de la Universidad de Chile, que cubrió desde la Región de Coquimbo a la de Los Lagos con un horizonte temporal al año 2040 bajo el escenario A2, el cambio de las condiciones climáticas generaría un importante aumento en la magnitud y extensión de los procesos erosivos en el país, con todas sus secuelas de efectos ambientales, productivos y sociales.

Los resultados de este estudio indican que las zonas con mayores riesgos de erosión pluvial, tanto hoy como en escenarios de cambio climático, corresponden a las zonas ubicadas en la Cordillera de la Costa y la precordillera de Los Andes, encontrándose las zonas más críticas en la Región del Bío-Bío, donde existe una notoria degradación de los suelos debido a fuertes presiones por el uso agrícola y forestal.

Esta situación se verá incrementada producto de la disminución proyectada en la producción de biomasa de praderas naturales hacia el año 2040 y que continuará en descenso hacia el 2070. Una combinación entre lluvias erosivas, falta o menor cobertura vegetal en zonas con relieve complejo y usos del suelo no consistentes con su fragilidad, permiten identificar a la cordillera de la costa y precordillera como las zonas de mayor riesgo, con pérdidas de suelo significativamente mayores a las del valle central.

También en la zona del secano costero entre las Regiones de Valparaíso y del Bío-Bío, ocupada principalmente por cultivos con rotaciones de trigo, praderas, papas, leguminosas y barbecho, ya afectada por un proceso erosivo de gran magnitud, debería verse intensificado el proceso erosivo.

A partir de la Región del Bío-Bío al sur, la pérdida de suelos declinaría hasta ser muy baja en la costa de la Región de Los Lagos, por la mayor cobertura boscosa que se presenta a partir de Valdivia. En la precordillera, menos protegida por bosque, las pérdidas serían muy altas hasta la Región de Los Lagos, lo que sugiere un riesgo mayor para la sedimentación de lagos, humedales, embalses y cursos de agua superficiales.

Por las características del territorio nacional, la erosión de los suelos continuará siendo una amenaza creciente, en la medida que se amplíe la frontera agropecuaria hacia el sur y la costa como consecuencia de los nuevos escenarios climáticos que aumentarán el potencial agrícola de estos sectores. Por lo anterior, será recomendable normar el uso del suelo, así como las prácticas de cultivo que se utilizarán en las potenciales nuevas áreas agrícolas que emergerán durante el presente siglo. Especial atención debería ponerse a las cabeceras de las cuencas, donde la pérdida de suelos podría verse incrementada debido al aumento de la escorrentía invernal, a su desprotección y a la posible intensificación de la agricultura.

## B. En la producción silvoagropecuaria

Un estudio realizado por AGRIMED, a fines de 2008, parte de la base que - en mayor grado en el escenario A2 y en menor medida en el B2- todos los modelos globales plantean una aridización en la zona central y una disminución de las precipitaciones en la zona sur del país con aumento de la pluviometría en el extremo austral. Asimismo, la temperatura tendería a aumentar en todo el territorio nacional, tanto terrestre como marítimo.

Esta mayor temperatura, junto a una menor caída pluviométrica, haría desplazar las actuales zonas climáticas hacia el sur. La isoterma de 0°C podría subir varias centenas de metros en la cordillera de los Andes, lo que reduciría la precipitación sólida en las cuencas, favoreciendo un aumento del escurrimiento invernal en perjuicio del estival.

### B.1. Cultivos anuales

La fecha de siembra de la mayor parte de los cultivos anuales debería cambiar, de modo de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas. Este hecho se debe a que la atenuación del régimen de heladas permitiría adelantar en varios meses la fecha de siembra de los cultivos de verano, permitiendo aprovechar mejor las precipitaciones invernales.

Trigo. Bajo riego, el aumento de las temperaturas provocaría una aceleración del ciclo de vida, con reducción del rendimiento, lo que afectará más a la costa y precordillera, zonas que perderían sus potenciales actuales, homogeneizándose con el valle central. En secano, el rendimiento disminuiría en el norte y centro del país, debido a la mayor incidencia de sequías; en la costa y valle central de la zona central, habría disminución de rendimiento entre 10% y 20%, en tanto que, de la precordillera del Bío-Bío hacia el sur, habría un aumento gradual de los rendimientos, entre 30 y 100% respecto de los actuales.

Maíz. Dado que es un cultivo exigente en temperatura, el potencial de producción se expandiría considerablemente en el escenario A2, para el año 2040, con respecto a lo actual. Desde Coquimbo al Bío-Bío, se estima una disminución productiva entre 10 y 20% en el valle central. Inversamente en la costa y precordillera, aumentaría el rendimiento hasta un 50%. En la zona sur los rendimientos aumentarían entre un 60% y 200%.

Papa. Cultivo de climas suaves, sin temperaturas diurnas muy elevadas y con noches frescas que estimulan la formación de los tubérculos; por ello, en el escenario actual las mejores condiciones de producción se sitúan en la costa y en la precordillera entre las regiones de O'Higgins y de la Araucanía. A futuro, la zona norte presentaría



una reducción entre 10 y 20% del rendimiento, mientras que en la zona centro-norte, el rendimiento disminuiría hasta un 30%; más al sur, entre Talca y Temuco, la disminución se presenta sólo en el valle central, ya que en la costa y precordillera habría aumentos de hasta un 50%. Desde la Región de la Araucanía al sur, los rendimientos aumentan hasta llegar a 150% y 200% en la Región de los Lagos. En secano, los aumentos se producirían en la costa del Bío-Bío y desde Valdivia hasta Coyhaique.

Frejol. Para la zona norte y centro, se espera que el rendimiento se mantenga bajo la condición de clima futuro, lo que se debe al corto ciclo del cultivo (3 a 4 meses). De la Región de la Araucanía al sur, aumentaría la productividad entre 10% y 20%, llegando hasta 100% en la Región de Los Lagos. En general, la productividad tendería a mantenerse sin mayores cambios en la zona central y sur del país.

Remolacha en riego. Entre Valparaíso y Talca, por el valle central, habría aumento de rendimiento de hasta un 50% en algunos lugares. Por el contrario, en la costa y precordillera, el aumento térmico provocaría una aceleración del ciclo de vida, reduciendo el rendimiento, lo que se traduciría en una homogeneización con el valle central. Desde la Región de la Araucanía al sur, el aumento térmico invernal incrementaría el potencial productivo, factor que domina sobre cualquier efecto negativo que pudiere provenir de los cambios en el régimen pluviométrico.

## B.2. Cultivos permanentes (frutales)

El área de cultivo se extendería hacia el sur, comprendiendo las regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. En este caso, no existe la posibilidad de mover las fechas de inicio del ciclo de vida, lo que los hace más vulnerable al cambio climático. Se estima que habría impactos sobre los rendimientos (los más fáciles de proyectar), sobre la calidad de la producción (los más difíciles de proyectar) y sobre la sanidad (plagas y enfermedades).

Un hecho común para las especies frutales será la aceleración de la fructificación, con reducción del tiempo de desarrollo de los frutos; con ello, se afectará la producción y aumentará la precocidad de la madurez. Dado que las propiedades organolépticas de los frutos son altamente dependientes de elevados requerimientos climáticos, hay una alta probabilidad que una nueva combinatoria de las variables climáticas que las determinan, haga caer la calidad de la producción.

En las especies de clima templado (hoja caduca), el aumento de las temperaturas mínimas es desfavorable para la obtención de color y, en ciertos casos, para su contenido de azúcar. Por otra parte, el aumento de las temperaturas invernales puede tener un importante efecto positivo sobre las poblaciones de insectos, afectando con ello la sanidad de los frutales : una primera generación apareciendo más temprano en primavera y una última generación, más tarde en otoño. Las nuevas condiciones climáticas podrían favorecer una proliferación de las enfermedades provocadas por hongos y bacterias, lo que estaría asociado a temperaturas mínimas y máximas más elevadas.



Las especies subtropicales podrían mejorar su potencial productivo. En los naranjos, el aumento de las temperaturas invernales, junto a una reducción de las heladas invernales y primaverales, mejoraría las condiciones de producción en todo el territorio, salvo en una franja costera que se mantiene térmicamente deficiente y algo limitante para la obtención de buenos rendimientos.

Es altamente probable que las nuevas condiciones climáticas mejoren la calidad de los frutos, pues el alza en las temperaturas mínimas podría reducir su acidez en un escenario de óptimo productivo. En la zona norte, el potencial mejoraría considerablemente, especialmente en los valles de la Región de Tarapacá. En la precordillera central, las condiciones mejorarían al punto de hacer económicamente viable el cultivo, especialmente en laderas abrigadas de las heladas.

### B.3. Plantaciones forestales

Pino radiata. Ampliaría su zona de producción hacia la Región de Los Lagos, con reducción en el límite norte de su actual distribución (regiones Metropolitana, de Valparaíso y de O'Higgins), donde el potencial productivo se vería disminuido como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Este deterioro iría disminuyendo hacia el sur hasta desaparecer en la Región de la Araucanía, a partir de la cual el potencial productivo mejoraría significativamente, como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas de primavera y otoño, que alargarían el ciclo anual de crecimiento de la especie. Al igual que en los cultivos frutales, las plantaciones de pino podrían verse afectadas por una proliferación de plagas y enfermedades producto de mayores temperaturas.

Eucalyptus globulus. El potencial productivo del Eucalyptus globulus se deterioraría en la Región de Valparaíso, como consecuencia de la menor pluviometría. Por la costa de la zona central, se registraría una disminución de la productividad debido a la disminución de las precipitaciones. En la precordillera, en cambio, se registrarían aumentos en la productividad y se ampliaría su área de plantación debido al incremento de las temperaturas mínimas invernales. De la Región de la Araucanía al sur, se proyecta un aumento del potencial productivo, como consecuencia del cambio de las temperaturas invernales y de la disminución del número e intensidad de las heladas. Las regiones de Los Ríos y de Los Lagos mejorarían notablemente su potencial productivo. Al igual que en el caso del pino, existiría un mayor riesgo de ataque de plagas y enfermedades.

### B.4. Praderas

Actualmente, las praderas anuales comienzan a ser importantes desde la Región de Coquimbo al sur. La productividad crece gradualmente a medida que las precipitaciones aumentan, llegando a su máximo en la Región de Aysén, donde se optimiza la combinación entre disponibilidad de agua y temperatura. En general, la producción de las praderas anuales es muy sensible a la precipitación, por tanto la condición de mayor aridización estimada para gran parte del territorio nacional se traduciría en una baja de productividad entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.



En algunos sectores del valle central, en la zona centro-norte, la disminución de las heladas invernales, el alza de las temperaturas y los importantes aumentos en la radiación solar, compensarían el efecto negativo de la menor pluviometría, trayendo como consecuencia leves aumentos en la productividad, en torno al 10%, bajo un escenario con riego suficiente.

### B.5. Otros efectos



Riego. Las necesidades de riego, en el caso de los cultivos anuales, muestran aumentos o disminuciones dependiendo de la zona del país. En general, desde la Región de la Araucanía al sur, los incrementos en las necesidades de riego se hacen más notables debido a un aumento en la evapotranspiración, producto de las alzas en los niveles de radiación solar. Por otra parte, todos los frutales analizados (vides, manzanos, naranjos y durazneros), presentan aumentos en los requerimientos de riego en todo el país, lo que indica claramente la necesidad de crear y mejorar la infraestructura de riego y de optimizar técnicas de riego según especies y regiones.

Riesgo de sequías. En general, aumentarían en la zona central. En la zona sur, para las siembras de invierno, el riesgo de sequía tiende a mantenerse constante o a disminuir levemente, debido a que en esta zona sólo disminuirán las precipitaciones de primavera y verano. Además, producto del alza en las temperaturas, se acortarían los ciclos de vida de los cultivos, completándose antes de los meses de primavera y verano.

En los nuevos escenarios, el cultivo de trigo en la zona central se verá afectado, ya que como consecuencia de la disminución de las precipitaciones y del aumento de la evapotranspiración, los riesgos de sequía aumentarán gradualmente. A partir de la Región de la Araucanía, en algunos sectores, se aprecia una leve disminución de estos riesgos para las siembras de otoño-invierno, como consecuencia del acortamiento del ciclo vegetativo.

En el maíz, los riesgos de sequía se mantienen extremadamente altos en toda la zona central del país. A pesar de que se proyecta una disminución de la precipitación de hasta un 25% en la zona central en el escenario A2 para el año 2040, se aprecia sólo un leve aumento en los riesgos de sequía en las siembras invernales, debido al acortamiento del ciclo vegetativo, con la consecuente reducción de la exposición a este riesgo. En las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, los riesgos se mantienen en el mismo orden de magnitud que en la actualidad.



Riesgo de heladas. Se proyecta una disminución de este riesgo en todas las fechas de siembra, la cual se va atenuando hacia el sur. Como consecuencia de la disminución del número e intensidad de las heladas, el trigo y las papas registrarían disminuciones considerables de riesgo de exponerse a este fenómeno, aún en la zona sur. En muchas localidades el riesgo de heladas para estas especies tiende a desaparecer para todas las fechas de siembra en el escenario A2 al año 2070. En el caso del maíz, cultivo más sensible a este fenómeno, se atenuarían igualmente los niveles de riesgo a heladas.



Riesgo de lluvias dañinas. Este riesgo está referido a precipitaciones superiores a 10 milímetros por día en períodos críticos (siembra, floración y cosecha). En general, el riesgo es bajo en Chile, especialmente en las siembras de primavera-verano. En los nuevos escenarios climáticos, habría una disminución como consecuencia de la declinación pluviométrica, lo que es más notable en la zona centro-norte, y se atenúa en cierto grado hacia el sur. Las siembras de otoño son la que exhiben los mayores riesgos de lluvias dañinas debido a que la floración tiende a ocurrir dentro del período de lluvias. En el centro-norte, este riesgo se mantiene por debajo de 0,15 de probabilidad y tiende a duplicarse en el sur del país. En todos los casos, existe un riesgo próximo o igual a cero para las siembras de primavera.

### B.6. Síntesis de efectos

En síntesis, los impactos de los nuevos escenarios climáticos en la producción varían de acuerdo a los cultivos, especies y regiones de Chile. Por la complejidad de las interacciones atmósfera-continente-océano, en una misma región se esperan cambios diferentes dependiendo de la dominancia de la continentalidad y del efecto oceánico. La mayor interrogante surge de los cambios negativos de la hidrología de la Cordillera de Los Andes, lo que requeriría de una fuerte acción de mejoramiento y ampliación de la infraestructura de regulación hidrológica para compensar los cambios en la estacionalidad de la escorrentía.





## Capítulo 3

# Vulnerabilidad del País Frente al Cambio Climático

## A. Según PICC (AR4)

El 4° Informe de Evaluación del Estado del Clima (AR4) del PICC (2007) describe explícitamente una serie de impactos presentes y futuros asociados al cambio climático. En lo referente a cambios en los patrones de precipitación, indica que en los últimos años se ha identificado una tendencia a la declinación en las precipitaciones en el sur de Chile, lo cual es coincidente con las tendencias climáticas observadas para esa zona del país, utilizadas por el Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el siglo XXI, elaborado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. En el caso de variaciones en el nivel del mar, el informe señala que éstas pueden llevar a modificaciones en la ubicación de stocks pesqueros en el Sudeste del Pacífico (Perú y Chile).

Respecto a la agricultura, el PICC señala que estudios para Chile y otros países proyectan disminuciones en las cosechas para un número de cultivos, como el maíz y el trigo, y que en las zonas más áridas, como el norte y zona central de Chile, el cambio climático puede llevar a la salinización y desertificación de tierras agrícolas.

En cuanto a los recursos hídricos, se espera una alta vulnerabilidad a eventos extremos. En particular, se espera un alto impacto en la disponibilidad energética del país por anomalías asociadas a El Niño y La Niña, y restricciones a la disponibilidad hídrica y demandas de riego en Chile Central, por los mismos fenómenos. Por otro lado, estudios recientes señalan el daño potencial en la disponibilidad de agua y servicios sanitarios en ciudades costeras de Chile, y contaminación de acuíferos subterráneos por intrusión salina. En relación a los glaciares, se indica una disminución dramática de su volumen en décadas pasadas, siendo el sur de nuestro país una de las zonas más afectadas.

Para la salud humana, se informa específicamente para Chile, entre otros países, el aumento en brotes del síndrome pulmonar provocado por el virus hanta luego de sequías prolongadas.

Finalmente, el PICC afirma que la contaminación atmosférica se verá exacerbada debido a la quema de combustibles fósiles para satisfacer necesidades de transporte en centros urbanos, y que el riesgo de incendios forestales se verá potenciado por el cambio climático.

## B. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)

De acuerdo al artículo 4.8 de la Convención, Chile se encontraría en riesgo de ser afectado por una alteración del patrón climático que prevalece hoy en el planeta, puesto que allí se reconoce como países especialmente vulnerables a los que tengan las siguientes características:

- » países insulares pequeños,
- » países con zonas costeras bajas,
- » países con zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal,
- » países con zonas propensas a los desastres naturales,
- » países con zonas expuestas a la sequía y la desertificación,
- » países con zonas de alta contaminación atmosférica urbana,
- » países con zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos,
- » países cuyas economías dependen en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo, y
- » países sin litoral y los países de tránsito.

En este escenario, es posible reconocer que Chile cumple con 7 de las 9 características de vulnerabilidad señalada. Es por esta razón que la autoridad gubernamental comenzó, a mediados de 1990, a realizar estudios que permitieran ir precisando la vulnerabilidad nacional ante las variaciones del clima.





## Capítulo 4

# Propuesta de Plan Sectorial

## A. Atributos para la agricultura del futuro

La presente propuesta de plan de acción sectorial parte de la base de que el sector silvoagropecuario debe incorporar una serie de atributos que le permitan adaptarse mejor a nuevas condiciones climáticas. En consecuencia, las medidas propuestas tienen como objetivo incorporar o reforzar estos atributos en la agricultura nacional.

Entre los principales atributos que debiera tener el sector silvoagropecuario para una adecuada adaptación a las nuevas condiciones climáticas, se cuentan los siguientes:

- » Ser eficiente en el uso de los recursos, generando sistemas productivos con un menor consumo de agua, de energía y de agroquímicos. El ser eficientes involucra sistemas productivos que además contarían con menor huella de carbono (aporte agregado a la mitigación) y con menor huella del agua,
- » Ser flexible, esto es adaptable a condiciones climáticas variables; necesariamente, ello significa contar con sistemas productivos más biodiversos, más dependientes de insumos locales (reciclaje/uso de residuos de cultivos ó de plántulas animales), más diversificados en cuanto a estrategias de control de plagas y enfermedades,
- » Ser sustentable desde la perspectiva de la gestión de los suelos, lo que significa usarlos respetando sus restricciones y no excediendo sus potenciales productivos, con el objeto de minimizar o neutralizar procesos erosivos y/o degradantes, y
- » Ser tolerante a condiciones climáticas extremas, lo que involucra necesariamente contar con recursos biológicos que sigan siendo productivos en condiciones de estrés térmico, estrés hídrico y/o estrés salino.
- » Tal como señala el PICC, en el AR4 (2007), los efectos del cambio climático no serán percibidos por toda la gente en igual forma y magnitud, sino que serán los agricultores de subsistencia los que padecerán más los efectos. En este sentido, un plan de adaptación sectorial al cambio climático, asumido por la esfera estatal, debe partir de la premisa de que la acción debe estar focalizada en la pequeña y mediana agricultura, especialmente en los agricultores de subsistencia.
- » Por otra parte, los principales atributos que requiere una agricultura para aportar a la mitigación, en otras palabras, para generar menores emisiones de gases de efecto invernadero, serían los siguientes:
- » Ser eficiente, lo que también es atributo necesario para una mejor adaptación de la agricultura al cambio climático.



- » Ser productiva, involucrando menores emisiones por unidad de producto, lo que va en beneficio directo de la huella de carbono de los productos.

Se sugiere que en el caso de beneficio adicional de la mitigación ligado a la eficiencia productiva, el foco esté puesto en la reducción de las tasas de emisión por unidad de producto y no en las tasas de emisión por unidad de superficie. Para los sistemas agropecuarios hay tres focos centrales donde apuntar: el uso de fertilizantes nitrogenados, las emisiones entéricas animales y el origen y consumo de energía.

## B. Plan propuesto: Antecedentes

El plan propuesto parte de la base de la necesidad de reforzar las actividades que desarrolla el Ministerio a través de sus servicios y organizaciones, que en su mayoría tienen componentes de adaptación al cambio climático y de identificar aquellas áreas en donde aún falta conocimiento y tecnología para avanzar hacia la implementación de actividades de adaptación, con el fin de intensificar el trabajo de investigación y desarrollo. Todas estas actividades deben enmarcarse en los siguientes principios básicos:

- » La adaptación al Cambio Climático del sector silvoagropecuario forma parte de la gestión propia del Ministerio de Agricultura.
- » La adaptación al Cambio Climático del sector silvoagropecuario promueve la necesaria modernización del sector.
- » La adaptación al Cambio Climático del sector silvoagropecuario debe desarrollarse en el marco de los lineamientos estratégicos ministeriales.

Dentro de las acciones vigentes, puede mencionarse una serie de actividades que han sido establecidas con objetivos que no tienen relación directa con el cambio climático, pero que presentan el valor agregado de combatirlo significativamente. Un buen ejemplo de estas acciones lo constituye la red de alerta temprana para riesgos agroclimáticos.

Otro aspecto importante a considerar, es que las acciones motivadas por la adaptación al Cambio Climático posibles de asumir por parte del Ministerio de Agricultura, sus servicios y organismos, tienen la capacidad de mejorar significativamente el aporte del sector a la economía nacional, especialmente si se tiene como objetivo central convertir a Chile en una potencia agroalimentaria y forestal, suponiendo con ello las acciones que permitan la inserción competitiva y sustentable en el concierto internacional, tanto a nivel de uso y dotación de recursos (gestión hídrica, recuperación y mantención de la aptitud productiva de suelos) como de apertura y mantención de mercados.

Finalmente, la propuesta de plan y las acciones necesarias para su puesta en práctica deben estar comprendidas en las prioridades y campos de acción establecidos

por la autoridad para el sector silvoagropecuario:

- » Mejorar la competitividad de la Agricultura.
- » Fomento a la investigación e innovación.
- » Promover la sustentabilidad económica, social y ambiental.
- » Transparencia y acceso a mercados.
- » Modernizar el Ministerio de Agricultura y sus servicios.

El empleo de estos lineamientos como guía a la propuesta de plan le otorga factibilidad en ámbitos presupuestarios, de política, de marco legal y mandatos institucionales. Con el fin de implementar este plan de adaptación se ha sistematizado una serie de medidas con sus objetivos; metas (cuantitativas en cobertura de personas y territorio); plazos; presupuesto; responsables o ejecutores (gestión e implementación, coordinación y control y monitoreo).

Las medidas propuestas se presentan en el Capítulo 5.

## C. Detalle del plan propuesto por lineamiento estratégico<sup>1</sup>

### C1.- Mejorar la competitividad de la Agricultura:

El desarrollo competitivo del sector silvoagropecuario resulta fundamental para cumplir con el desafío de convertir a Chile en una potencia agroalimentaria y forestal. Para alcanzar este objetivo se contemplan acciones que influyen en el desarrollo del sector, entre ellas: fomento al riego y drenaje; desarrollo de iniciativas de transferencia tecnológica para agricultores pequeños y medianos; mejoramiento de la conectividad rural; mantención y mejoramiento del patrimonio sanitario de Chile; mitigación del riesgo agroclimático a través del seguro agrícola y otros mecanismos; mejoramiento de los sistemas de información a los agricultores para una mejor toma de decisiones, entre las principales.

En relación a este lineamiento estratégico las medidas propuestas son:

- 1.- Fortalecer la planificación y gestión de los recursos hídricos a nivel nacional para optimizar el uso del agua en la agricultura (\*)
- 2.- Establecer un programa nacional para fomentar la gestión eficiente y sostenible del agua en la agricultura de riego.(\*\*\*)
- 3.- Reforzar el programa de Riego Campesino (\*)
- 4.- Optimizar el sistema Nacional para la Gestión de Riesgos Agroclimáticos, GRA (\*\*)
- 5.- Adecuar el instrumento Seguro Agrícola para enfrentar el cambio climático (\*\*\*)
- 6.- Adoptar sistemas de alerta y control integrado de plagas y enfermedades (\*\*\*\*)

<sup>1</sup> Nota: las fuentes de las medidas son:

\* Corresponde a acciones ministeriales.

\*\* Corresponde a medidas enviadas por los servicios.

\*\*\* Corresponde a "Estudio de estimación de flujos de inversión y financieros para la adaptación en el sector silvoagropecuario, la mitigación en el sector transporte y la adaptación en el subsector hídrico de la infraestructura" (UChile, FCFM, 2011).

\*\*\*\* Medidas propuestas en Plan inicial de adaptación de cambio climático.

7. Apoyar la inversión productiva para mejorar la adaptación a los efectos del cambio climático del sector silvoagropecuario (\*\*\*)

## C2.- Fomentar la investigación e innovación:

Este eje considera hacer frente a los principales desafíos del sector silvoagropecuario a través de la introducción de innovaciones tecnológicas y del fortalecimiento de la investigación y desarrollo, elementos determinantes para aumentar la productividad y el crecimiento y satisfacer en mejor forma las exigencias de los mercados. La investigación e innovación deberán tener una estrecha vinculación con un adecuado mecanismo de transferencia tecnológica. En este sentido, la política sectorial debe dar un fuerte impulso a las instituciones de investigación y transferencia tecnológica.

En relación a este lineamiento estratégico, las medidas propuestas son:

- 8.- Impulsar el cambio en los calendarios de siembra para minimizar riesgos climáticos (\*\*).
- 9.- Fomentar el uso de sistemas de cultivo para la reducción del estrés térmico (\*\*\*\*)
- 10.- Apoyo a la investigación y fomento a la innovación en gestión de recursos hídricos en el sector silvoagropecuario. (\*\*)
- 11.- Desarrollar programas de mejoramiento genético para cultivos agrícolas vulnerables al cambio climático, usando herramientas convencionales y moleculares de última generación (\*\*)
- 12.- Desarrollar un programa de conservación genética ex situ de recursos forestales para la adaptación al cambio climático. (\*\*)

## C3.- Promover la sustentabilidad económica, social y ambiental:

El diseño y aplicación de políticas integrales deben apuntar a fortalecer el avance del sector en cada una de estas áreas. El crecimiento y competitividad de la economía rural debe potenciarse mediante la aplicación de políticas e instrumentos que promuevan el desarrollo social, considerando especialmente las particularidades de los grupos más vulnerables en el agro y la gestión sostenible de los recursos naturales, cada vez sujetos a mayor demanda y competencia entre actividades así como objeto de severos impactos derivados del cambio climático y el calentamiento global.

\*\* Corresponde a medidas enviadas por los servicios.

\*\*\* Corresponde a "Estudio de estimación de flujos de inversión y financieros para la adaptación en el sector silvoagropecuario, la mitigación en el sector transporte y la adaptación en el subsector hídrico de la infraestructura" (UCHile, FCFM, 2011).

\*\*\*\* Medidas propuestas en Plan inicial de adaptación de cambio climático.

En relación a este lineamiento estratégico, las medidas propuestas son:

- 13.- Potenciar los actuales mecanismos del Programa de Sistemas de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (ex SIRSD). (\*\*\*)
- 14.- Desarrollar sistemas de monitoreo permanente de cambios en los potenciales de productividad (\*\*).
- 15.- Desarrollar un sistema de indicadores de sustentabilidad ambiental de la agricultura (\*\*).
- 16.- Desarrollar nuevos métodos silviculturales que permitan enfrentar el Cambio Climático (\*\*)
- 17.- Estudiar los requerimientos hídricos de especies forestales nativas y exóticas (\*\*)
- 18.- Implementar sistemas de cosecha de agua lluvia para riego y bebida (\*\*\*)

#### C4.- Transparencia y acceso a mercados:

Junto con implementar una activa función de apoyo al acceso a los mercados, es necesario establecer las herramientas que aseguren una competencia leal y justa entre los distintos actores de nuestro sector. En el ámbito interno, se debe apuntar a evitar las asimetrías entre oferta y demanda y mejorar la competencia y acceso a financiamiento, para asegurar precios y condiciones justas a lo largo de las cadenas silvoagropecuarias. En el ámbito externo, las acciones deben seguir orientando a la apertura y mantención de nuevos mercados, la exportación de nuevos productos y a la ampliación del número de empresas exportadoras, especialmente fortaleciendo la participación de la agricultura de pequeña y mediana escala de producción y superando condiciones de acceso de índole ambiental y relacionada con el cambio climático.

En relación a este lineamiento estratégico, la medida propuesta es:

- 19.- Diseñar un programa de certificación de la huella del agua de los productos agropecuarios (\*\*\*\*):

\*\* Corresponde a medidas enviadas por los servicios.  
 \*\*\* Corresponde a "Estudio de estimación de flujos de inversión y financieros para la adaptación en el sector silvoagropecuario, la mitigación en el sector transporte y la adaptación en el subsector hídrico de la infraestructura" (UChile, FCFM, 2011).  
 \*\*\*\* Medidas propuestas en Plan inicial de adaptación de cambio climático.

### C5.- Modernizar el Ministerio de Agricultura y sus servicios:

Las instituciones del Ministerio están en un proceso de ajuste frente a los parámetros imperantes en cualquier organización moderna a la que se le exige eficiencia, eficacia, transparencia, uso de tecnologías, control de costos, entre otros. Se consideran en esto acciones que apunten al fortalecimiento institucional, la modernización y la construcción de capacidades en cada una de las entidades de la Red MINAGRI, a partir de los nuevos desafíos de la agricultura, como lo es el cambio climático y sus efectos actuales y futuros, más aún cuando se trabaja para la conformación de un nuevo Ministerio de la Agricultura y la Alimentación.

En relación a este lineamiento estratégico, las medidas propuestas son:

- 20.- Desarrollar un sistema de información para la adaptación al cambio climático (\*\*)
- 21.- Desarrollar directrices a incorporar en las instancias de capacitación en cambio climático (\*\*\*\*)

\*\* Corresponde a medidas enviadas por los servicios.

\*\*\* Corresponde a "Estudio de estimación de flujos de inversión y financieros para la adaptación en el sector silvoagropecuario, la mitigación en el sector transporte y la adaptación en el subsector hídrico de la infraestructura" (UChile, FCFM, 2011).





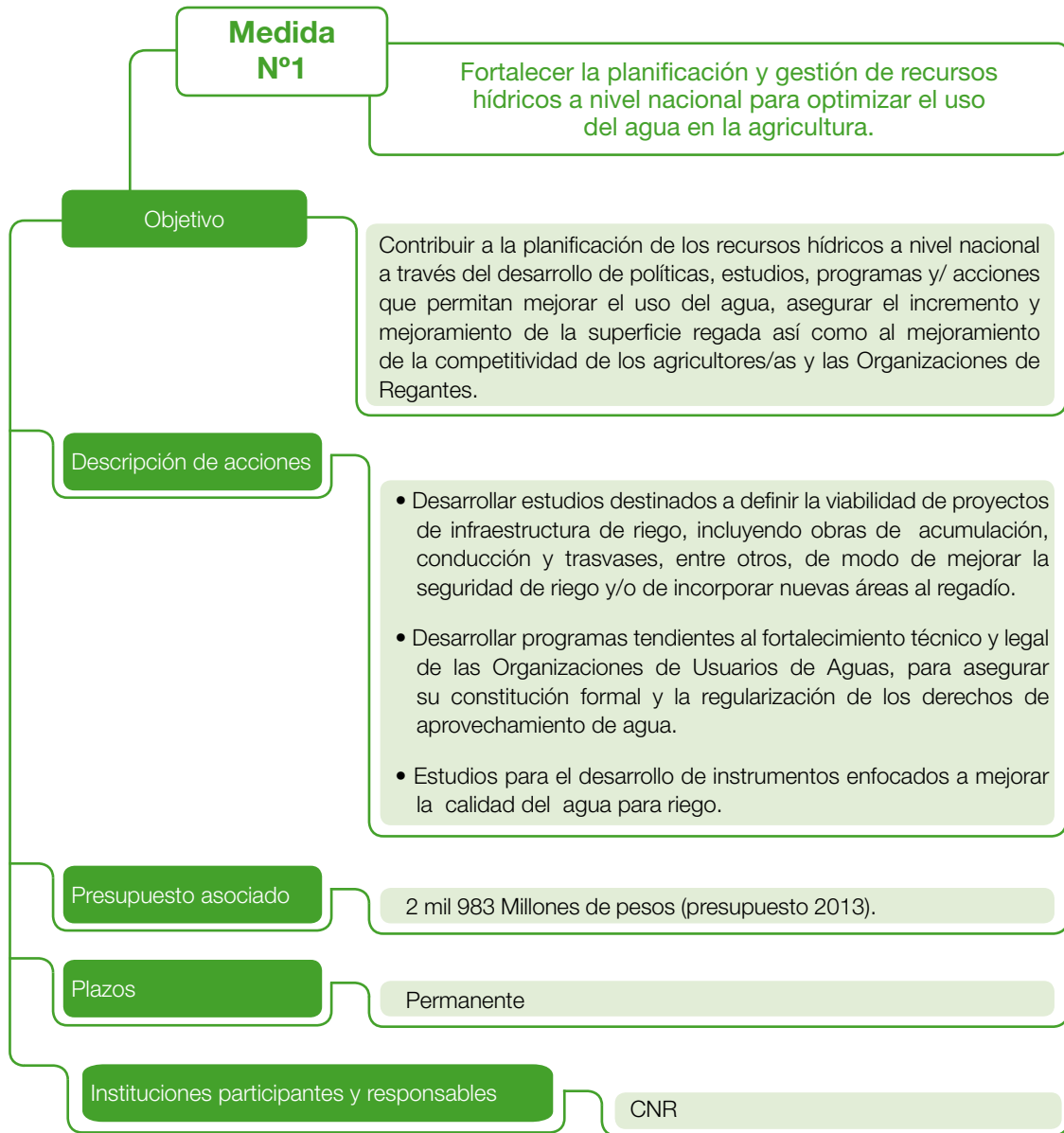


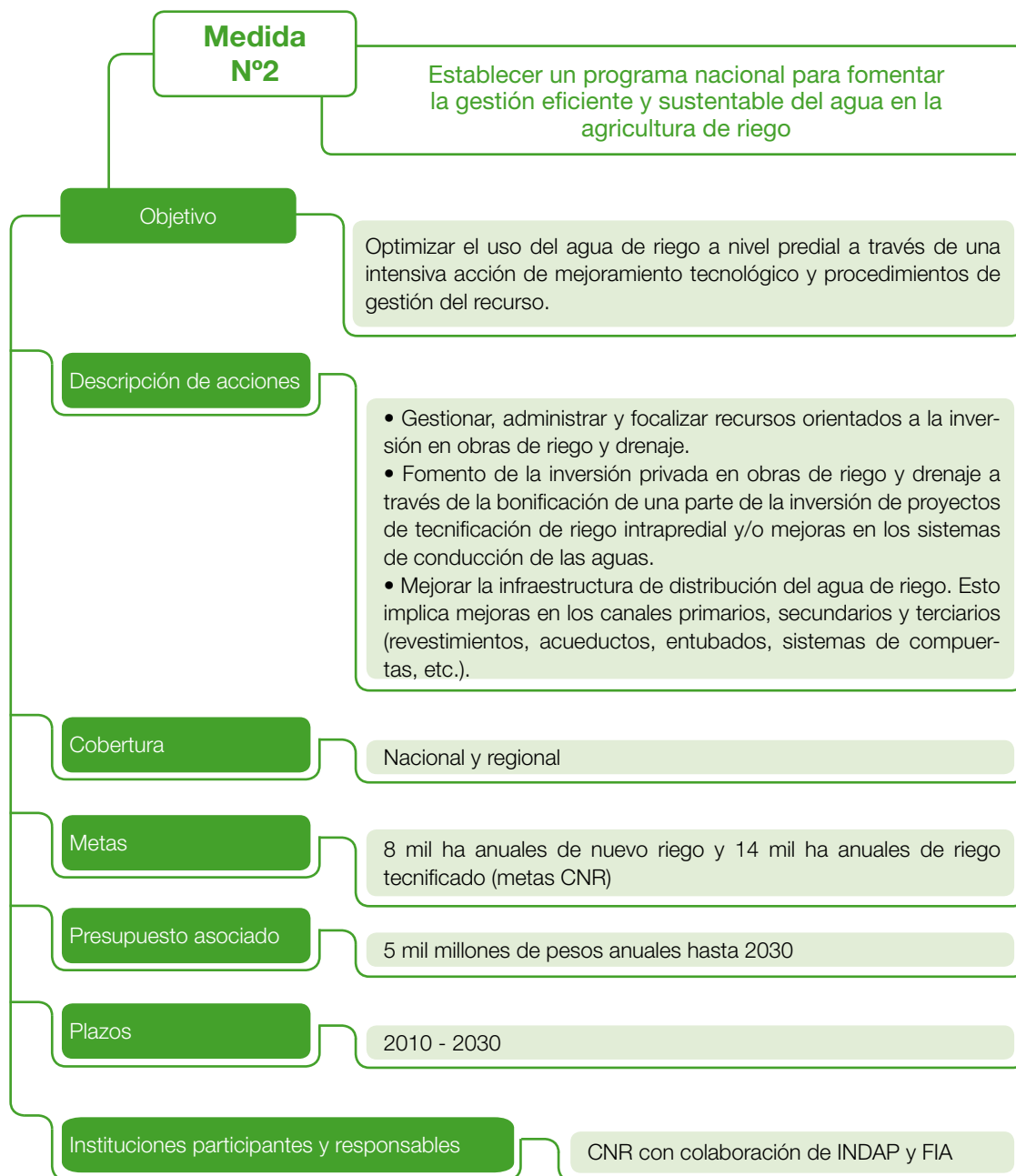


## Capítulo 5

Medidas propuestas para la implementación del plan nacional de adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario.

i. Lineamiento Ministerial: Mejorar la competitividad de la Agricultura





**Medida N°3**

**Reforzar el Programa de Riego Campesino**

**Objetivo**

Incrementar la productividad y competitividad de la Agricultura Familiar campesina a través de la incorporación de nuevas áreas al riego y del desarrollo de capacidades en la gestión y utilización del agua de riego.

**Descripción de acciones**

- Estimular la participación campesina en los concursos de la Ley N°18.450 de Fomento al Riego y Drenaje, que la Comisión Nacional de Riego convoque, a través de proyectos individuales y asociativos.
- Incrementar la seguridad de riego, a través de obras de reparación, mejoramiento o ampliación de los sistemas de riego extraprediales.
- Aumentar la eficiencia de riego a través de inversiones en sistemas de riego tecnificado.
- Incorporar nuevas áreas al riego, mediante la construcción de obras tales como embalses, pozos profundos, norias.
- Dar seguridad jurídica a las aguas utilizadas en el riego campesino y fortalecer las organizaciones de regantes.

Los instrumentos específicos utilizados, según el tipo de proyectos para los cuales están dirigidos son:

- Programa de Obras Menores de riego o drenaje, individuales y asociativas.
- Programa de Riego Asociativo, de obras de riego o drenaje, extraprediales.
- Programa de Riego o Drenaje Intrapredial.
- Bono Legal de Aguas, para resolver problemas relacionados con los derechos de agua, las organizaciones de usuarios de aguas, y la gestión del agua.
- Programa de Estudios de Riego y Drenaje. Formulación de proyectos que serán presentados a concursos de la Ley N°18.450 de Fomento al Riego administrada por la Comisión Nacional de Riego.
- Fondo Rotatorio: Recursos para otorgar créditos de pre financiamiento para la construcción de obras de riego o drenaje bonificadas por la CNR.

**Presupuesto asociado**

10.916 millones de pesos (presupuesto 2010)

**Plazos**

Permanente

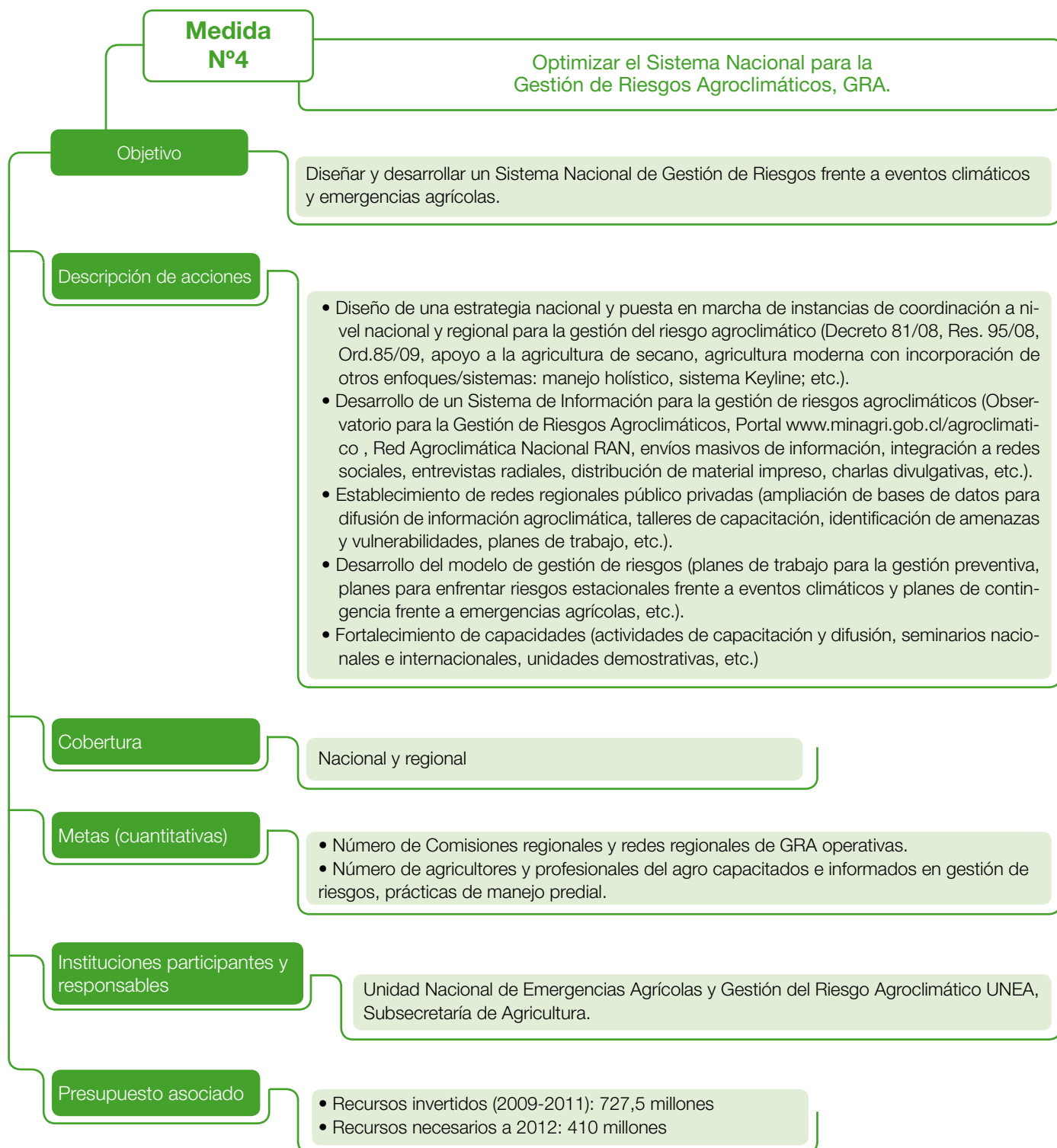
**Instituciones participantes y responsables**

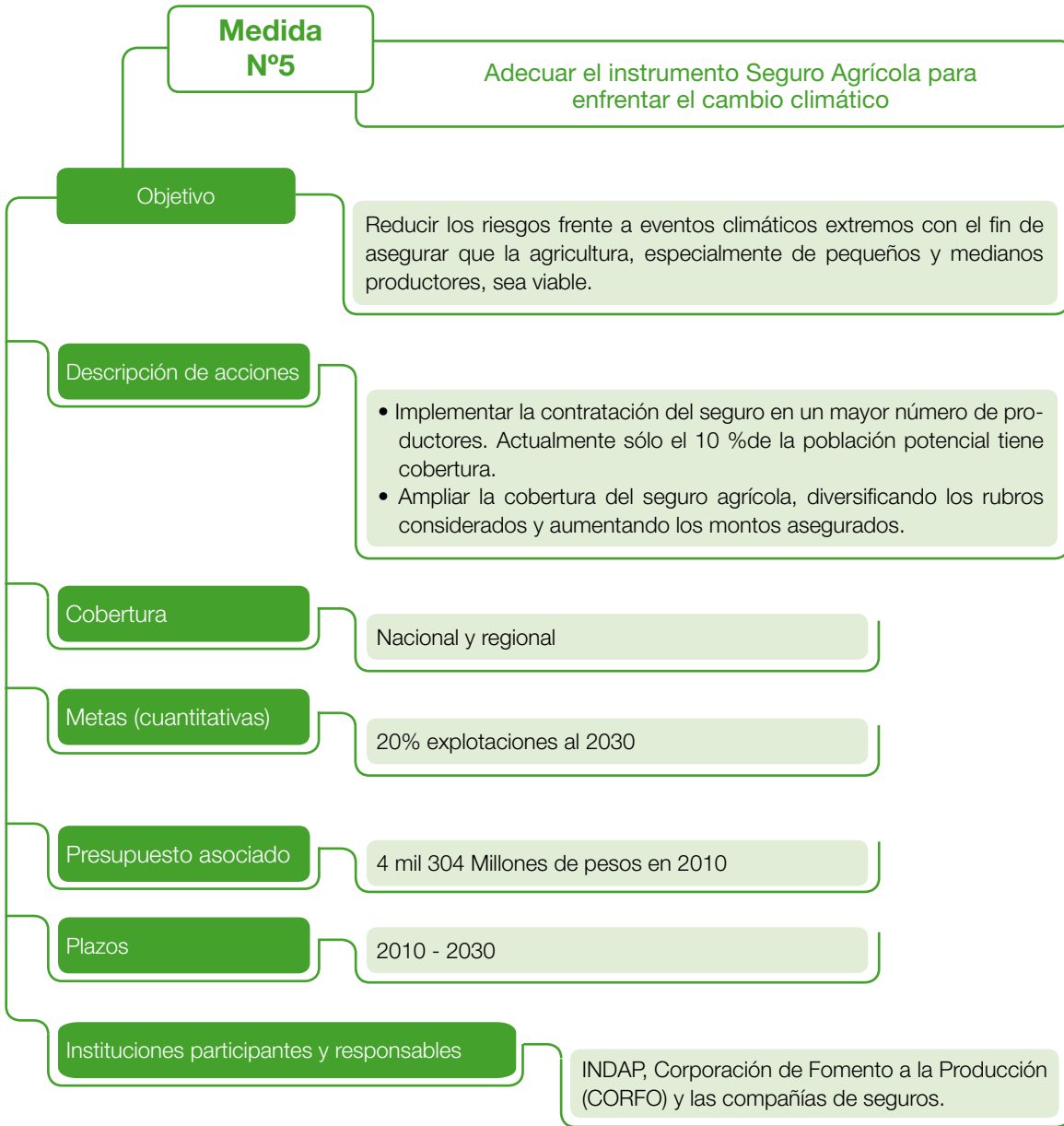
INDAP

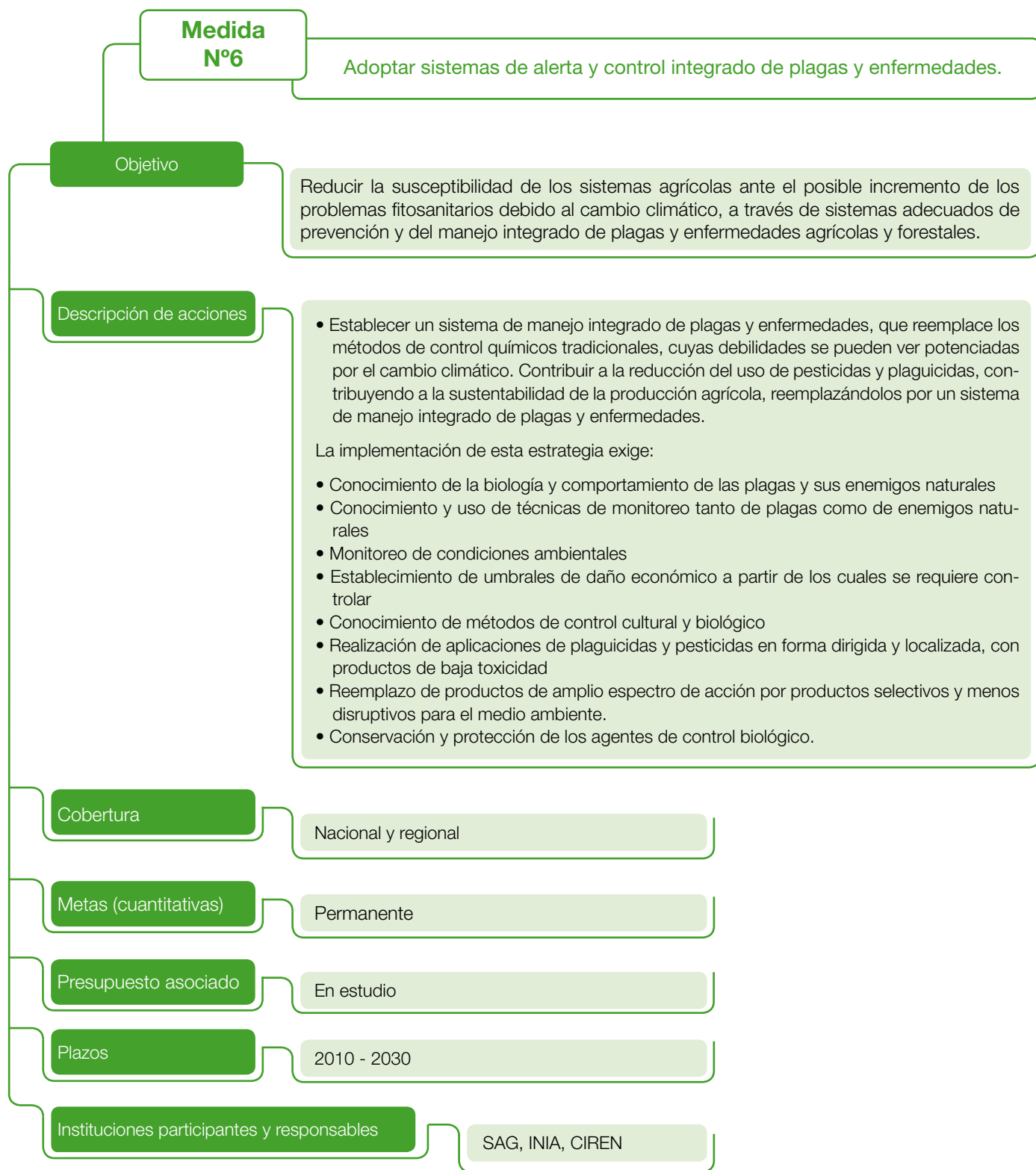
**Monitoreo y control**

Principales indicadores

- N° obras terminadas
- Hectáreas físicas incorporadas
- Hectáreas equivalentes incorporadas
- N° de clientes totales; N° de mujeres, hombres y personas jurídicas

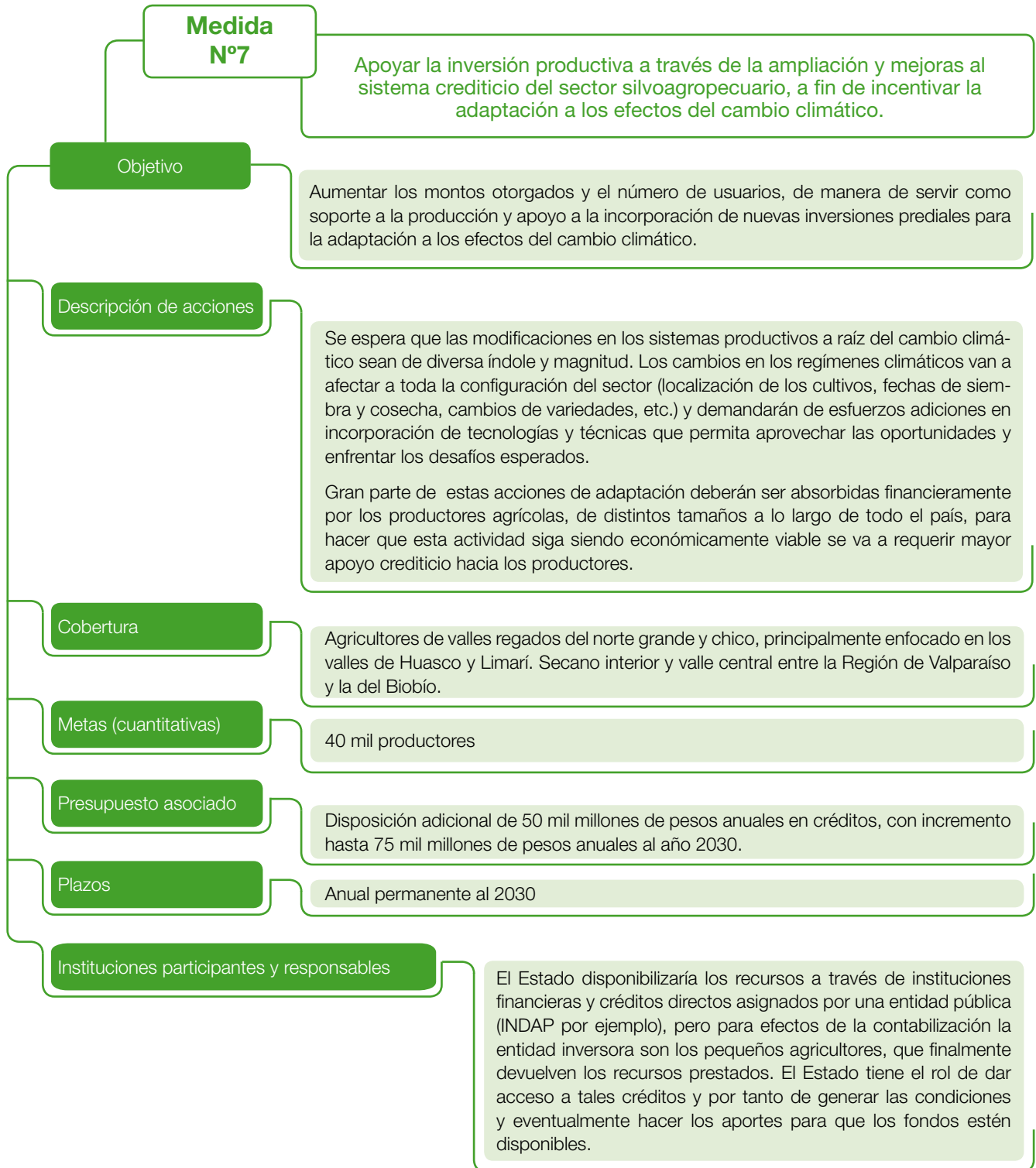






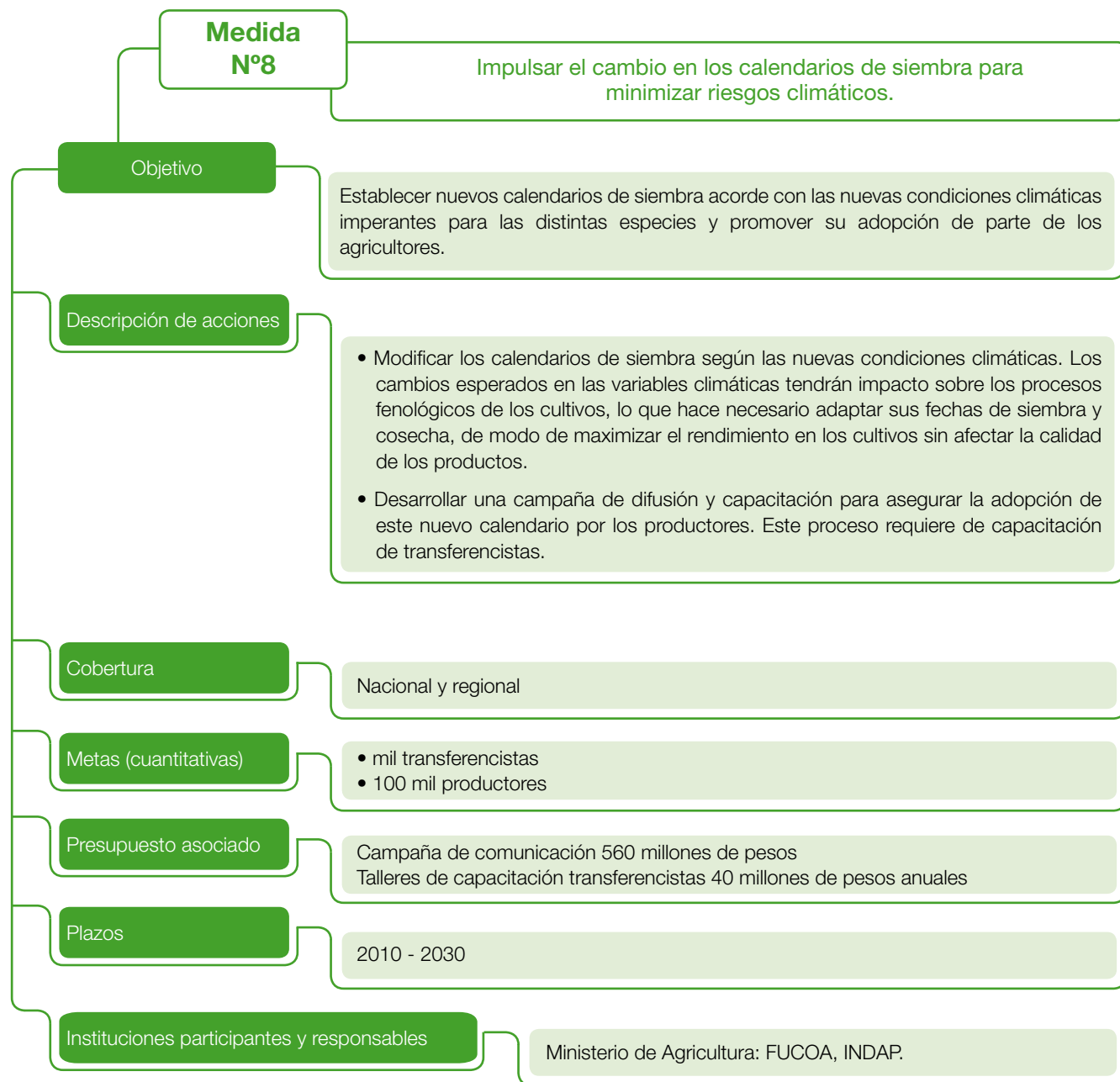
El manejo tradicional de los problemas fitosanitarios en la agricultura, basado en el control químico con productos de amplio espectro y larga acción residual constituye una práctica poco sustentable y con alto riesgo de efectuarse inadecuadamente, causando un aumento de la resistencia de plagas, reducción de la acción de enemigos naturales y por lo tanto un incremento en la susceptibilidad de los sistemas agrícolas a los problemas fitosanitarios

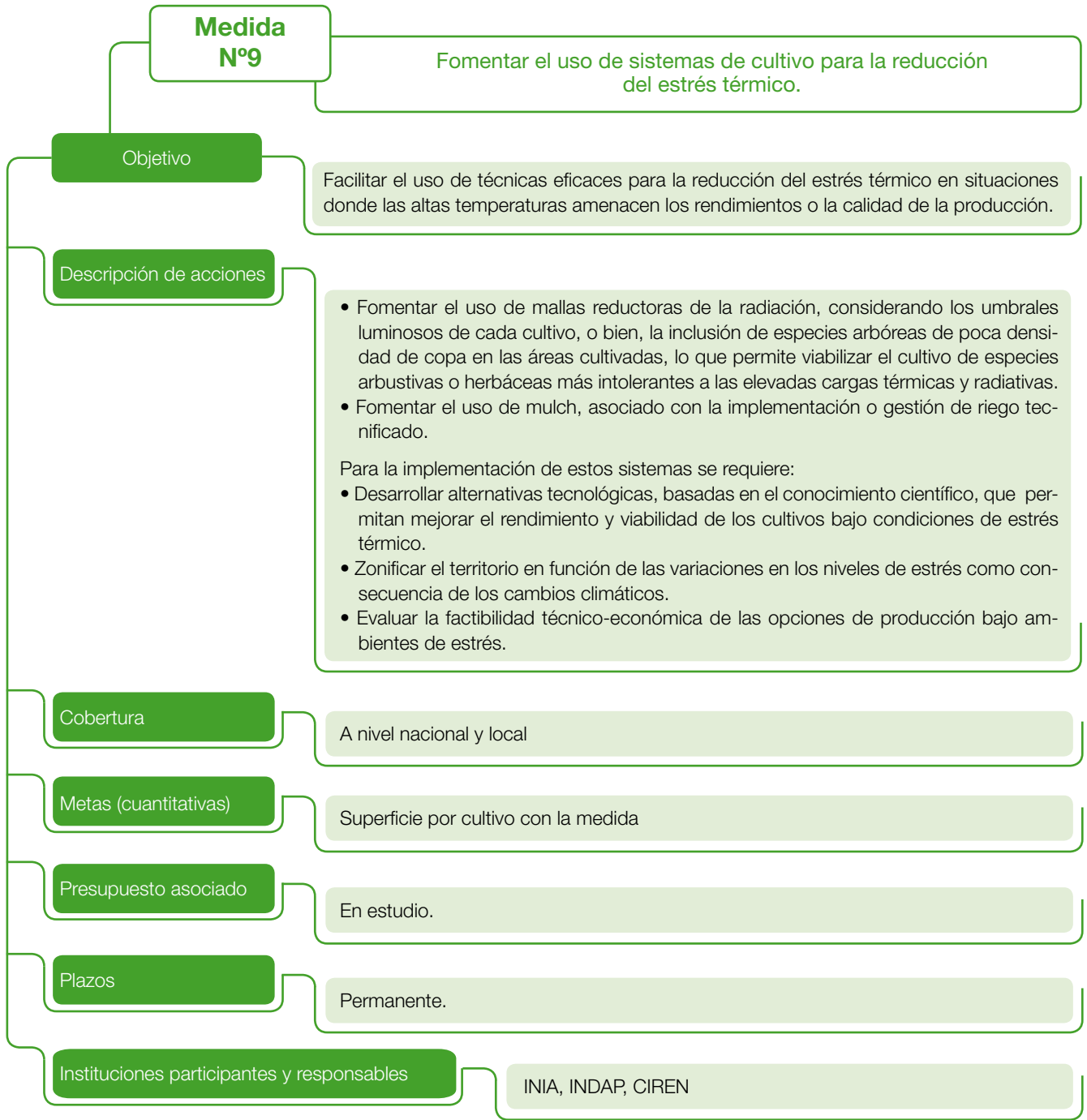
El sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades usa de forma racional los métodos de control químico, biológico y cultural, privilegiando un enfoque preventivo, contribuyendo así a la reducción del uso de pesticidas y plaguicidas y con ello a la sustentabilidad de la producción agrícola.

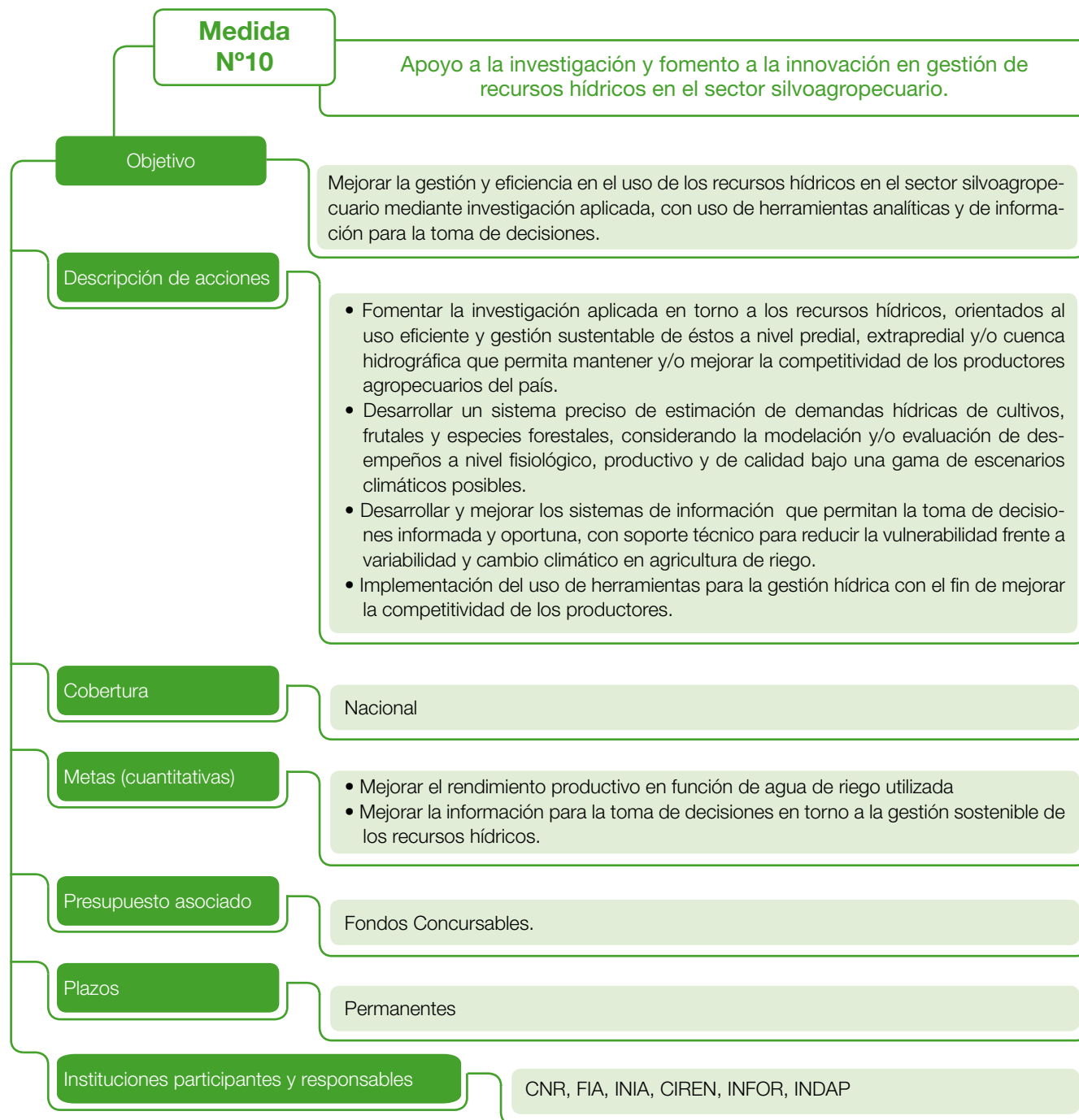




ii. Lineamiento Ministerial: Fomento a la investigación e innovación







## Medida N°11

Desarrollar programas de mejoramiento genético para cultivos agrícolas vulnerables al cambio climático, usando herramientas convencionales y moleculares de última generación (\*\*)

### Objetivo

Mantener la sustentabilidad de los sistemas productivos de los pequeños y medianos agricultores, ofreciendo nuevas variedades y/o especies que usen en forma más eficiente el agua y se adapten a las nuevas condiciones ambientales asociadas al cambio climático.

### Descripción de acciones

Establecimiento de un programa de investigación y desarrollo que permita la adaptación de cultivos vulnerables al cambio climático, generando nuevas variedades o identificando nuevas especies; tolerantes a la sequía, temperaturas extremas, y resistentes a nuevas plagas y enfermedades. Se busca rescatar e identificar recursos genéticos, para ser usados activamente en los programas de mejoramiento genético, de forma tal que permitan en el mediano y largo plazo obtener variedades adaptadas al nuevo escenario climático. Este programa deberá emplear estrategias de mejoramiento genético convencionales y de nuevas herramientas moleculares para la obtención de nuevas variedades, aprovechando las capacidades nacionales y los programas de mejoramiento existentes en el país, en cultivos como el trigo, la papa, leguminosas de granos, y de otros varios que se identifiquen como vulnerables al cambio climático.

Las etapas de desarrollo de esta estrategia son:

- Identificar recursos genéticos tolerantes al cambio climático que puedan ser incorporados a los programas de mejoramiento genético de cultivos vulnerables, en términos de adaptación e importancia económica.
- Implementar y reforzar programas de mejoramiento genético en cultivos vulnerables al cambio climático, para la obtención de líneas segregantes y nuevas variedades.
- Incorporación de nuevas herramientas genómicas e identificación de mecanismos claves de adaptación para acelerar la obtención de nuevas variedades.
- Creación de un mecanismo de fomento por parte del Estado, que permita apoyar proyectos en esta línea de acción.
- Actividades de demostración, difusión y transferencia de resultados y productos.

### Cobertura

Sistemas agrícolas- ganaderos de secano y riego (Nacional)

### Metas (cuantitativas)

- Número de recursos genéticos rescatados y explotados en términos de su potencial genético como fuente de mejoramiento.
- Número de líneas segregantes, nuevas variedades o especies que podrían ser incorporados a los sistemas productivos.
- Grado de adopción de nuevas variedades y especies por parte de los productores.
- Ganancias en rendimiento de las nuevas variedades en comparación a las variedades tradicionales, frente a condiciones de sequía, temperaturas extremas, plagas y/o enfermedades.
- Cadenas productivas asociadas a estos sistemas (productos comercializados, agroindustrias, servicios).

### Presupuesto asociado

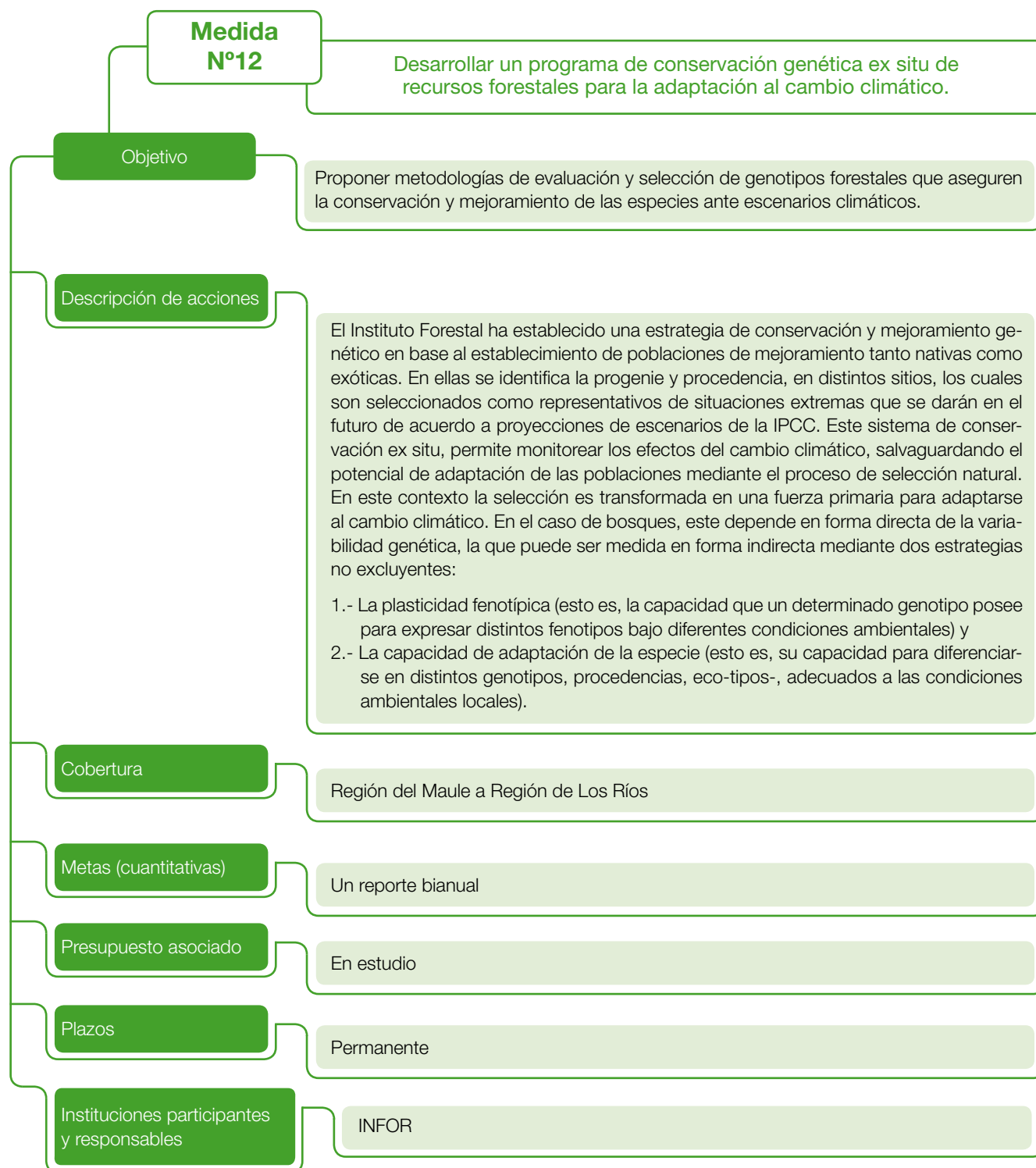
En estudio

### Plazos

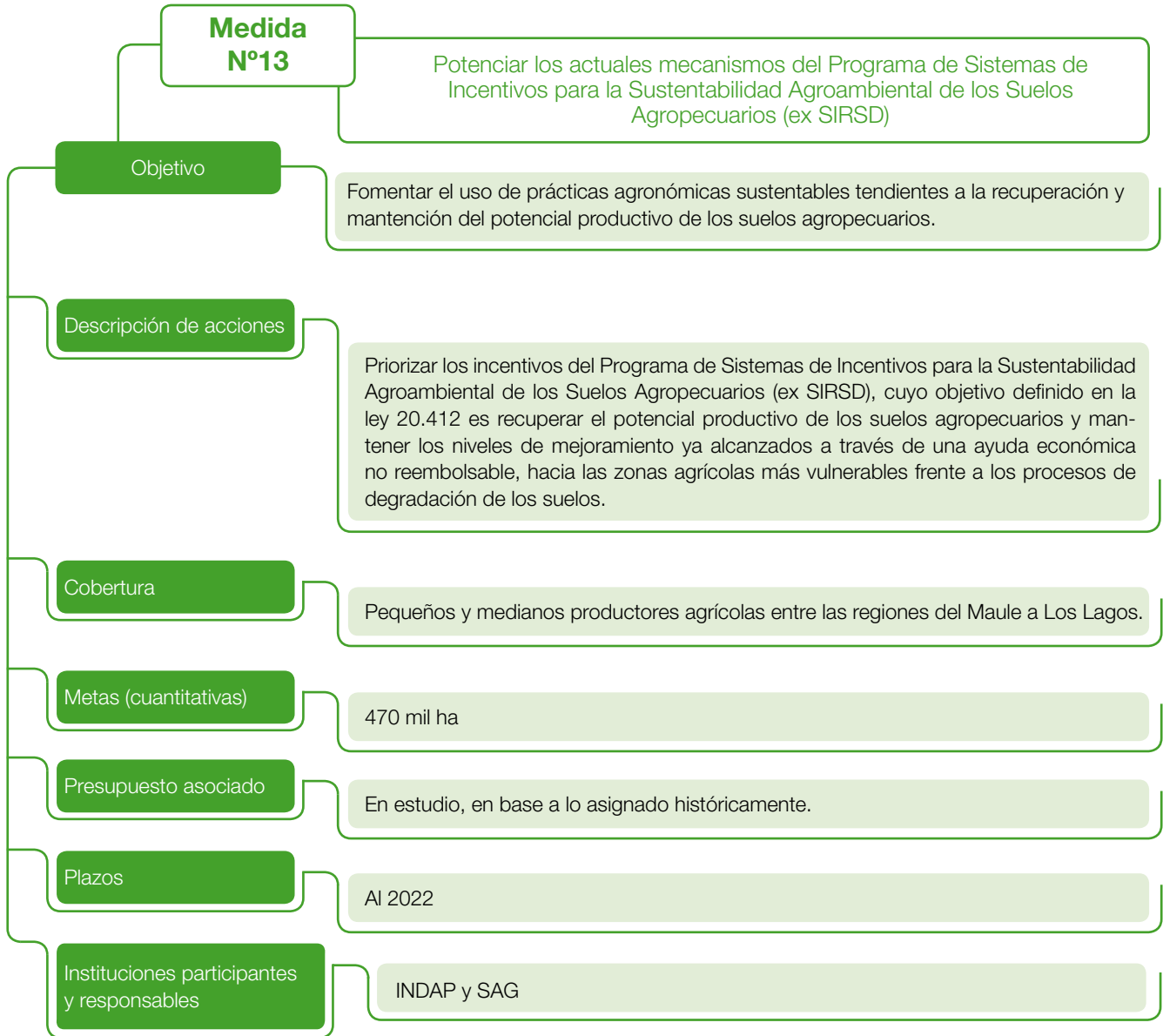
Permanentes

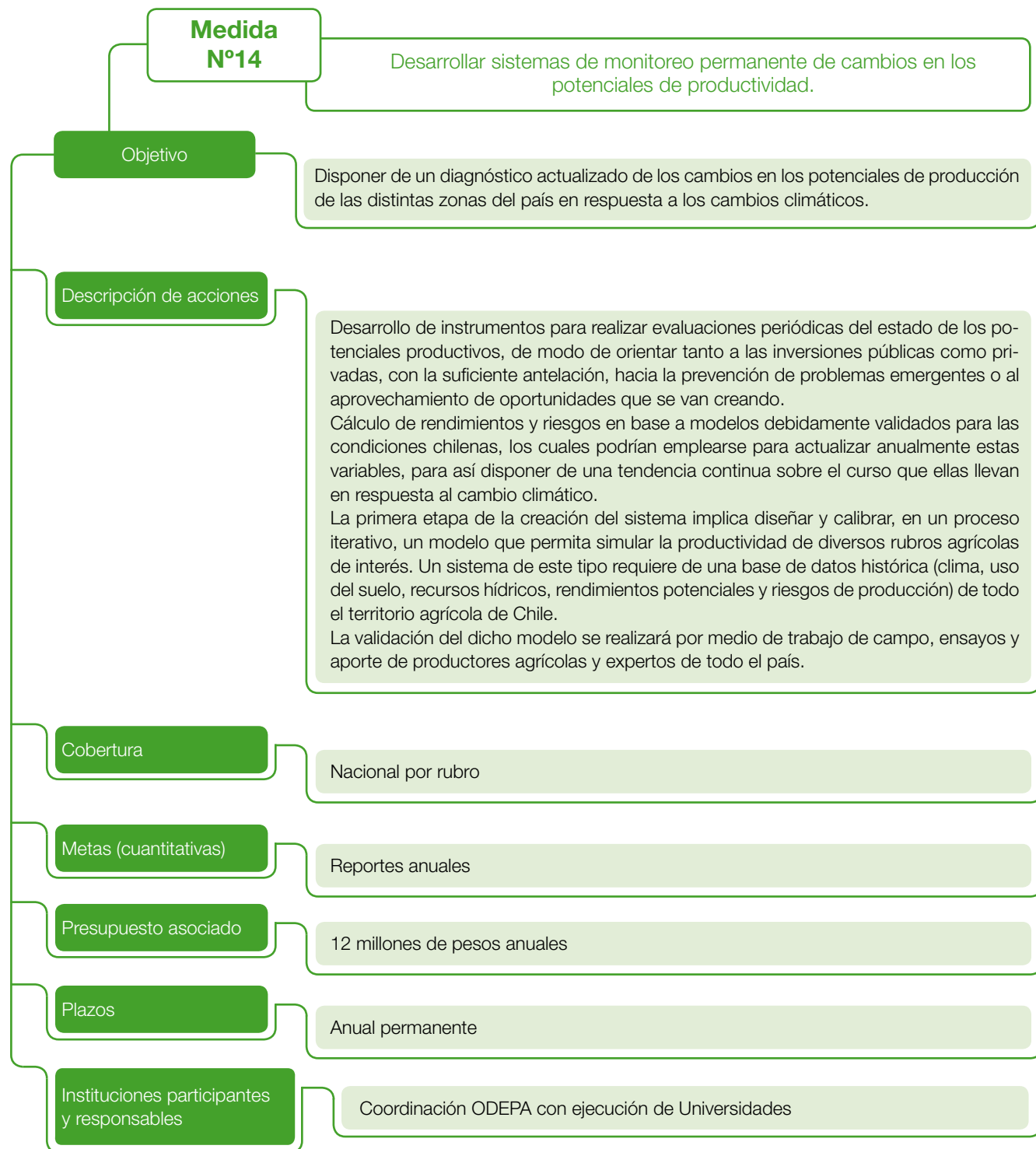
### Instituciones participantes y responsables

INIA, INDAP, MINAGRI



iii. Lineamiento Ministerial: Promover la sustentabilidad económica, social y ambiental





## Medida N°15

Desarrollar un sistema de indicadores de sustentabilidad ambiental de la agricultura.

### Objetivo

Reducir los riesgos de la agricultura mediante un sistema de indicadores que permitan evaluar las condiciones ambientales para la producción agrícola, de modo de detectar tempranamente ciertas condiciones que puedan amenazar la sustentabilidad de esta actividad.

### Descripción de acciones

Desarrollo de un sistema de indicadores biofísicos y biológicos de fácil evaluación a gran escala, se puede llevar al día el estado de la situación ambiental de la agricultura, de modo de detectar tempranamente aquellas tendencias que pudieran afectar a la capacidad productiva nacional de alimentos y materias primas.

Para esto se selecciona un conjunto de indicadores que sean fácilmente evaluables mediante procedimientos de gran escala, como son las estadísticas, los sistemas satelitales y los procedimientos expertos. Estos indicadores se manejan en una plataforma de fácil actualización, que disponga de herramientas básicas de análisis y cartografía automática del estado de situación de cada indicador o del resultado de una combinación de ellos, que pongan de relieve situaciones que es necesario prevenir o corregir.

Un sistema de indicadores de sustentabilidad es esencial para un país que busca ser potencia agroalimentaria y forestal, por cuanto es necesario velar por el crecimiento sostenido de su capacidad productiva, velando por la integridad de los recursos naturales. Siendo el cambio climático uno de los principales factores de insustentabilidad ambiental, se hace necesario el montaje de una herramienta de este tipo.

Un sistema de indicadores de sustentabilidad ambiental de la agricultura (SINSA) permitiría no solo detectar la localización y grado de las vulnerabilidades territoriales de la agricultura, especialmente de aquellas de origen climático, sino además focalizar mejor los instrumentos del fomento del estado. Se recomienda para estos efectos aplicar el modelo Estado-Presión, el cual organiza los indicadores en dos grandes clases:

1. Indicadores de estado, que resumen los atributos actuales de los distintos componentes ambientales (suelos, agua, clima y recursos bióticos).
2. Indicadores de presión, que resumen las presiones actuales a que están sometidos los distintos recursos como consecuencia de las actividades económicas (agricultura, industria, minería, urbanización, transporte, turismo).

Estos sistemas permiten detectar con cierta facilidad dónde se producen combinaciones riesgosas de estados frágiles o degradados con presiones que conducen a la insustentabilidad en el mediano plazo.

Las etapas de implementación son:

1. Diseño lógico del sistema
2. Selección de indicadores
3. Establecimiento de los sistemas de generación de la información
4. Acuerdos institucionales y evaluaciones experimentales en zonas piloto
5. Diseño de los productos de información estándares

Puesta en operación

### Cobertura

Nacional por rubro

### Metas (cuantitativas)

Sistema implementado con reportes anuales

### Presupuesto asociado

35 millones de pesos para implantación  
12 millones de pesos anuales para funcionamiento

### Plazos

Anual Permanentes

### Instituciones participantes y responsables

Coordinación ODEPA con ejecución de Universidades



## Medida N°16

Desarrollar nuevos métodos silviculturales que permitan enfrentar el Cambio Climático

### Objetivo

Generar conocimiento básico por medio de prácticas silvícolas que permitan la adaptación gradual al cambio climático de los ecosistemas forestales nativos.

### Descripción de acciones

Se enfoca desde la perspectiva del manejo sustentable de los ecosistemas forestales del país, para generar conocimiento básico silvícola que permita generar propuestas de silvicultura para enfrentar el cambio climático. Debe ser abordada en etapas para los distintos tipos forestales, los que a su vez tienen una distribución geográfica, caracterización y grado de vulnerabilidad distinto al cambio climático.

Entre las actividades se considera:

- Instalación de ensayos de intervenciones silvícolas
- Monitoreo de ensayos: monitoreo del comportamiento de las variables de producción de biomasa, a partir de intervenciones silvícolas específicas (ej. raleos a distintas densidades) en forma conjunta y coordinada con el monitoreo de variables climáticas.
- En el contexto de la regeneración, se recurre a alterar artificialmente algunos factores climáticos y evaluar la respuesta de las plántulas a este cambio, adelantando los futuros efectos del cambio climático.
- Determinar las áreas prioritarias para focalizar la silvicultura de adaptación.
- Definir estrategias de manejo adecuadas para enfrentar el cambio climático

Esta medida se encuentra en desarrollo y en su primera etapa se ha enfocado en los bosques secundarios de Roble-Raulí-Coihue (Ro-Ra-Co), con ensayos instalados en la comuna de Panguipulli, que ya están siendo monitoreados. Este modelo se debe expandir a demás tipos forestales en otras localidades.

La expansión de este modelo se debe realizar a través del establecimiento de nuevas áreas demostrativas en otros tipos forestales y en otras regiones. La instalación de nuevas áreas demostrativas depende de la disponibilidad de terrenos y del presupuesto asociado. El primer criterio es priorizar el tipo forestal y luego buscar las regiones de distribución.

### Cobertura

Actual: Tipo forestal Ro-Ra-Co, Región de Los Ríos

### Metas (cuantitativas)

En una segunda fase se espera expandir a los tipos forestales Siempreverde y Lenga por su importancia en superficie, manejo y vulnerabilidad al cambio climático.

### Presupuesto asociado

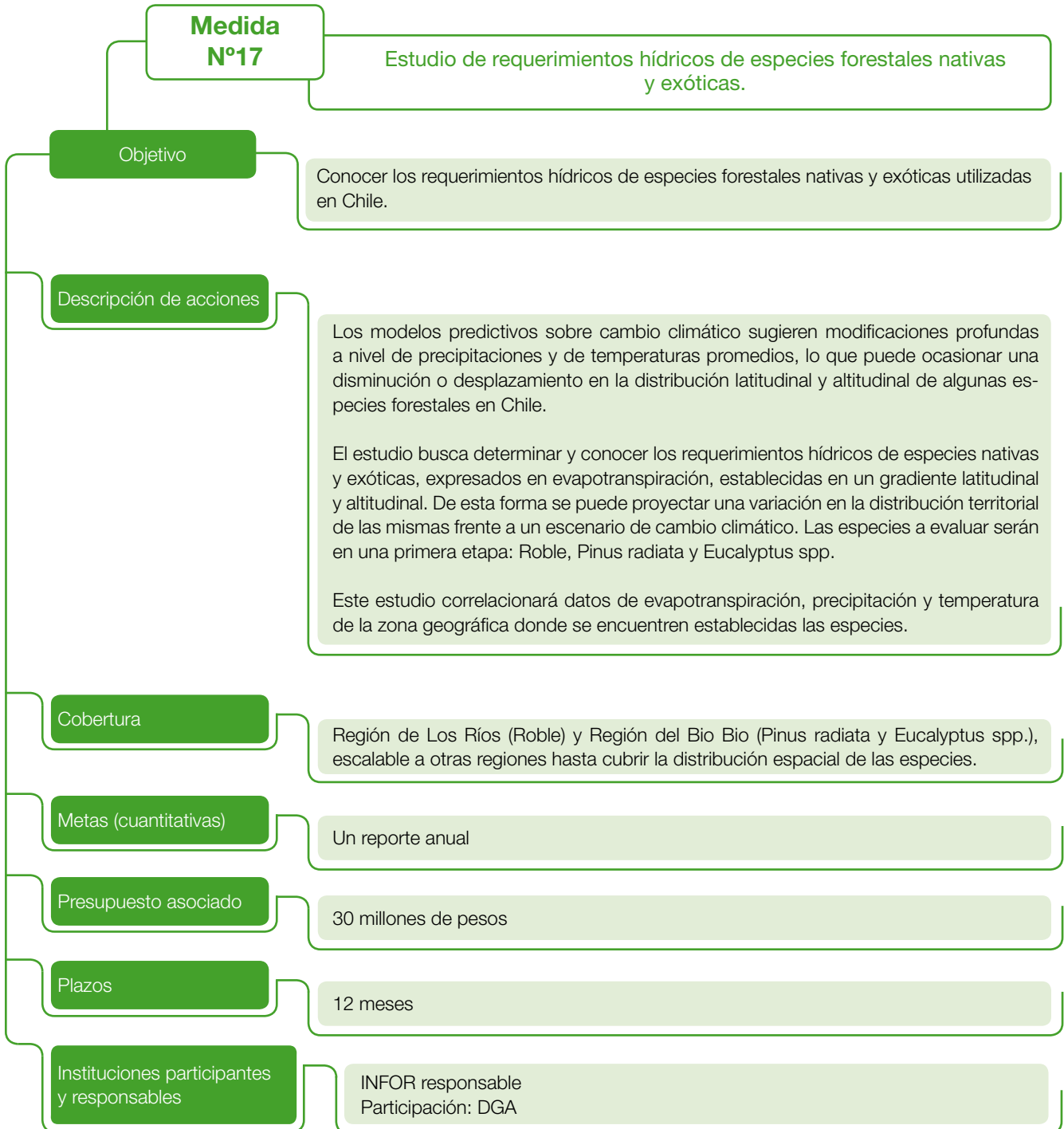
28 millones de pesos anuales por área demostrativa

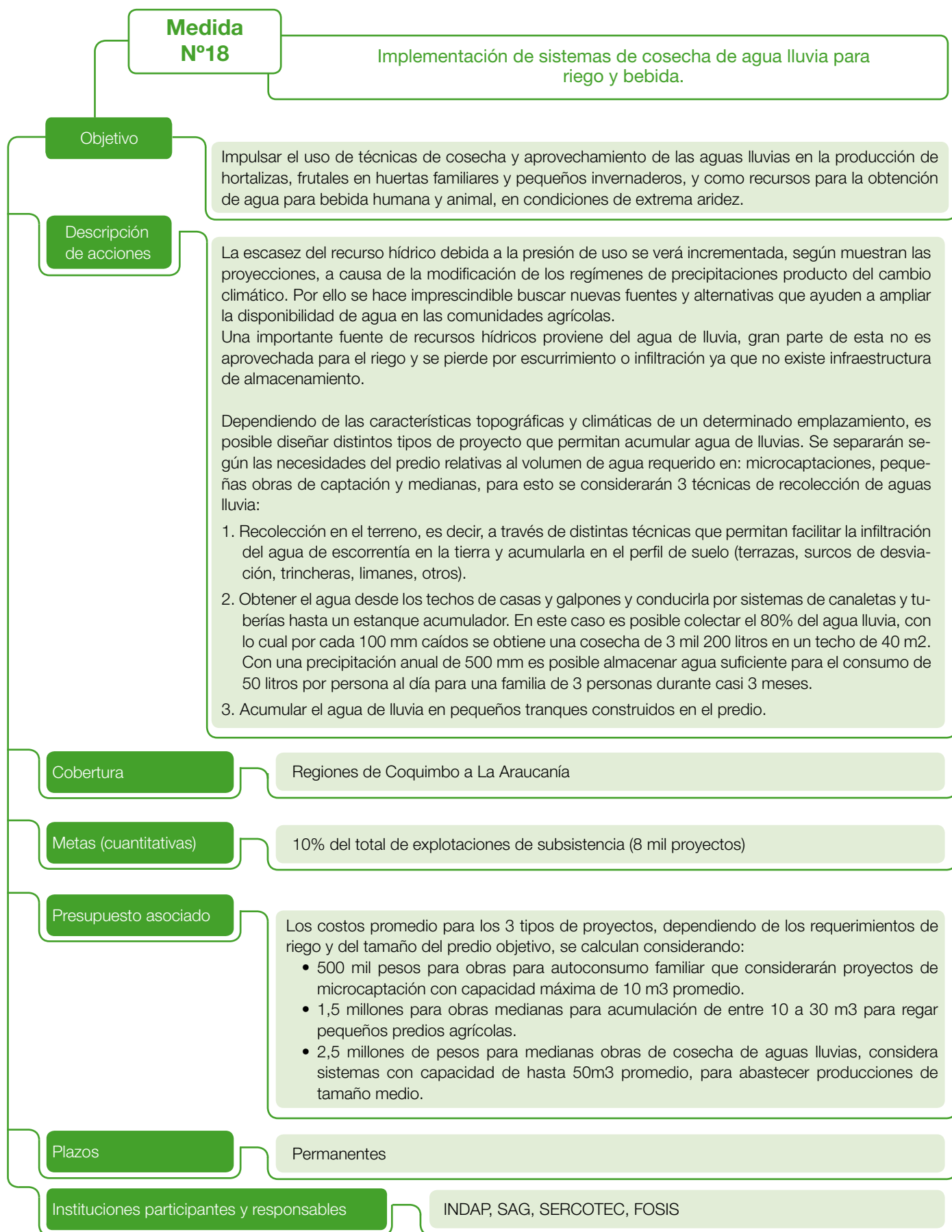
### Plazos

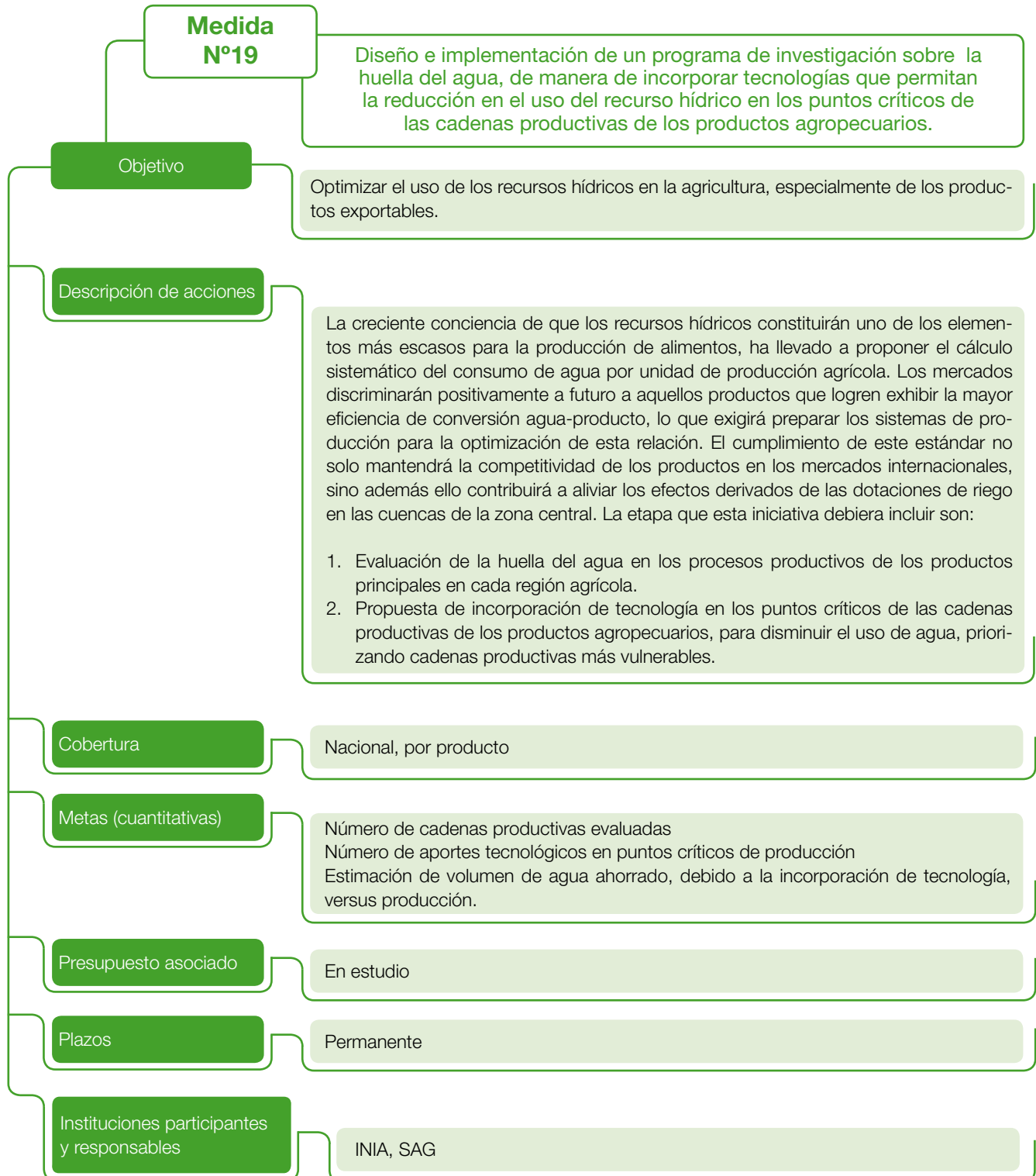
Permanente

### Instituciones participantes y responsables

Responsable: INFOR  
Participantes: Propietarios forestales, CONAF







**Cobertura**  
 Nacional, por producto

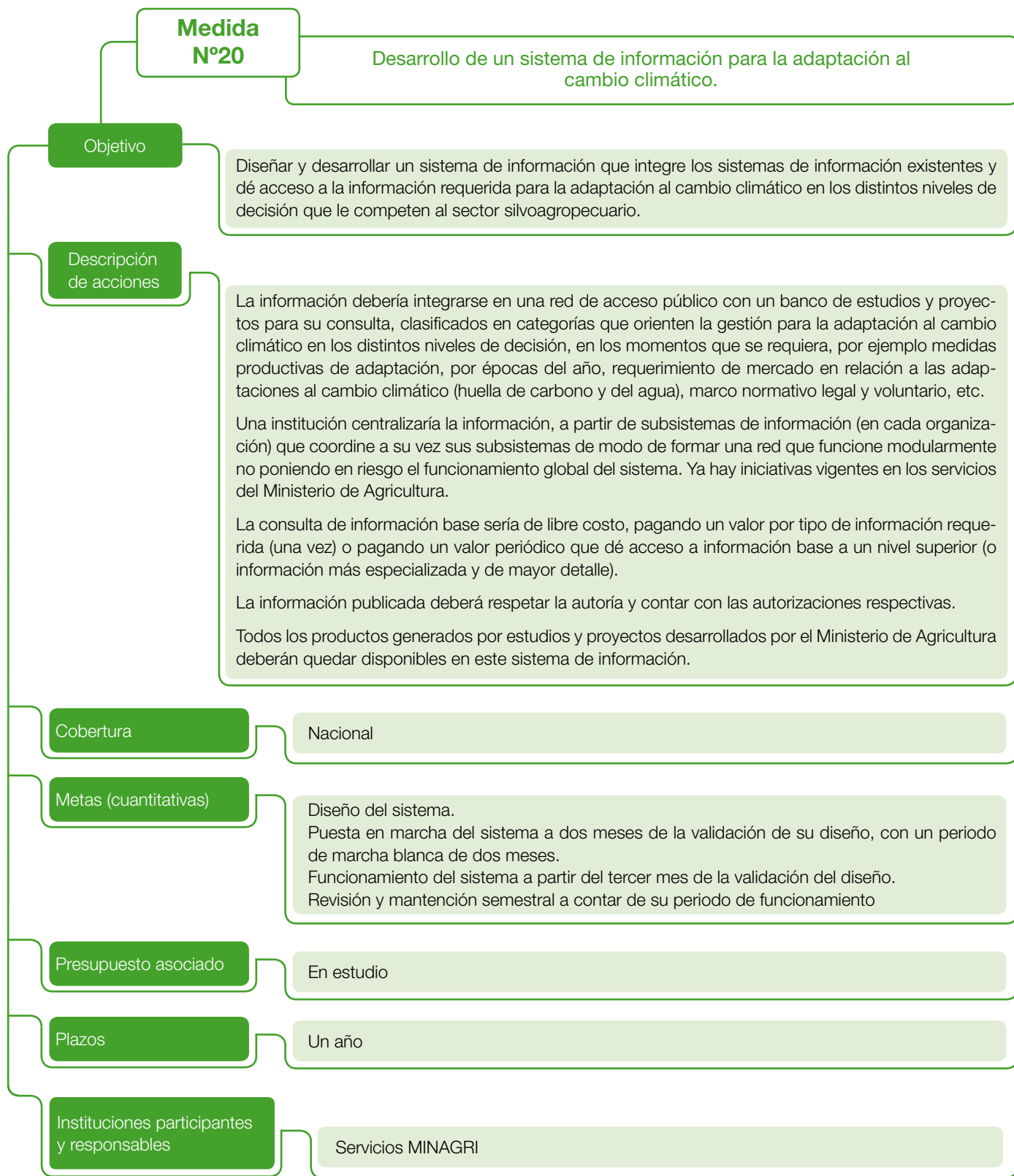
**Metas (cuantitativas)**  
 Número de cadenas productivas evaluadas  
 Número de aportes tecnológicos en puntos críticos de producción  
 Estimación de volumen de agua ahorrado, debido a la incorporación de tecnología, versus producción.

**Presupuesto asociado**  
 En estudio

**Plazos**  
 Permanente

**Instituciones participantes y responsables**  
 INIA, SAG

v. Lineamiento Ministerial: Modernizar el Ministerio de Agricultura y sus servicios



## Medida N°21

Desarrollo de directrices a incorporar en las instancias de capacitación en cambio climático.

### Objetivo

Fomentar el aumento guiado de las capacidades de los distintos actores del sector silvoagropecuario, desde el ámbito público hasta los usuarios finales, para enfrentar eficientemente un proceso de adaptación a los nuevos contextos climáticos.

### Descripción de acciones

Se requiere la entrega de conocimientos de manera específica por el segmento de usuarios y actores sectoriales, en los procesos de capacitación que acompañan necesariamente a gran parte de las medidas propuestas, en sus dimensiones de difusión y transferencia.

En este sentido se propone abordar los siguientes aspectos específicos para cada grupo objetivo:

#### Responsables de políticas y estrategias en los niveles públicos

- Alcances de los problemas globales que enfrenta la humanidad.
- Rol de Estado en la búsqueda de la sustentabilidad.
- Desarrollo económico en un ámbito restrictivo en recursos naturales.
- Visión sistémica en la comprensión de los sistemas naturales, sociales y económicos.
- Diseño y evaluación de estrategias de adaptación al cambio climático a nivel local.

#### Responsables de la implementación de las acciones contenidas en las estrategias:

- Gestión de políticas públicas.
- Uso de mecanismos participativos para la implementación de acciones locales.
- Sistemas de evaluación y seguimiento.
- Información sobre impactos socioeconómicos y ambientales que traerá el cambio climático a los sistemas agrícolas locales.

#### Transferencistas de tecnología:

- Comprensión de los impactos productivos de los cambios climáticos.
- Gestión del estrés y del riesgo.
- Agricultura ecoeficiente.
- Eficiencia hídrica, energética y ambiental.
- Trazabilidad en los sistemas de producción.

#### Usuarios finales (agricultores y administradores de los sistemas de producción):

- Información sobre medidas para manejar los estreses ambientales.
- Uso eficiente de los recursos hídricos y captación de nuevos recursos de agua, la
- Gestión del riesgo agrometeorológico.
- Manejo de plagas.
- Gestión de plantales animales bajo condiciones de estrés.
- Agricultura baja en carbono.
- Medidas para mejorar el balance hídrico del suelo.

### Cobertura

Actores públicos y privados sectoriales

### Metas (cuantitativas)

- Número de agricultores y agentes públicos y privados capacitados
- Evaluación de la calidad de las capacitaciones

### Presupuesto asociado

En estudio

### Plazos

Permanentes

### Instituciones participantes y responsables

INDAP, INIA, FUCOA, Universidades.

### Anacrónimos

- CIREM: Centro de Información de Recursos Naturales
- CNR: Comisión Nacional de Riego
- CONAF: Corporación Nacional Forestal
- CORFO: Corporación de Fomento de la Producción
- FIA: Fundación para la Innovación Agraria
- FOSIS: Fondo de Solidaridad e Inversión Social
- FUCOA: Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro
- INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario
- INFOR: Instituto Forestal
- INIA: Instituto de Investigación Agropecuarias
- ODEPA: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
- SAG: Servicio Agrícola Ganadero
- SERCOTEC: Servicio de Cooperación Técnica

