



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
ODEPA



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
FIA

Análisis de Vulnerabilidad del Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos y Edáficos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático



Capítulo I - Resumen Ejecutivo

Impactos Productivos en el Sector Silvoagropecuario de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático

*Ejecutor: Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED)
Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile*

Diciembre 2008

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO, RECURSOS HÍDRICOS Y EDÁFICOS DE CHILE FRENTE A ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO I – IMPACTOS PRODUCTIVOS EN EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO DE CHILE FRENTE A ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio presenta una proyección de los impactos productivos de los cambios climáticos en Chile en el sector silvoagropecuario, para mediados del siglo XXI (años 2040 a 2070), realizada para dos escenarios: A2 y B2, previstos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su nombre en inglés) y la comparación con el clima actual (fines del siglo pasado). El escenario B2 corresponde a un escenario más benigno, donde el anhídrido carbónico crece en forma sostenida pero no muy acentuadamente, en cambio el escenario A2 tiene un crecimiento de anhídrido carbónico que se acelera hacia fines del siglo alcanzando niveles mucho mayores.

A partir de los cambios proyectados a través del modelo PRECIS, de temperatura, precipitación y radiación solar, se establecieron las modificaciones que estos cambios generarán sobre el conjunto de variables climáticas derivadas tales como los días-grado, horas de frío, período libre de heladas, déficit y excedentes hídricos, número de heladas y de días cálidos, períodos secos y húmedos, período de receso vegetativo, evapotranspiración potencial e índices de humedad. Para evaluar el comportamiento de los cultivos frente a las variaciones del clima se utilizó el modelo SIMPROC (Simulador de la Productividad de Cultivos) desarrollado por el grupo de trabajo de Centro de Agricultura y Medio Ambiente, AGRIMED, de la Universidad de Chile, utilizado en la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático. El modelo simula el crecimiento y producción de los cultivos, integrando los principales procesos ecofisiológicos y su regulación climática. Una de las mayores ventajas del modelo SIMPROC frente a otros modelos de cultivos, es que realiza la simulación de manera iterativa, es decir, el modelo considera todas las fechas de siembra, para día del año, y escoge la fecha que maximice el rendimiento. Esta iteración permite determinar los posibles desplazamientos en las fechas de siembra que podrían tener los cultivos anuales bajo nuevos escenarios climáticos. Esto es esencial debido a que sería un error evaluar el comportamiento futuro de un cultivo suponiendo que se mantiene la misma fecha de siembra actual. En el caso de las especies frutales lo que representa la mayor movilidad es la fecha de maduración de los frutos.

El modelo SIMPROC integra en el tiempo las respuestas ecofisiológicas de los cultivos frente a los estímulos climáticos. El crecimiento es simulado entre la emergencia y la cosecha. A partir de la intercepción de la radiación solar y del área foliar, simula en cada instante la producción fotosintética bruta. Una vez considerados los costos respiratorios se establece el potencial de producción de materia seca, proceso en el que influyen las temperaturas y la disponibilidad de agua en el suelo. Mediante un balance hídrico del suelo se establece el grado de satisfacción de las demandas hídricas del cultivo, lo que a su vez, regula la velocidad del crecimiento. El modelo simula la fenología del cultivo a partir de la acumulación de días-grado, variable de base para establecer en todo instante la edad fisiológica del cultivo. A partir de ésta, se modula el coeficiente de reparto del crecimiento entre los distintos órganos de la

planta, así como la sensibilidad de la misma frente a eventos catastróficos como las heladas, el estrés térmico y la sequía. El área foliar del cultivo crece hasta que la fenología gatilla la senescencia, momento a partir del cual comienza a disminuir el área de hojas expuesta a la radiación solar y, con ello, la fotosíntesis hacia el final del ciclo.

Todos los modelos globales coinciden en que se producirá una aridización en la zona central y sur del país, y a la vez, un aumento de la pluviometría en el extremo austral. La temperatura tendería a aumentar en el territorio nacional, en el mar y en Argentina en mayor grado en el escenario A2 y en menor medida en el B2.

En la zona central, en el escenario A2, se esperan disminuciones en la precipitación de 25% y 35% para el año 2040 y 2070 respectivamente. Este hecho, junto al aumento de unos 2 °C a 4 °C de la temperatura media, podría 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.

La mayor parte de los cultivos anuales podrían cambiar sus fechas de siembra, lo que compensaría una situación climática adversa. 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, lo que permitiría aprovechar parcialmente las precipitaciones invernales.

En el caso del trigo en riego, el aumento de las temperaturas asociado a los escenarios A2 2040 y A2 2070 provocará una aceleración del ciclo de vida, reduciendo los rendimientos de esta especie. Esto afectará más nítidamente a las zonas costeras y precordilleranas, que perderán sus excepcionales potenciales actuales, homogenizándose con la situación del valle central. En toda la costa hasta la Región de los Ríos, se esperan disminuciones promedio de las temperaturas de entre 5% y 10% en el escenario A2 para el año 2040. Los rendimientos del trigo en secano disminuyen en todo el norte y centro del país debido a la mayor incidencia de sequías. En la costa y valle central de la zona central, habrá disminuciones de entre un 10% y un 20% en los rendimientos. A partir de la precordillera de la Región del Bío Bío hacia el sur, en todas las zonas, se observa un aumento gradual en los rendimientos, que son del orden del 30%, llegando a un 100% de aumento en algunos sectores de la precordillera de las regiones de los Ríos y los Lagos.

Dado que el maíz es un cultivo exigente en temperatura, el potencial de producción se expandiría considerablemente en el escenario A2 para el año 2040 con respecto a la situación actual. Desde la Región de Coquimbo hasta la del Bío Bío, se produce una disminución en los rendimientos en todo el valle central en un rango que varía entre 10% y 20%. Inversamente, en la costa y precordillera se observa un aumento en los rendimientos que llegan hasta un 50%. En la zona sur, desde la Región de la Araucanía, los rendimientos aumentarían hasta situarse en una franja de 60% a 200% de incremento. En el extremo austral los rendimientos tienden a mantenerse invariados debido a las compensaciones de efectos positivos -mayor temperatura, con el consecuente aumento de las temperaturas invernales-, y negativos -mayor precipitación, que conduce a mayor incidencia de enfermedades-.

Siendo el maíz un cultivo de verano con elevadas exigencias térmicas, su cultivo en secano es marginal, por cuanto se le cultiva en Chile en climas con verano cálido y seco. Las deficiencias hídricas estivales reducen drásticamente el potencial de

rendimientos de este cultivo en seco, por lo cual, a pesar de las pequeñas variaciones proyectadas en los nuevos escenarios climáticos, los rendimientos de este cultivo seguirán siendo marginales y de baja rentabilidad en seco, alcanzando potenciales de producción inferiores a cuatro toneladas por hectárea.

La papa es un cultivo que se beneficia de los climas suaves, sin temperaturas diurnas muy elevadas y con noches frescas que estimulan la formación de los tubérculos. Por esta razón, en el escenario actual las mejores condiciones de producción se sitúan tanto en la costa como en la precordillera entre las regiones de O'Higgins y de la Araucanía, alcanzando rendimiento que superan las 40 toneladas. En los escenarios futuros, en general, la zona norte presenta una reducción en los rendimientos de entre un 10% y un 20%. En la zona centro-norte, y hasta la Región de O'Higgins, existen disminuciones en los rendimientos en hasta un 30%. Más al sur, entre Talca y Temuco, se prolonga esta situación pero sólo en el valle central, mientras que en la costa y precordillera se esperan aumentos en los rendimientos en hasta un 50%. Desde la Región de la Araucanía al sur, los rendimientos aumentan hasta llegar a incrementos de entre 150% y 200% en la Región de los Lagos. En seco, en general, y especialmente en la zona central, se mantienen las bajas productividades. Los aumentos se producirían en la costa de la Región del Bío Bío y desde Valdivia hasta Coyhaique.

Los rendimientos del frejol se mantienen en los escenarios futuros para toda la zona norte, centro y centro-sur del país. Esto se debe al corto ciclo del frejol (tres a cuatro meses). Desde la Región de la Araucanía hacia el Sur aumenta la productividad entre 10% y 20%, llegando hasta 100% en la Región de Los Lagos. En general los rendimientos tienen a mantenerse muy parejos en toda la zona central y sur del país, en torno a las 4,5 toneladas por hectárea al año.

En el caso de la remolacha en riego, en el valle central, entre la Región de Valparaíso y la ciudad de Talca, se producirán aumentos en los rendimientos de hasta un 50% en algunas comunas. Por el contrario, en la costa y precordillera, el aumento de las temperaturas asociado a los escenarios A2 2040 y A2 2070 provocará una aceleración del ciclo de vida, reduciendo los rendimientos de esta especie. Es decir, se producirá una homogenización con la situación del valle central. Desde la Región de la Araucanía al sur el aumento de las temperaturas invernales incrementa el potencial productivo, factor que domina sobre cualquier efecto negativo que pudiere provenir de los cambios en el régimen pluviométrico.

Los frutales extenderían su área de cultivo hacia las regiones de Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. A diferencia de los cultivos anuales, en este caso no existe la posibilidad de mover las fechas de inicio del ciclo de vida. Cabe, además, considerar que los impactos serán de tres naturalezas distintas: efectos sobre los rendimientos, efectos sobre la calidad de la producción y efectos sobre la sanidad (incidencia de plagas y enfermedades). Los efectos sobre los rendimientos son probablemente los más fáciles de proyectar, mientras que los efectos sobre la calidad de la producción son los más difíciles. Un hecho común para todas las especies frutales será la aceleración de los procesos de fructificación, reduciendo el tiempo de desarrollo de los frutos, y con ello la producción, junto con aumentar la precocidad de la madurez.

Hay especies, como la vid, donde la calidad de la producción es particularmente dependiente del clima, especialmente frente a la combinación de las temperaturas diurnas, nocturnas y la luminosidad. Siendo las propiedades organolépticas de los frutos variables de elevados requerimientos climáticos, es muy fácil que una nueva

combinatoria de las variables que las determinan, afecten a la calidad de la producción.

Una constante para las especies de clima templado (hoja caduca) es que el aumento de las temperaturas mínimas les resulta desfavorable para la obtención de color y, en ciertos casos, afecta 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. Las temperaturas extremas son, generalmente, las que controlan las tasas de reproducción de los insectos, de modo que el incremento de las temperaturas mínimas relajará el control que éstas realizan en la actualidad sobre el número de generaciones de una misma plaga durante el año. Es decir, la primera generación podría aparecer más temprano en primavera y multiplicarse hasta más tarde en otoño. En el caso de las enfermedades provocadas por hongos y bacterias, las condiciones de los nuevos escenarios podrían favorecer una mayor proliferación de éstas. Este hecho está asociado a temperaturas mínimas y máximas más elevadas, junto al aumento de las precipitaciones de primavera y verano.

Las especies subtropicales podrían mejorar su potencial en casi todas las regiones. En el caso de los naranjos, el aumento de las temperaturas invernales mejora 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. A este mejoramiento contribuye fuertemente la disminución de las heladas invernales y primaverales que amenazan la viabilidad de las flores. Es altamente probable que las condiciones climáticas de los nuevos escenarios mejoren la calidad de los frutos, pues el alza en las temperaturas mínimas podría reducir la acidez. En la zona norte el potencial mejora considerablemente, especialmente en los valles de la Región de Tarapacá. En la precordillera central las condiciones mejoran haciendo al cultivo viable desde el punto de vista económico, especialmente en condiciones de laderas abrigadas de las heladas

El bosque plantado de pino radiata ampliaría su zona de producción hacia la Región de Los Lagos. Por el contrario, en la zona central (regiones Metropolitana, de Valparaíso y de O'Higgins) el potencial productivo podría deteriorarse. En los escenarios futuros las condiciones de producción se deterioran considerablemente en el centro-norte (regiones comprendidas entre Coquimbo y Metropolitana) como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Este deterioro va disminuyendo hacia el sur hasta desaparecer en la Región de la Araucanía, a partir de la cual el potencial productivo mejora significativamente. Especiales incrementos de potencial se proyectan a partir de la Región de Los Ríos y hasta Chiloé. Esto es una consecuencia del mejoramiento en las temperaturas de primavera y otoño, que alargarán el ciclo anual de crecimiento de esta especie.

En el caso del eucalipto glóbulos, el potencial productivo se deteriora en la Región de Coquimbo como consecuencia de la menor pluviometría. Por la costa de la zona central, se registran aumentos del potencial productivo debido al mejoramiento de las temperaturas invernales, e igual situación ocurre en la precordillera. A partir de la Región de la Araucanía, se proyecta un aumento del potencial productivo de esta especie, como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas invernales y de la disminución del número e intensidad de las heladas. Las regiones de Los Ríos y de Los Lagos mejoran notablemente su potencial productivo.

En el escenario actual la producción de biomasa de las praderas anuales comienza a ser significativa desde la Región de Coquimbo hacia el sur. En el límite norte de la Región de Coquimbo se observan productividades medias tan bajas como 100 o 200 kilogramos de materia seca por hectárea al año. La productividad crece gradualmente hacia el sur en la medida que las precipitaciones aumentan, llegando a su máximo en la Región de Aysén, donde se optimiza la combinación entre la disponibilidad de agua y de temperatura. En buenas condiciones de crecimiento las productividades herbáceas pueden superar los 7000 kilogramos por hectárea al año. Los nuevos escenarios climáticos muestran la gran sensibilidad de la productividad de las praderas naturales en relación con la precipitación. Se aprecia una caída en la productividad de las praderas anuales entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Esto probablemente ocurre como una respuesta a la menor disponibilidad de agua en el suelo. Hacia el sur se observa un aumento en los rendimientos en la parte central del país de hasta un 200%. En la parte oriental de la cordillera de los Andes, en el extremo sur, se esperan disminuciones de la productividad como consecuencia de una reducción de la radiación solar de hasta un 15%.

En la región altiplánica la productividad de las praderas aumentaría como consecuencia de la mayor caída pluviométrica de los escenarios futuros respecto de la situación actual. Entre la Región de Atacama y la de Los Ríos se produce una clara disminución de la productividad de las praderas, asociada a una intensificación de los períodos secos. En el extremo austral las praderas aumentan su productividad en el sector occidental de la cordillera de los Andes, fenómeno asociado a una mayor pluviometría, alzas en las temperaturas y aumentos en los niveles de radiación solar.

En algunos sectores del valle central (regiones de Valparaíso y Metropolitana) la disminución de las heladas invernales, el alza de las temperaturas y los importantes aumentos en la radiación solar, en hasta un 14%, compensan al efecto negativo de la menor pluviometría, trayendo como consecuencia leves aumentos en la productividad en torno al 10%. Es probable que un invierno más templado en la zona central, aumente la eficiencia de uso de las precipitaciones (kilogramos por hectárea, por milímetro de agua) como consecuencia de un inicio más temprano del crecimiento en otoño-invierno.

Las necesidades de riego, en el caso de los cultivos, muestran aumentos o disminuciones dependiendo de la zona del país. En general, de la Región de la Araucanía al sur, los incrementos en las necesidades de riego se hacen más notable debido a un aumento en la evapotranspiración, que a la vez es producida por alzas en los niveles de radiación solar. Por otra parte, todos los frutales analizados, presentan aumentos en los requerimientos de riego en todo el país, lo que sugiere la necesidad de crear y mejorar la infraestructura de riego de dichas regiones.

Con respecto a los riesgos 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 acortarán los ciclos de vida de estas especies, disminuyendo la exposición de los cultivos a los meses de primavera y verano. En el caso del trigo, los riesgos de sequía en la zona central aumentarán gradualmente en los nuevos escenarios como consecuencia de la disminución de las precipitaciones y del aumento de la evapotranspiración. A partir de la Región de la Araucanía, en algunos sectores, se aprecia una leve disminución de estos riesgos en las siembras de otoño-invierno, como consecuencia del acortamiento del ciclo vegetativo, lo que le permite a las

siembras reducir sus niveles de exposición a este azar. 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 de vida, con la consecuente reducción de la exposición 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.

En el caso de riesgos de heladas, se proyecta una disminución 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 registran disminuciones considerables de riesgo de exponerse a este fenómeno en todas las fechas de siembra, 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, más sensible a este azar, se atenúan igualmente los niveles de riesgo a heladas pero con mayor moderación y manteniendo las formas actuales.

Se analizó también el riesgo de lluvias dañinas. Este riesgo está referido a precipitaciones superiores a 10 milímetros por día en períodos críticos como siembra, floración y cosecha. En general, el riesgo de lluvias dañinas es bajo en Chile, especialmente en las siembras de primavera-verano. En los nuevos escenarios climáticos se proyecta una disminución de este riesgo 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 en estos casos a ocurrir dentro del período de lluvias. En el centro-norte estos riesgos se mantienen por debajo de 0,15 y tienden a duplicarse en el sur del país. En todos los casos existe un riesgo próximo o igual a cero para las siembras de primavera.

En síntesis, los impactos productivos de los nuevos escenarios climáticos varían de acuerdo a la especie y las regiones de Chile en que se ubiquen. 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. De esta manera, los escenarios climáticos futuros sugieren que los cambios para la agricultura dependiendo de la región, pueden ser negativos o positivos. 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.



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
ODEPA



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
FIA

Análisis de Vulnerabilidad del Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos y Edáficos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático



Capítulo I - Estudio Final

Impactos Productivos en el Sector Silvoagropecuario
de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático

*Ejecutor: Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED)
Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile*

Diciembre 2008

Equipo ejecutor

Fernando Santibáñez	Ing. Agrónomo, Dr. (Responsable principal)
Paula Santibáñez	Ing. Civil, Dr. (c) (Jefe técnico y sistemas)
Rodrigo Cabrera	Ing. en Recursos Naturales Renovables (Asistente)
Loreto Solís	Ing. Civil (Asistente sistemas)
Madelaine Quiroz	Ing. Agrónomo, Dr. (c) (Asistente)
Jaime Hernández	Ing. Forestal. Dr. (Asesor sector forestal)

Diseño de portada: Arq. Roberto Gangas Muñoz

ÍNDICE

Índice de Figuras	5
1 INTRODUCCIÓN	8
2 METODOLOGÍA	9
2.1 Escenarios territoriales de Cambio Climático en Chile.....	9
2.2 Escenarios agroclimáticos generados por los cambios climáticos primarios.....	9
2.3 Modelos agroclimáticos de productividad de cultivos.....	9
2.3.1 Principales características del modelo SIMPROC	10
2.3.1.1 Variables de entrada del modelo	11
2.3.1.2 Variables de salida del modelo	11
2.4 Impactos climáticos sobre la productividad actual de la agricultura.....	13
2.5 Cambios en los potenciales de producción a través del modelo de cultivos	13
2.6 Evaluación de riesgos agrometeorológicos.....	13
2.6.1 Cálculo de riesgo de sequía.....	14
2.6.2 Cálculo del riesgo de helada.....	15
2.6.3 Cálculo del riesgo de lluvias dañinas.....	15
3 Antecedentes Generales	17
3.1 Población aymara-atacameña de la altiplanicie o puna andina.....	17
3.2 Productores valle alto andino.....	18
3.3 Agricultores de los valles regados del desierto.....	18
3.4 Agricultores de los valles transversales de la Región de Coquimbo	19
3.5 Comuneros agrícolas de la Región de Coquimbo.	20
3.6 Pequeños agricultores del sector andino Limarí, Petorca y Maipú.....	21
3.7 Agricultores del secano costero de la V a la VIII Región	21
3.8 Agricultores del secano interior de la V a la VIII Región.....	22
3.9 Valle central regado	23
3.10 Agricultores del secano costero húmedo de la IX y X Región.....	24
3.11 Agricultores del secano interior húmedo de la VIII a la X Región.....	25
3.12 Pequeños agricultores Isla Grande de Chiloé sector oriental y sector continental.....	26
3.13 Agricultores de la cordillera de los Andes y del sector oriental de la cordillera de los Andes, X y XI Región.....	27
3.14 Ganaderos de la pampa patagónica y Tierra del Fuego.....	28
3.15 Mapas de los principales actores agrícolas en Chile	30
4 RESULTADOS.....	34
4.1 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de los cultivos agrícolas	34
4.1.1 Análisis del comportamiento productivo del trigo en riego.....	35
4.1.2 Análisis del comportamiento productivo del trigo en secano	40
4.1.3 Análisis del comportamiento productivo del maíz en riego.....	45
4.1.4 Análisis del comportamiento productivo de maíz secano	51
4.1.5 Análisis del comportamiento productivo de papas en riego.....	56
4.1.6 Análisis del comportamiento productivo de papas en secano	61
4.1.7 Análisis del comportamiento productivo de frejol en riego.....	67
4.1.8 Análisis del comportamiento productivo de frejol en secano	71
4.1.9 Análisis del comportamiento productivo de remolacha en riego.....	76
4.1.10 Análisis del comportamiento productivo de remolacha en riego	81
4.2 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de praderas naturales.....	87
4.3 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de frutales.....	90
4.3.1 Vides.....	91
4.3.2 Manzano.....	96
4.3.3 Naranjos	100
4.3.4 Duraznero.....	106
4.4 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de plantaciones forestales.....	110
4.4.1 Pino radiata	110
4.4.2 Eucaliptos glóbulos	114
4.5 Síntesis de los impactos proyectados en los regímenes térmicos e hídricos	118

4.6 Riesgos agrometeorológicos: Línea base, A2 2040, A2 2070	119
4.6.1 Análisis del riesgo de sequías.....	119
4.6.2 Análisis del riesgo de heladas.....	119
4.6.3 Análisis del riesgo de lluvias dañinas.....	120
4.6.4 Riesgo de sequía en trigo	121
4.6.5 Riesgo de sequía en maíz.....	122
4.6.6 Riesgo de sequía en papas	123
4.6.7 Riesgo de heladas en trigo.....	124
4.6.8 Riesgo de heladas en maíz.....	125
4.6.9 Riesgo de heladas en papas.....	126
4.6.10 Riesgo de lluvias dañinas en trigo	127
4.6.11 Riesgo de lluvias dañinas en maíz.....	128
4.6.12 Riesgo de lluvias dañinas en papas.....	129
5 Consideraciones finales.....	130
Ordenamiento territorial	131
Capacitación	132
Investigación y estudios.....	132
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	134
7 Glosario.....	136
ANEXO I: Divisiones Comunales.....	138
ANEXO II: Tablas resumidas de productividad por comunas	141
Anexo III: Escenarios de Cambio Climático	177

ANEXOS DIGITALES

I Mapas de productividad: escenarios LB, A240 y A270

II Matriz de actores agrícolas en Chile

III Tablas de productividad por comunas: escenarios LB, A240, A270, B240 y B270

IV Fichas agroclimáticas de productividad: escenarios LB, A240 y A270

V Tablas escenarios cambios climáticos: temperaturas, precipitación, radiación solar, evapotranspiración

INDICE DE TABLAS

Tabla 4.5 Síntesis de los impactos proyectados en los regímenes térmicos e hídricos	118
Tabla II.1 Productividad de trigo en riego, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	142
Tabla II.2 Productividad de trigo en seco, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	144
Tabla II.3 Productividad de maíz en riego, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	147
Tabla II.4 Productividad de maíz en seco, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	150
Tabla II.4 Productividad de maíz en seco, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	151
Tabla II.5 Productividad de papas en riego, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	152
Tabla II.6 Productividad de papas en seco, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	154
Tabla II.7 Productividad de frejol en riego, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	156
Tabla II.8 Productividad de remolacha en riego, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	158
Tabla II.9 Productividad de remolacha en seco, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	160
Tabla II.10 Productividad de praderas, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	162
Tabla II.11 Productividad de duraznos, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	164
Tabla II.12 Productividad de manzanos, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	166
Tabla II.13. Productividad de naranjos, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	168
Tabla II.14 Productividad de vides, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	170
Tabla II.15 Productividad de pino, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070	172
Tabla II.16 Productividad de eucaliptos, escenarios línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.3.1 Esquema iterativo de simulación de fechas de siembras realizadas por SIMPROC	10
Figura 2.3.2 Diagrama de Forrester simplificado del modelo SIMPROC.....	12
Figura 3.1 Actores agrícolas regiones: I, II, III, IV y XV	30
Figura 3.2 Actores agrícolas regiones: V, VI, VII, VIII, IX y RM	31
Figura 3.3 Actores agrícolas regiones: X, XI y XIV	32
Figura 3.4 Actores agrícolas XII Región	33
Figura 4.1.1 Rendimientos de trigo en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	35
Figura 4.1.2 Rendimientos de trigo en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro.....	36
Figura 4.1.3 Rendimientos de trigo en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur.....	37
Figura 4.1.4 Cambios en los rendimientos de trigo en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070.....	38
Figura 4.1.5 Cambios en las fechas de siembra, escenario A2 2040.....	39
Figura 4.1.6 Requerimientos de riego trigo, escenarios: LB, A2 2040, A2 2070	40
Figura 4.1.7 Rendimientos de trigo en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	41

Figura 4.1.8 Cambios en las fechas de siembra de trigo en seco, escenario A2 2040	41
Figura 4.1.9 Rendimientos de trigo en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	42
Figura 4.1.10 Rendimientos de trigo en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	43
Figura 4.1.11 Cambios en los rendimientos de trigo en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070	44
Figura 4.1.12 Rendimientos de maíz en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	45
Figura 4.1.13 Rendimientos de maíz en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	47
Figura 4.1.14 Rendimientos de maíz en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	48
Figura 4.1.15 Cambios en los rendimientos de maíz en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	49
Figura 4.1.16 Cambios en las fechas de siembra de maíz en riego, escenario A2 2040	50
Figura 4.1.17 Requerimientos de riego para maíz, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	51
Figura 4.1.18 Rendimientos de maíz en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	52
Figura 4.1.19 Cambios en las fechas de siembra para maíz en seco, escenario A2 2040	52
Figura 4.1.20 Rendimientos de maíz en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	53
Figura 4.1.21 Rendimientos de maíz en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	54
Figura 4.1.22 Cambios en los rendimientos de maíz en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070	55
Figura 4.1.23 Rendimientos de papas en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	56
Figura 4.1.24 Rendimientos de papas en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	57
Figura 4.1.25 Rendimientos de papas en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	58
Figura 4.1.26 Cambios en los rendimientos de papas en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	59
Figura 4.1.27 Cambios en las fechas de siembra para papa en riego, escenario A2 2040.....	60
Figura 4.1.28 Requerimientos de riego para papas, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	61
Figura 4.1.29 Rendimientos de papas en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	62
Figura 4.1.30 Cambios en las fechas de siembra para papa en seco, escenario A2 2040	63
Figura 4.1.31 Rendimientos de papas en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	64
Figura 4.1.32 Rendimientos de papas en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	65
Figura 4.1.33 Cambios en los rendimientos de papas en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070	66
Figura 4.1.34 Cambios en las fechas de siembra para frejol en riego, escenario A2 2040.....	67
Figura 4.1.35 Rendimientos de frejol en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	68
Figura 4.1.36 Rendimientos de frejol en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	69
Figura 4.1.37 Cambios en los rendimientos de frejol en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	70
Figura 4.1.37 Requerimientos de riego en frejol, escenarios: línea base y A2 2040.....	71
Figura 4.1.38 Rendimientos de frejol en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	73
Figura 4.1.39 Rendimientos de frejol en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	74
Figura 4.1.40 Cambios en los rendimientos de frejol en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070	75
Figura 4.1.41 Rendimientos de remolacha en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	76
Figura 4.1.42 Rendimientos de remolacha en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	77
Figura 4.1.43 Rendimientos de remolacha en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	78
Figura 4.1.44 Cambios en los rendimientos de remolacha en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	79
Figura 4.1.45 Cambios en las fechas de siembra para remolacha en riego, escenario A2 2040.....	80
Figura 4.1.46 Requerimientos de riego para remolacha, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	81
Figura 4.1.47 Rendimientos de remolacha en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	82
Figura 4.1.48 Cambios en las fechas de siembra para remolacha en seco, escenario A2 2040	82
Figura 4.1.49 Rendimientos de remolacha en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona central.....	84
Figura 4.1.50 Rendimientos de remolacha en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	85
Figura 4.1.51 Cambios en los rendimientos de remolacha en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070	86
Figura 4.2.1 Productividad de praderas naturales, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	88
Figura 4.2.2 Cambios de la productividad de praderas naturales, escenarios: A2 2040 y A2 2070.....	89
Figura 4.3.1 Productividad de vides, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	92
Figura 4.3.2 Requerimientos de riego para vides, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	92
Figura 4.3.3 Productividad de vides en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	93
Figura 4.3.4 Productividad vides en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	94
Figura 4.3.5 Cambios en la productividad de vides en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	95
Figura 4.3.6 Productividad de manzanos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	96
Figura 4.3.7 Productividad de manzanos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	97
Figura 4.3.8 Productividad de manzanos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	98
Figura 4.3.9 Cambios en la productividad de manzanos en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	99
Figura 4.3.10 Requerimientos de riego en manzanos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	100
Figura 4.3.11 Productividad de naranjos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	101
Figura 4.3.12 Requerimientos de riego en naranjos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	101
Figura 4.3.13 Productividad de naranjos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona norte	103
Figura 4.3.14 Productividad de naranjos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	104
Figura 4.3.15 Cambios en la productividad de naranjos en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070	105

Figura 4.3.16 Productividad de durazneros, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	106
Figura 4.3.17 Requerimientos de riego para durazneros, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	107
Figura 4.3.18 Productividad de durazneros en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	108
Figura 4.3.19 Cambios en la productividad de durazneros en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070.....	109
Figura 4.4.1 Productividad de pino radiata, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	110
Figura 4.4.2 Productividad de pino radiata, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	111
Figura 4.4.3 Productividad de pino radiata, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	112
Figura 4.4.4 Cambios en la productividad de pino radiata, escenarios: A2 2040 y A2 2070.....	113
Figura 4.4.5 Productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	114
Figura 4.4.6 Productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro	115
Figura 4.4.7 Productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur	116
Figura 4.4.8 Cambios en la productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: A2 2040 y A2 2070	117
Figura 4.6.1 Riesgo de sequía en trigo para distintos meses de siembra	121
Figura 4.6.2 Riesgo de sequía en maíz para distintos meses de siembra	122
Figura 4.6.3 Riesgo de sequía en papas para distintos meses de siembra	123
Figura 4.6.4 Riesgo de heladas en trigo para distintos meses de siembra	124
Figura 4.6.5 Riesgo de heladas en maíz para distintos meses de siembra	125
Figura 4.6.6 Riesgo de heladas en papas para distintos meses de siembra.....	126
Figura 4.6.7 Riesgo de lluvias dañinas en trigo para distintos meses de siembra	127
Figura 4.6.8 Riesgo de lluvias dañinas en maíz para distintos meses de siembra.....	128
Figura 4.6.9 Riesgo de lluvias dañinas en papas para distintos meses de siembra.....	129
Figura I.3 Divisiones comunas Zona Austral	140
Figura III.1 Precipitación anual, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	178
Figura III.2 Radiación solar de enero, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	178
Figura III.3 Temperatura máxima de enero, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070	179
Figura III.4 Temperatura mínima de enero, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	179
Figura III.5 Temperatura máxima de julio, escenarios: línea base, A22040 y A2 2070.....	180
Figura III.6 Temperatura mínima de julio, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070.....	180

1 INTRODUCCIÓN

No obstante la importancia estratégica que la agricultura tiene para el desarrollo nacional, es una de las actividades productivas más vulnerables frente a los fenómenos de la naturaleza y a las variaciones de los mercados de sus productos. Dentro de los fenómenos naturales que más amenazas generan para la producción agrícola se encuentran las sequías, las heladas y los cambios climáticos. Mientras las dos primeras tienen carácter catastrófico, los últimos representan un riesgo inminente que podría presionar fuertemente hacia el cambio de uso del suelo o a la implementación de medidas de adaptación cuyo costo recaerá en gran medida sobre los propios productores. En el futuro la agricultura deberá competir fuertemente con otros sectores de la economía por los recursos naturales básicos, suelo y agua. Las reservas de nieve y hielo de las regiones de altura, juegan un papel regulador de la hidrología de los ríos. El calentamiento global amenaza con reducir significativamente estas reservas, constituyéndose en un factor de riesgo en regiones donde la agricultura tiene fuerte dependencia de las aguas superficiales.

Según la mayor parte de los Modelos Globales de Circulación de la Atmósfera (GCM), Chile se ubica en una región donde el efecto invernadero podría afectar negativamente a la pluviometría. Esto debido al reforzamiento de la actividad anticiclónica que dificultaría la llegada de los frentes productores de precipitación en la zona central del país. Este hecho, junto al aumento de unos 2 °C a 4 °C de la temperatura media para mediados del presente siglo, podría desplazar las actuales zonas climáticas hacia el sur. No obstante, los cambios, dependiendo de la región, pueden ser negativos o positivos para la agricultura. La atenuación del régimen de heladas permitiría adelantar en varios meses la fecha de siembra de los cultivos de verano, lo que permitiría aprovechar parcialmente las precipitaciones invernales. Los frutales podrían extender su área de cultivo hacia las regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Las especies subtropicales podrían mejorar sensiblemente su potencial en casi todas las regiones. El bosque plantado de pino ampliaría su zona de producción hacia la Región de Los Lagos. Por el contrario, en la zona central el potencial productivo podría deteriorarse. 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.

El objetivo de este estudio es proveer la información necesaria para comprender los alcances del Cambio Climático en términos de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario. A continuación se presenta una proyección de los impactos productivos de los cambios climáticos en Chile, para mediados del siglo XXI (años 2040 y 2070), realizada para dos escenarios: A2 y B2, previstos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su nombre en inglés) y la comparación con el clima actual (fines del siglo pasado). El escenario B2 corresponde a un escenario más benigno, donde el anhídrido carbónico crece en forma sostenida pero no muy acentuadamente. En cambio, en el escenario A2, el anhídrido carbónico tiene un crecimiento que se acelera hacia fines del siglo alcanzando niveles mucho mayores.

2 METODOLOGÍA

2.1 Escenarios territoriales de Cambio Climático en Chile

El Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile elaboró el año 2007 el “Estudio de variabilidad climática en Chile para el Siglo XXI”, solicitado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente, CONAMA. Se generaron escenarios aplicando el modelo de circulación global de la atmósfera y océanos HADCM3 y el modelo de *downscaling* PRECIS, el cual permitió obtener información con resolución espacial de 25 por 25 kilómetros para todo el territorio chileno. Se elaboraron tres escenarios: línea base, que comprende el período entre los años 1960 y 1990; A2 (escenario severo) y B2 (escenario moderado), ambos para el período 2071 a 2100.

Para generar datos para períodos intermedios durante el desarrollo de este proyecto, se diseñó un modelo basado en algoritmos de interpolación espacial y temporal, que fueron discutidos y acordados con el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. A través de este modelo es posible obtener datos climáticos para cualquier año entre la línea base y los escenarios futuros.

Por otra parte se cuenta una malla agroclimática digital con puntos equidistantes cada 2 a 5 minutos en latitud y longitud (Santibáñez, 1990). Cada punto contiene información sobre temperaturas, precipitación, radiación solar, evapotranspiración, humedad relativa y heladas a nivel mensual. Estos datos representan las condiciones actuales del clima, ya que están basados en promedios de registros de entre 10 y 30 años.

2.2 Escenarios agroclimáticos generados por los cambios climáticos primarios

A partir de los cambios que se registran en cada píxel, de temperatura, precipitación y radiación solar, se establecieron las modificaciones que estos cambios generarán sobre el conjunto de variables climáticas derivadas tales como los días-grado, horas de frío, período libre de heladas, déficit y excedentes hídricos, número de heladas y de días cálidos, períodos secos y húmedos, período de receso vegetativo, evapotranspiración potencial e índices de humedad.

El modelo MASTER (desarrollado en el centro AGRIMED de la Universidad de Chile), que permite este análisis, puede calcular todas las variables en cada unidad espacial, tanto para la situación actual como para los escenarios futuros.

2.3 Modelos agroclimáticos de productividad de cultivos

Para evaluar el comportamiento de los cultivos frente a las variaciones del clima, se utilizó el modelo SIMPROC (Simulador de la Productividad de Cultivos, también desarrollado en el centro AGRIMED) utilizado en la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático. El modelo simula el crecimiento y producción de los cultivos, integrando los principales procesos ecofisiológicos y su regulación climática.

En la actualidad existen muchos modelos de cultivos que han sido desarrollados en el extranjero. Muchos de ellos se presentan en el “Compendio sobre métodos y herramientas para evaluar impactos, vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático”

(UNFCCC, 2008). Mediante una exhaustiva revisión de los modelos presentados en el compendio para el sector agrícola, queda en evidencia que difícilmente estos modelos pueden ser adaptados a las condiciones nacionales debido a que la mayor parte de las veces exigen información local que no está disponible, o porque los algoritmos de base son cerrados (programas compilados) no permitiendo su adaptación. Esto se consigna en el compendio en referencia (Capítulo 4.1), donde se señala que “existe una cantidad sustancialmente mayor de modelos agrícolas respecto de otros sectores. Esto se debe a que los modelos agrícolas son sólo aplicables a regiones particulares, mientras que los modelos de otros sectores (hidrología, salud, riesgos naturales) tienden tener una aplicabilidad mas general” (UNFCCC, 2008).

Una de las mayores ventajas del modelo SIMPROC frente a otros modelos de cultivos, es que realiza la simulación de manera iterativa, es decir el modelo considera todas las fechas de siembra, para cada día del año, y escoge la fecha que maximice el rendimiento. El modelo entrega como resultado la fecha de siembra y de cosecha como se muestra en la Figura 2.3.1. Esto permite elegir la mejor siembra para informar el rendimiento potencial, a la vez que la fecha de siembra óptima.

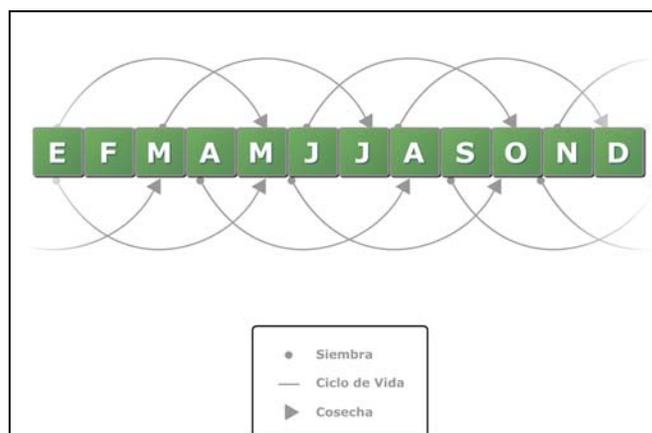


Figura 2.3.1 Esquema iterativo de simulación de fechas de siembras realizadas por SIMPROC

Esta iteración permite determinar los posibles desplazamientos en las fechas de siembra que podrían tener los cultivos anuales bajo nuevos escenarios climáticos. Esto es esencial por cuanto sería un error evaluar el comportamiento futuro de un cultivo suponiendo que se mantiene la misma fecha de siembra actual. En el caso de las especies frutales, lo que representa la mayor movilidad es la fecha de maduración de los frutos.

2.3.1 Principales características del modelo SIMPROC

El modelo SIMPROC integra en el tiempo las respuestas ecofisiológicas de los cultivos frente a los estímulos climáticos. El crecimiento es simulado entre la emergencia y la cosecha. A partir de la interceptación de la radiación solar y del área foliar, simula en cada instante la producción fotosintética bruta. Una vez considerados los costos respiratorios se establece el potencial de producción de materia seca, proceso en el que influyen las temperaturas y la disponibilidad de agua en el suelo. Mediante un balance

hídrico del suelo se establece el grado de satisfacción de las demandas hídricas del cultivo, lo que a su vez, regula la velocidad del crecimiento. El modelo simula la fenología del cultivo a partir de la acumulación de días-grado, variable de base para establecer en todo instante la edad fisiológica del cultivo. A partir de ésta, se modula el coeficiente de reparto del crecimiento entre los distintos órganos de la planta, así como su sensibilidad frente a eventos catastróficos como las heladas, el estrés térmico y la sequía (Figura 2.3.2). El área foliar del cultivo crece hasta que la fenología gatilla la senescencia, momento a partir del cual comienza a disminuir el área de hojas expuesta a la radiación solar y, con ello, la fotosíntesis hacia el final del ciclo.

2.3.1.1 Variables de entrada del modelo

Variables Climáticas

Temperaturas máximas y mínimas, precipitación semanal, radiación solar, evapotranspiración potencial, humedad relativa.

Variables Ecofisiológicas

Temperaturas mínimas, óptimas y máximas de crecimiento, días-grado para el desarrollo y maduración, sensibilidad a heladas y al déficit hídrico por fases fenológicas, profundidad de raíces, eficiencia fotosintética, relación área-peso de las hojas, tasa de respiración de mantención y de crecimiento.

2.3.1.2 Variables de salida del modelo

Producción de materia seca, rendimiento de grano, frutos o parte cosechada, índice de área foliar, fecha de siembra y cosecha óptimas, consumo de agua, eficiencia productiva del riego y riesgos de heladas, de sequía y de estrés térmico en distintos momentos del año para cada especie.

A continuación se muestra un diagrama simplificado del modelo

Donde:

IAF: Índice de área foliar	SD ₀ : Suma de días-grado de referencia
EF: Eficiencia fotosintética de cada especie	Tsenh: Tasa de senescencia hojas
FN: Fotosíntesis neta	Tsent: Tasa de senescencia tallos
FB: Fotosíntesis neta	Tseng: Tasa de senescencia granos
Re: Respiración de mantenimiento	Tsenr: Tasa de senescencia raíces
Cr: Tasa de crecimiento	Tch: Tasa de crecimiento hojas
HR: Humedad relativa	Tct: Tasa de crecimiento tallos
ET ₀ : Evapotranspiración de referencia	Tcg: Tasa de crecimiento granos
ET _r : Evapotranspiración real	Tcr: Tasa de crecimiento raíces
Pp: Precipitación semanal	SDG: Suma de días grado

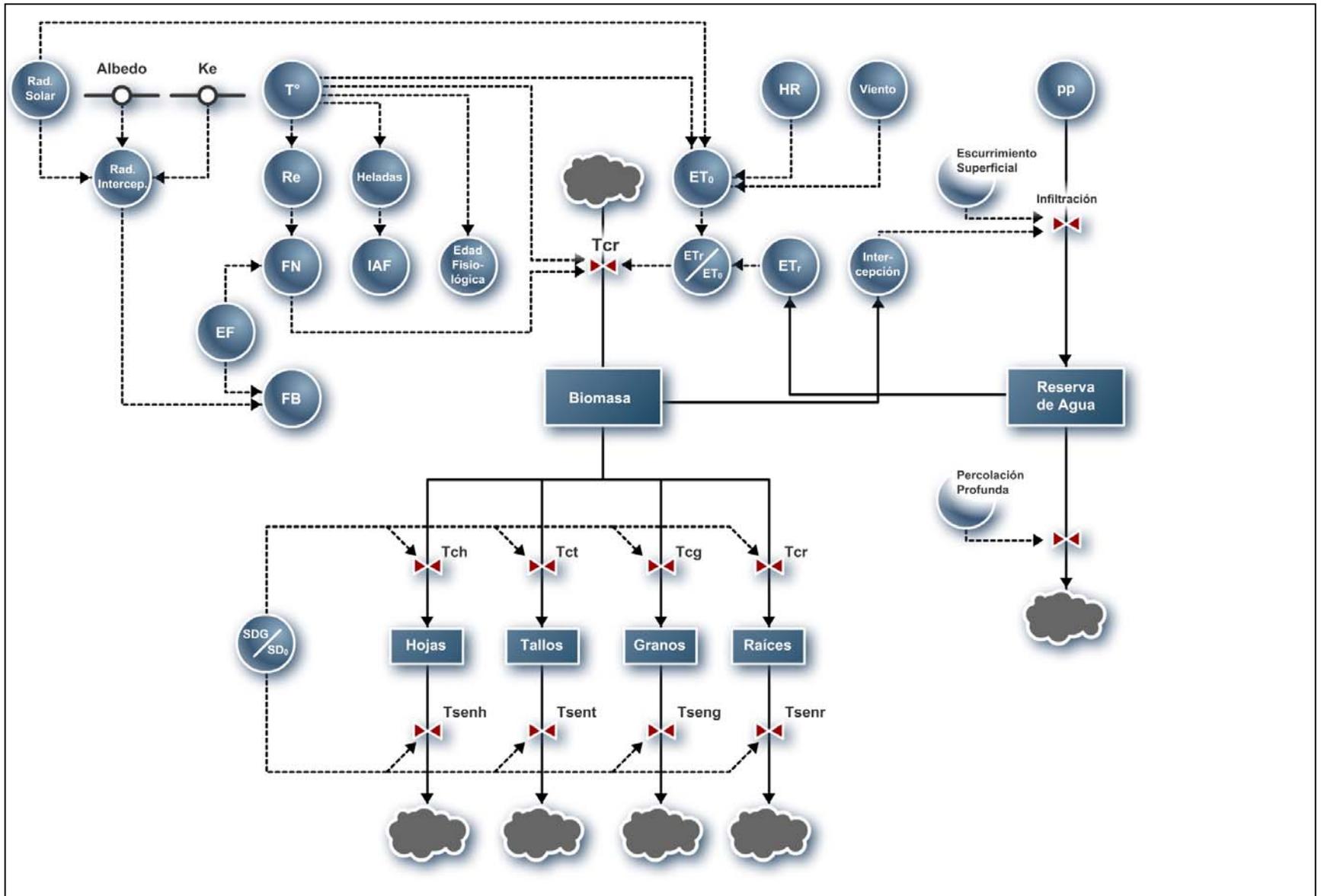


Figura 2.3.2 Diagrama de Forrester simplificado del modelo SIMPROC

2.4 Impactos climáticos sobre la productividad actual de la agricultura

A partir de la información climática actual se estimaron los potenciales de producción para los principales cultivos anuales, especies frutales, praderas y especies forestales. Esto representa la línea base para estimar el impacto productivo de los cambios climáticos en el país. Los resultados de la aplicación del modelo SIMPROC permiten conocer los niveles de rendimiento, la estacionalidad de las fechas de siembra y cosecha, el consumo de agua, así como los riesgos de heladas, de sequía y de estrés térmico en distintos momentos del año para cada especie y comuna.

2.5 Cambios en los potenciales de producción a través del modelo de cultivos

El modelamiento de rendimientos potenciales fue evaluado para los dos escenarios de Cambio Climático, A2 y B2 para los años 2040 y 2070 para todo el país.

Para el análisis de escenarios climáticos futuros, así como para la evaluación de los impactos de los cambios del clima, se usó la comuna como unidad espacial. En esta unidad se compiló la información climática y agrícola recolectada así como los resultados generados por los modelos de análisis. Esto, en virtud de la disponibilidad de información censal, así como la posibilidad que ofrece un sistema comunal de agrupar los resultados por provincia y región.

Es una realidad que las variaciones del clima siguen más bien límites naturales que administrativos, pero la extensión territorial de las comunas es suficientemente pequeña como para considerar que los cambios climáticos serán homogéneos en su interior. Los mapas generados muestran los rendimientos por comunas de manera homogénea, pero el rendimiento mostrado en cada mapa corresponde siempre a la zona de valles donde es posible el desarrollo agrícola, excluyendo de esta manera las zonas de cerros y cuerpos de agua del análisis.

Siendo la comuna la unidad administrativa básica del país, esto tiene el beneficio adicional de proporcionar una unidad territorial mínima para la implementación de las medidas de mitigación.

2.6 Evaluación de riesgos agrometeorológicos

En esta evaluación se combina la probabilidad de ocurrencia de un evento físico (heladas, sequía, lluvias), con la sensibilidad de los cultivos en sus diferentes fases de desarrollo y períodos de siembra. Cabe mencionar que estos riesgos están incluidos dentro de los cálculos de rendimiento del modelo SIMPROC. En esta sección se muestran por separado para dimensionar la magnitud de los eventos agrometeorológicos.

Este riesgo se expresa como la fracción de la producción que se pierde en relación a una situación de riesgo mínimo (0 = pérdida nula; 1= pérdida máxima). Para esto se requiere de una estimación del rendimiento que sería obtenible con riesgo cero, lo que depende del resto de las condiciones climatológicas que determinan la productividad. En algunos ambientes no es posible imaginar la producción con riesgo cero, pues los eventos adversos son parte inherente del sistema. En dicho caso se hace necesario considerar la producción bajo el mejor escenario, es decir, cuando los riesgos se minimizan. Cualquiera sea el caso, con riesgo cero o con riesgo "mínimo", se definirá a esta situación como

“producción potencial”, es decir, la máxima posible de obtener para un ambiente determinado.

Los impactos que estos riesgos tendrán sobre la producción serán dimensionados según la siguiente expresión:

$$P = Ro(1 - Sx^{p(x)})$$

Donde:

P es la fracción de la producción perdida.

Ro es el rendimiento potencial de la especie en un determinado clima, para los efectos de la evaluación de riesgo $Ro=1$.

Sx es la sensibilidad de la especie frente al evento x.

p(x) es la probabilidad de ocurrencia del evento x.

Numéricamente, la sensibilidad Sx se define como la fracción remanente de la producción una vez ocurrido el evento x. Así, $S=1$ representa una sensibilidad nula. Este valor irá decreciendo en la medida que aumente la sensibilidad del cultivo frente al evento x.

La ventaja de utilizar un algoritmo como este es que sus componentes pueden ser fácilmente determinados en la práctica a partir de observaciones de campo, pues S es asociable directamente a la producción obtenida después de ocurrido un evento. Este dato es normalmente manejado por personas experimentadas y conocedoras de la realidad. Esto facilitará las calibraciones futuras a la luz de informaciones de terreno.

Para calcular los riesgos se utilizó una base de datos disponible en el centro AGRIMED, y se seleccionaron algunos cultivos indicadores para realizar el cálculo. Se mantuvo la misma estructura del cálculo de riesgo que la utilizada para evaluar el comportamiento productivo de las especies, es decir, las pérdidas se evalúan para siembras mensuales y para siembras a través de todo el año, de modo de conocer el período de minimización de las pérdidas.

2.6.1 Cálculo de riesgo de sequía

La sequía puede ser definida como el déficit de agua necesaria para que un cultivo satisfaga la demanda evapotranspirativa atmosférica (Santibáñez, comunicación personal). Este déficit de agua puede producirse en cualquier momento del ciclo, por lo que es necesario evaluarlo a través del ciclo, integrando la deficiencia de agua durante todo el período de cultivo. La deficiencia de agua se expresa por la diferencia entre la evapotranspiración real (E_{Tr}) y máxima (E_{Tmax}):

$$\text{Déficit hídrico} = E_{Tmax} - E_{Tr}$$

Análogamente, la sequía puede ser evaluada a través de Índice de deficiencia hídrica (I_{dh}):

$$I_{dh} = E_{Tr}/E_{Tmax}$$

La sequía puede entonces ser evaluada en función de la probabilidad de ocurrencia de diferentes magnitudes de este déficit hídrico. En el caso de los cultivos anuales, este déficit depende de la fecha de siembra, lo que hace necesario evaluarlo para diferentes épocas de siembra a través del año y para una serie de 30 años.

La sequía no tiene significado si no se considera su posible efecto sobre la productividad de los cultivos, razón por la cual se utiliza una función de producción que traduce el efecto del déficit hídrico sobre el rendimiento de cada especie. La función utilizada fue propuesta por FAO (2001):

$$R = R_{\max}(1 - K_y(1 - E_{Tr}/E_{T_{\max}}))$$

Donde

R y **R_{max}** corresponden al rendimiento real y potencial del cultivo.

K_y = Coeficiente de rendimiento

Si **R_{max}** =1 entonces **R** representa la fracción del rendimiento potencial luego que se ha producido una deficiencia hídrica.

Aplicando estos algoritmos en una serie de tiempo se calculó el **R** promedio para cada fecha de siembra y especie.

2.6.2 Cálculo del riesgo de helada

Para este cálculo se utilizó el formato que combina frecuencia de un evento y sensibilidad de la especie:

$$P_h = R_o(1 - S_x^{p(x)})$$

Donde:

P_h es la fracción de la producción perdida por heladas.

R_o es el rendimiento potencial de la especie en un determinado clima, expresado en términos unitarios **R_o**=1.

S_x es la sensibilidad de la especie frente a una helada de intensidad **x**.

p(x) es la probabilidad de ocurrencia de la helada de intensidad **x**.

Este riesgo fue evaluado a lo largo de todo el ciclo de vida del cultivo, de modo que el valor **P_h** representa el riesgo integrado de heladas para cada fecha de siembra.

2.6.3 Cálculo del riesgo de lluvias dañinas

En este caso igualmente se utilizó el algoritmo general:

$$P_{II} = Ro(1 - Sx^{p(x)})$$

Donde:

P_{II} es la fracción de la producción perdida por lluvias.

Ro es el rendimiento potencial de la especie en un determinado clima, expresado en términos unitarios Ro=1.

Sx es la sensibilidad de la especie frente a una lluvia de intensidad x (mm/d).

p(x) es la probabilidad de ocurrencia de esa lluvia de intensidad x.

La evaluación de la probabilidad de lluvia de diferentes intensidades (5, 10 y 20 mm/d) se hizo mediante una fórmula empírica obtenida de la correlación entre la precipitación mensual y el número de lluvias sobre los umbrales indicados.

Todos los riesgos fueron determinados para siembras realizadas a través de todo el año, dado que esta es la única forma de conocer su variación bajo un nuevo escenario climático. Es necesario recordar que los riesgos pueden ser muy sensibles a las variaciones en las fechas de siembra.

3 ANTECEDENTES GENERALES

El Cambio Climático es un fenómeno que tiene importantes efectos sociales, por esta razón es necesario identificar en cada región del país cuales son los grupos humanos, con características similares, que serán objetos de tales impactos.

La metodología utilizada fue identificar a nivel nacional, a través de distintas fuentes bibliográficas y opinión de expertos, aquellas áreas con características climáticas y agrícolas comunes. Posteriormente se recopiló información para realizar una descripción respecto del ambiente físico, tipo de agricultura y características de la población de las áreas identificadas. De esta forma se describen catorce actores agrícolas susceptibles de ser afectados por las consecuencias del Cambio Climático. En el Anexo Digital II aparece la matriz de actores por comuna, donde se identifica presencia o ausencia de los actores en cada comuna del país

3.1 Población aymara-atacameña de la altiplanicie o puna andina

(Ver Figura 3.1)

Ambiente físico

La población aymara-atacameña se sitúa en la cordillera de Los Andes, en un sector de topografía plana en altura (altiplano) entre los 3.500 y 4.500 m.s.n.m., limita al norte con Perú en el paralelo 17° 30' Sur, y se extiende al sur hasta el paralelo 27° Sur. Las precipitaciones fluctúan entre 300 mm (XV Región) y 40 mm de agua caída al año (San Pedro de Atacama, Toconao), y existe un descenso violento de temperatura en la noche que puede alcanzar temperaturas bajo cero grados. Por corresponder a una zona árida los suelos son delgados y pobres.

Tipo de agricultura

La población aymara desarrolla un tipo de agricultura de altura (puna andina de las regiones XV y I) con cultivos como papa y quínoa, principalmente para autoconsumo. La comunidad recibe sustento también desde rebaños de llama y ovinos, los cuales se alimentan de praderas naturales húmedas o bofedales. En el caso de la población atacameña (II Región), ésta desarrolla una agricultura de autoconsumo de riego proveniente del río Loa y sus afluentes, los cultivos hortícolas, alfalfa y algunos frutales han desplazado la presencia de llamas y ovinos a una menor expresión. Una situación similar ocurre en la III Región, donde la población se sitúa a menor altura que en las regiones anteriores.

Características de la población

La mayor parte de la población andina tiene origen aymara, se concentra en pequeños poblados, existiendo extensas zonas despobladas. Debido a la altura, la comunidad se encuentra aislada de los centros poblados, siendo su nivel tecnológico bajo. Conservan sus antiguas tradiciones aymaras, las que se mezclan con manifestaciones cristianas. La población atacameña se concentra en poblados, es predominantemente minera y no tiene

dificultades de comunicación como la población de origen aymara, sin embargo su nivel de tecnificación sigue siendo bajo y por lo tanto subsisten en un nivel de pobreza permanente (Rodríguez, 1989).

3.2 Productores valle alto andino

(Ver Figura 3.1)

Ambiente físico

Este sector limita al norte con Perú en el paralelo 18°Sur y se extiende al sur hasta el paralelo 23°30 Sur, entre las cotas 1.500 y 3.000 m.s.n.m. El clima permite el cultivo todo el año por ausencia de heladas, alta luminosidad y temperaturas medias de 15 °C en invierno y 20 °C en verano, sin las fuertes variaciones diurnas de la pampa. Estos oasis se encuentran en las quebradas cuyas nacientes están en la precordillera y antes de llegar a la pampa se utilizan sus aguas. Las precipitaciones aumentan en altura entre 20 a 70 mm de agua caída (Rodríguez, 1989). Los suelos presentan escaso desarrollo, en algunos sectores se encuentran suelos aluviales y salinos o salinos alcalinos en las cercanías de los salares (Sánchez *et al.*, 2000).

Tipo de agricultura

Los escasos recursos hídricos de quebradas, vertientes y pozos de aguas subterráneas permiten el desarrollo de pequeñas áreas regadas. La producción agrícola es para autoconsumo local y familiar por lo que su nivel tecnológico es bajo. Predominan cultivos hortícolas (tomate, maíz, orégano, ajo, cebolla y alfalfa, la cual tiene una alta productividad), también se encuentran frutas subtropicales como mango y guayaba, además de naranjas y vides (Rodríguez, 1989). Los suelos son áridos y delgados (Sánchez *et al.*, 2000).

Características de la población

En este sector la población es mayoritariamente rural con una densidad de 0,4 hab/km², existe un alto nivel de pobreza (IGM, 2007). La presencia de localidades con vacíos de población, dificulta el desarrollo de infraestructura de comunicaciones, lo que limita los intercambios con los centros menores (Rodríguez, 1989).

3.3 Agricultores de los valles regados del desierto

(Ver Figura 3.2)

Ambiente físico

Este sector se encuentra entre los paralelos 18°30' Sur y 29° Sur, está limitado al este por la cordillera de Los Andes y al oeste por la cordillera de la Costa, situándose en la depresión intermedia a una altitud entre 600 a 1.000 m.s.n.m. La topografía se presenta regular y es interrumpida por quebradas y cursos de agua intermitentes (Azapa, Camarones, Tana). Al norte del río Copiapó se encuentran pampas onduladas y hacia el sur existe una

alternancia de cordones montañosos y valles en sentido transversal. El clima es desértico con 0 mm de precipitaciones y temperaturas medias de 18 °C, cielos despejados y alta luminosidad, hacia el sur en la III Región el agua caída alcanza los 20 mm y presenta temperaturas de 14,8 °C. Los suelos son desérticos y delgados, pero más al sur, en los valles, se encuentran suelos semiáridos que al ser regados presentan una alta productividad.

Tipo de agricultura

En la XV Región, la actividad agrícola se desarrolla en los valles regados por el río Lluta y en el curso superior de las quebradas, puesto que sus cursos fluviales no llegan regularmente al mar. Se distingue la producción de olivares, frutales, hortalizas y alfalfa. En la II Región la agricultura es altamente limitada debido a la presencia del desierto de Atacama; en cambio en la III Región se concentra en los valles de los ríos Copiapó y Huasco produciendo frutales de alta calidad (duraznos, vides, damascos, chirimoyas y otros). A partir de vides se realiza la elaboración de alcoholes y vinos. También existe la producción de olivos y hortalizas. Respecto a los cultivos tradicionales, estos se producen en forma poco significativa. Es un sector donde se pueden encontrar localidades con nivel de tecnificación bajo, medio y alto.

Características de la población

Las condiciones de aridez, escasez de suelos cultivables de buena calidad y la carencia de agua han contribuido a que la población rural sea reducida en comparación con la población urbana que en este sector no supera el 5%. La densidad de población fluctúa entre 0,5 a 5 hab/km² (IGM, 2007). En el caso de los valles de Huasco y Copiapó la población sigue un patrón transversal determinado por la dirección de los ríos (Sánchez *et al.*, 2000). Las vías de comunicación corresponden a caminos y ferroviarias, además de aéreas; éstas conectan el sector con el resto del país y países vecinos. Existen localidades donde se encuentra un alto nivel de pobreza (Rodríguez, 1989).

3.4 Agricultores de los valles transversales de la Región de Coquimbo

(Ver Figura 3.2)

Ambiente físico

Se extiende desde el valle del río Elqui hasta el valle del río Choapa. En general, esta zona se caracteriza por presentar una alternancia sucesiva de cordones montañosos y valles en sentido transversal. El clima se caracteriza por la ausencia de nubosidad, sequedad del aire y elevada luminosidad de la atmósfera. Las precipitaciones aumentan al elevarse el relieve, fluctuando entre 130 y 145 mm anuales, con una temperatura media anual de 15,3 °C, y una oscilación térmica de 7 °C a 12 °C (Rodríguez, 1989). En este sector predominan suelos semiáridos con materia orgánica creciente hacia el sur, que al tener disponibilidad de agua de riego presentan gran productividad (Sánchez *et al.*, 2000).

Tipo de agricultura Existe un alto nivel de tecnificación en la agricultura, en los valles se ha desarrollado la viticultura y fruticultura de limoneros, olivos, naranjos, chirimoyos, paltos, duraznos e higos, que han dado origen a plantas disecadoras de frutas y a la fabricación de licores como pisco, vinos y aguardiente. También se desarrolla el cultivo de hortalizas tempraneras (cebolla, ajo, ají, tomate, melón, coliflor, lechuga, zanahoria, arvejas y zapallo) que abastecen el consumo regional y además a las ciudades de Valparaíso y Santiago. En el valle medio e inferior de los ríos también se encuentran cultivos tradicionales como trigo, cebada, maíz y alfalfa, pero estos cultivos están siendo desplazados por las plantaciones de vides. En la ganadería, debido a las escasas precipitaciones que han ocurrido en algunos períodos y a la escasez de pastos, se traslada los rebaños entre el valle y la cordillera (caprinos y ovinos principalmente). Respecto al estado de los recursos naturales, existe una fuerte erosión de los suelos y un proceso de desertificación en desarrollo y creciente (Rodríguez, 1989).

Características de la población La mayor parte de la población se concentra en las ciudades de La Serena y Coquimbo. La población rural corresponde al 22% aproximadamente y se concentra en los lugares del interior. La densidad de la población es de 12,4 hab/km² (IGM, 2007). Este sector está ampliamente cubierto por caminos interconectados con vías internacionales, puertos marítimos y vía aérea (Sánchez *et al.*, 2000). La pobreza alcanza al 3,5% (IGM, 2007). Existe población de ascendencia mapuche especialmente en Elqui, de unas 2.400 personas (ODEPA, 2001).

3.5 Comuneros agrícolas de la Región de Coquimbo.

(Ver Figura 3.2)

Ambiente físico Se extiende desde el río Limarí al sur (en las provincias de Limarí, Choapa y sectores de Illapel y Combarbalá), en las serranías áridas de la IV Región, en terrenos muy inclinados. El clima es árido, la precipitación anual alcanza los 200 mm y la temperatura media anual es de 15 °C. Los suelos se encuentran fuertemente erosionados debido a la ausencia de prácticas de conservación, lo que finalmente conduce a la desertificación.

Tipo de agricultura Existe un bajo nivel de tecnificación agrícola, se desarrolla un sistema agrícola-ganadero de seco que se basa en pastoreo y ramoneo de arbustos para ganado caprino productor de leche. Si las lluvias lo permiten, se efectúan siembras de trigo de seco bajo el sistema de barbecho o siembras de lluvias. Si las lluvias se atrasan se da lugar a las siembras tardías. Existe gran deterioro del paisaje y del suelo, debido al manejo poco riguroso del ganado caprino y del cultivo de trigo (Rodríguez, 1989).

Características de la población Este sistema agrícola ganadero está asociado a una antigua estructura social de minifundio que constituyen “comunidades” o agrupaciones de familias que ocupan terrenos históricamente y, en menor proporción, por propiedades legalmente constituidas. Son “comuneros” ya que la propiedad se encuentra indivisa entre familias que pertenecen a una comunidad. Viven de la elaboración de quesos, venta de cabritos en la temporada y cueros. Es una población donde existe gran pobreza y el nivel de tecnificación es bajo. Representan cerca de 50% de la población rural de la IV Región, y sus tierras el 25% de ellas. (Rodríguez, 1989).

3.6 Pequeños agricultores del sector andino Limarí, Petorca y Maipú

(Ver Figura 3.1)

Ambiente físico Este sector se encuentra en el valle alto andino y precordillera asociado a los ríos Limarí, Petorca y Maipo (Rodríguez, 1989).

Tipo de agricultura En los valles andinos altos existen veranadas o régimen de pastizales de verano, que soportan ganado caprino y ovino (pequeña ganadería) durante dos o tres meses, el ganado se arrea desde la precordillera. Se encuentran escasos valles regados hasta los 1.500 m.s.n.m. con agricultura hortofrutícola. En general, el nivel de tecnificación es bajo y la agricultura es de subsistencia. Los suelos se encuentran erosionados debido a la actividad antrópica (Rodríguez, 1989).

Características de la población Existe una baja densidad de población, con alto nivel de pobreza. Las comunicaciones se establecen esencialmente a través de vía terrestre, pero falta desarrollar la integración de esta población al desarrollo que presenta la zona central del valle longitudinal (Rodríguez, 1989).

3.7 Agricultores del secano costero de la V a la VIII Región

(Ver Figura 3.2)

Ambiente físico Este sector se encuentra en la franja litoral limitada de este a oeste por la cordillera de la Costa y el litoral. De norte a sur se extiende a partir de la V Región, desde el río Petorca, donde la precipitación alcanza los 300 mm, hasta la VIII Región con una precipitación de 1.000 mm, las temperaturas se atenúan por el efecto oceánico con un promedio anual de 13 °C a 15 °C y presentan menor amplitud térmica que en el interior (Rodríguez, 1989).

Tipo de agricultura En la V Región se desarrollan cultivos de secano (trigo, cebada, arveja y alfalfa), praderas mejoradas y naturales, pudiendo mantener una masa ovina y crianza de vacunos, lo cual no es factible al norte del río Petorca. En los terrenos de las terrazas

marinas más bajas es posible encontrar praderas mejoradas de alfalfa de secano, praderas de trébol subterráneo y *phalaris* como suplemento. Entre el río Maipo y la Región del Bío-Bío se encuentran terrazas marinas litorales ubicadas a una distancia de entre 10 y 20 km al interior desde el océano Pacífico y corresponde al sector de mayor potencialidad de la cordillera de la Costa, en el cual predomina un sistema agrícola-ganadero de secano basado en cultivo de trigo y en proporción de leguminosas (arveja, lenteja y garbanzo), seguido de pastoreo con ovinos y baja dotación de vacunos. Se cultiva, además, cebada, avena, chícharos y frejol de secano. Predomina la pequeña propiedad, y se trabaja con un bajo nivel tecnológico, lo que sólo permite la subsistencia del propietario (Rodríguez, 1989; Sánchez *et al.*, 2000).

Características de la población Existe una densidad de la población de 50 hab/km² (IGM, 2007), debido a que existe migración hacia el sector del valle central regado, donde además se encuentran las grandes ciudades, excepto algunas como Valparaíso, Viña del Mar, Concepción y Talcahuano, por ejemplo. En general, en el secano se presenta un nivel de desarrollo bajo y mayor pobreza en la población (Rodríguez, 1989). En este sector, la población mapuche tiene una participación en explotaciones de entre un 25% y un 50% en localidades como Lebu, Arauco, Cañete, Tirúa y Contulmo (ODEPA, 2001).

3.8 Agricultores del secano interior de la V a la VIII Región

(Ver Figura 3.2)

Ambiente físico Esta zona se extiende entre la Región de Valparaíso y la Región del Bío-Bío. Se sitúa en la depresión intermedia, entre ambas cordilleras, excluyendo el valle central regado. Las precipitaciones aumentan hacia el sur fluctuando entre 150 y 200 mm, y con una temperatura media anual de 15 °C al norte del río Aconcagua. En la VIII Región, las precipitaciones fluctúan entre 1.000 y los 1.300 mm, con temperaturas máximas de 30 °C. Los suelos son fértiles, permitiendo el desarrollo de una pequeña agricultura limitada por falta de agua de riego (Rodríguez, 1989).

Tipo de agricultura En el sector de la precordillera se encuentran pequeños agricultores que desarrollan un sistema agrícola caracterizado por ganadería extensiva de bovinos y ovinos, y de siembra de trigo de invierno de secano, sembrado sobre sistema de barbecho y seguido principalmente por tres a cuatro años de pastos naturales. Existe escasa siembra de praderas mejoradas. Este sistema se caracteriza por presentar bajos rendimientos de trigo y una baja capacidad de carga animal, un nivel de tecnificación bajo y permite a los propietarios sólo un nivel de subsistencia (Rodríguez, 1989).

Características de la población La densidad de la población de 40 hab/km² (IGM, 2007), existe migración hacia el sector del valle central regado, donde además se encuentran las grandes ciudades, como ocurre en el secano costero. En general, en secano se presenta un nivel de desarrollo bajo y mayor pobreza en la población. La vía terrestre corresponde a la principal conexión con el interior del sector y el resto del país (Rodríguez, 1989).

3.9 Valle central regado

(Ver Figura 3.2)

Ambiente físico Este sector se extiende entre la región de Valparaíso y la región de la Araucanía. Se sitúa en la Depresión Intermedia entre la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa, excluyendo el secano interior. Las precipitaciones aumentan hacia el sur fluctuando entre 240 mm en San Felipe y Chillán 1300 mm, con una temperatura media anual de 15,5°C (seis meses secos) y 12°C (un mes seco) respectivamente. Los suelos son fértiles y regados que permiten el desarrollo de una actividad agrícola muy productiva (Rodríguez, 1989).

Tipo de agricultura Las buenas condiciones de suelo y clima, sumado al regadío, determinan el desarrollo de diferentes cultivos, los cuales están influenciados por el tamaño de los predios, factores locales de clima y por su ubicación y acceso a los mercados. Existen huertos de frutales de hoja caduca y perenne, plantaciones de vid vinífera y vid de mesa, cultivos intensivos de ciclo corto con producción hortícola, de flores y de semillas, cultivos anuales alimenticios y/o cultivos industriales asociados a ciclos de producción pecuaria, cultivos de ciclo invernal, cultivos de ciclo estival, praderas con fines de lechería y carne bovina, además de producción avícola, de cerdos, de animales menores y apícola. Existe un alto nivel de tecnificación, utilizando la producción tanto para el consumo local como para la exportación (Rodríguez, 1989).

Características de la población En este sector se concentra la mayor parte de la población del país, fluctuando en una densidad de 46,8 a 333,8 hab/km² (IGM, 2007), sin embargo, la densidad de población rural es baja y está constantemente migrando hacia los centros poblados en busca de mejores oportunidades. Relacionado con la alta densidad de población, existe una extensa red de caminos unidos con conexiones internacionales terrestres, aéreas, ferroviarias y marítimas, que facilitan el transporte e intercambio de productos entre el sector y el resto del país, y también hacia el extranjero, como es el caso de la exportación frutícola, por ejemplo (Rodríguez, 1989). Es un sector con gran potencial, sin embargo los suelos agrícolas están siendo desplazados por la urbanización quedando bajo cemento, especialmente en la Región

Metropolitana (Sánchez *et al.*, 2000). La población mapuche se concentra en la VIII Región entre un 25% y un 50% (ODEPA, 2001).

3.10 Agricultores del secano costero húmedo de la IX y X Región.

(Ver Figuras 3.2 y 3.3)

Ambiente físico

El clima tiene influencia marítima, por lo que el contraste de temperaturas está atenuado, siendo la temperatura media anual en el norte del sector de 13 °C y en Puerto Domínguez de 11,4 °C. El agua caída fluctúa en 1.940 mm y 1.600 mm respectivamente, pudiendo alcanzar los 3.000 mm en los sectores altos de la cordillera de la Costa en la IX Región. En el norte de este sector los suelos son de praderas costeras y muy desarrollados, localizados sobre terrazas marinas. Más al sur se encuentran suelos ricos en materia orgánica donde se desarrollan todo tipo de cultivos. En Purén y Angol se encuentran suelos muy erosionados producto del cultivo intensivo de trigo, corresponden a suelos de lomajes encontrados en pendientes suaves (Rodríguez, 1989).

Tipo de agricultura

Se presenta un tipo de agricultura con alto potencial pero con escaso desarrollo, por lo que su nivel de tecnificación es bajo. La proximidad al océano Pacífico ha favorecido el cultivo de arvejas de grano seco y papas. En los suelos de lomajes se encuentran praderas con forrajeras con alto valor económico, debido a que se combina con la crianza de ganado que se realiza en la cordillera de la Costa. En la franja litoral de la IX Región predomina el cultivo de trigo en sistema de barbecho asociado a leguminosas como arvejas y lentejas. Gran parte de la población rural continúa trabajando con nivel de tecnología bajo, lo que sólo la mantiene a nivel de subsistencia (Rodríguez, 1989).

Características de la población

La densidad de la población fluctúa entre los 10 y los 20 hab/km² (IGM, 2007). En general, en secano se presenta un nivel de desarrollo bajo y mayor pobreza en la población respecto al valle regado. En este sector, la población mapuche tiene una participación en explotaciones entre un 25% y un 50%, y de un 50 a un 75% en localidades como Saavedra y Carahue; en la X Región la población mapuche disminuye notablemente existiendo una alta concentración en San Juan de la Costa (ODEPA, 2001). La vía terrestre corresponde a la principal conexión con el interior del sector y el resto del país (Sánchez *et al.*, 2000).

3.11 Agricultores del secano interior húmedo de la VIII a la X Región

(Ver Figuras 3.2, 3.3)

Ambiente físico

Se encuentra desde el sur de la ciudad de Los Ángeles hasta el norte de Puerto Montt, al oriente de la cordillera de la Costa y el oeste de la cordillera de los Andes, excluyendo parte del valle central regado que aún puede encontrarse en esta zona. En este sector la depresión Intermedia presenta una topografía ondulada, interrumpida por cursos de agua que dificultan las comunicaciones. El clima presenta características de continentalidad por la lejanía relativa del mar. Las precipitaciones aumentan de norte a sur y la temperatura disminuye, presentando 1.300 mm de agua caída en Los Ángeles con un período seco de tres meses y una temperatura media anual de 12,8 °C. Puerto Montt presenta precipitaciones de 2.000 mm y una temperatura media anual de 11,2 °C. En lugares como Angol, los suelos poseen escaso contenido de materia orgánica y han tenido una intensa actividad agrícola basada en el cultivo de trigo, por lo que se encuentran erosionados. Hacia el sur del sector los suelos se denominan *trumaos*, siendo suelos con altos contenidos de materia orgánica, fértiles y productivos (Rodríguez, 1989).

Tipo de agricultura

Al norte de este sector en el valle central, a los pies de la cordillera de los Andes se cultiva trigo como monocultivo. Hacia el sur existen, además, distintos sistemas de producción que se basan en barbecho, cereales de invierno, praderas, ganadería de lechería de temporada, crianza y preparación de engorda y cerdos. En este sector se combina el ciclo de cultivos y el de pastoreo con una alta productividad, permitiendo integrar el ciclo de cultivo con las praderas, para generar un ciclo pecuario de producción de leche todo el año, y la crianza de ganado. Existen localidades en que la población rural continúa trabajando con nivel de tecnología bajo, lo que sólo la mantiene a nivel de subsistencia, pero también se ha desarrollado la mediana propiedad asociada a la actividad ganadera (Rodríguez, 1989).

Características de la población

La densidad de la población fluctúa aproximadamente entre los 10 y los 20 hab/km² (IGM, 2007); el 33% de la población se ubica en el medio rural. La mayoría de la población económicamente activa se dedica a la actividad silvoagropecuaria. En este sector, la población mapuche tiene una participación en explotaciones de entre un 25% hasta un 75% en localidades como Purén, Lumaco y Galvarino, y existe una mayor concentración en Nueva Imperial, con un 75% hasta un 100% de población mapuche. Más al sur, en la X Región, la proporción de éste grupo disminuye a cifras de entre un 0% y un 25% en su participación en explotaciones (ODEPA, 2001). La principal vía de comunicación corresponde a la red de caminos que cubren las localidades agrícolas más

importantes del sector, junto con conexiones hacia Argentina. También existe vía ferroviaria pero, en la actualidad, no tiene la misma importancia que tenía a mediados del siglo pasado. Otro medio de transporte es el fluvial y lacustre (Rodríguez, 1989).

3.12 Pequeños agricultores Isla Grande de Chiloé sector oriental y sector continental

(Ver Figura 3.3)

Ambiente físico

La Isla Grande de Chiloé se encuentra entre los paralelos 41°30' y 43°30' Sur. El sector oriental de la isla se encuentra al este de la cordillera de la Costa, que se denomina localmente Piuchén. En el continente, el sector costero, ubicado entre los mismos paralelos, presenta similares características. El clima es templado lluvioso con precipitaciones de 2.000 mm anuales y una temperatura media anual de 10 °C (Rodríguez, 1989). Los suelos son de color oscuro debido a la cantidad de materia orgánica que posee su horizonte superficial, presentan menor fertilidad y rendimiento agrícola que los suelos de la zona central debido al exceso de humedad y a las precipitaciones (se consideran suelos lavados) (Sánchez *et al.*, 2000).

Tipo de agricultura

Este tipo de agricultura no difiere del encontrado en la Provincia de Llanquihue, por lo que puede considerarse como una continuación, excepto en que el pequeño propietario combina su actividad agrícola con la pesca, y la extracción de mariscos y de otros productos del mar. El cultivo de trigo es reemplazado por la avena y centeno para la producción de grano, y de heno por el exceso de humedad. Los pastos naturales y cultivados encuentran buenas condiciones ya que no hay limitaciones por la presencia de meses secos. Se establece entonces papa-avena-pradera natural o cultivada. La pradera permite desarrollar pequeñas lecherías y la abundancia de papa (se cultivan un gran número de variedades) permite la producción de cerdos. En general en este sector predomina la pequeña propiedad y se trabaja con un bajo nivel de tecnología, lo que permite sólo un nivel de subsistencia (Rodríguez, 1989).

Características de la población

Se encuentra un menor desarrollo económico que el sector continental norte de la Región, por lo que la población tiende a migrar en busca de mayores oportunidades (Sánchez *et al.*, 2000). En este sector existe una densidad de población de 15 hab/km² aproximadamente, fluctuando entre 5 y 40 hab/km² (IGM, 2007). Existe entre un 25% y un 50% de población mapuche participando de explotaciones agrícolas (ODEPA, 2001). Las comunicaciones están limitadas a la vía marítima, un sistema de barcaza que cruza el canal de Chacao y el Camino Longitudinal, además de la vía aérea (Rodríguez, 1989).

3.13 Agricultores de la cordillera de los Andes y del sector oriental de la cordillera de los Andes, X y XI Región

(Ver Figura 3.3)

Ambiente físico

Este sector se caracteriza porque la cordillera de los Andes desciende en altura (400 a 1.900 m.s.n.m.) y aparecen mesetas y valles de origen glacial, además de cursos de agua que provienen de los campos de hielo, glaciares y cumbres nevadas que alimentan a algunos lagos. Las precipitaciones disminuyen respecto al lado occidental de la cordillera de los Andes, fluctuando en entre los 1.385 y los 621 mm de agua caída, debido a la influencia de la orografía y a los valles que generan microclimas. La temperatura fluctúa entre 15 °C y 1,9 °C durante el año, existiendo nieves invernales y fuertes vientos (Rodríguez, 1989). En este sector los suelos son delgados y pardos oscuros donde se desarrollan praderas frías, en cambio, en la vertiente oriental de la cordillera se han formado suelos muy fértiles junto con las condiciones del microclima (Sánchez *et al.*, 2000).

Tipo de agricultura

Se distingue un sector ganadero-agrícola (ubicado principalmente en los valles de los ríos Palena, Cisne y Simpson) y un sector agrícola-ganadero (ubicado alrededor de los grandes lagos Yelcho, Palena, General Carrera, Cochran y O'Higgins). En el sector ganadero-agrícola predominan las praderas naturales y cultivadas, existiendo escasa presencia de cultivos anuales. El nivel de tecnificación es bajo debido al aumento de los precios de insumos, por el elevado costo del transporte. Los lagos de la zona, en el sector agrícola-ganadero, permiten la presencia de un microclima que favorece una agricultura más tecnificada que en el resto de la región, permitiendo cultivos hortícolas, de papas y en Chile Chico el desarrollo de especies frutales como durazno, manzano, cerezo y ciruelo, entre otras especies frutales. En este sector predomina la pequeña propiedad y se trabaja con un nivel de tecnología bajo, lo que sólo permite un nivel de subsistencia al propietario, dejando difícilmente un excedente para poner en el mercado. Sin embargo, en lugares como Chile Chico se ha establecido una actividad agrícola con un nivel tecnológico mayor que en otros lugares del sector (Rodríguez, 1989). Respecto el estado de los recursos naturales, existe una creciente erosión de los suelos debido al sobretalajeo, lo que se suma a la falta de programas efectivos de forestación, lo cual ha mermado significativamente la productividad de los suelos (Sánchez *et al.*, 2000).

Características de la población

Es un sector que presenta la densidad de población más baja del país (0,8 hab/km²) (IGM, 2007), lo que históricamente se ha debido al clima inhóspito y a las dificultades de comunicación con

el resto del territorio. Sin embargo, actualmente la Carretera Austral abre una nueva perspectiva para que el sector se integre al resto del país y el transporte aéreo se hace indispensable para la comunicación con la zona central, aunque la falta de caminos que unan localidades internas y un transporte marítimo expedito dificultan las comunicaciones (Rodríguez, 1989). Parte importante de la población se dedica al sector silvoagropecuario y la población mapuche se encuentra en su mayoría, en este sector, en las ciudades de Coyhaique y Aysén (2.000 a 3.000 personas) (ODEPA, 2001).

3.14 Ganaderos de la pampa patagónica y Tierra del Fuego

(Ver Figura 3.4)

Ambiente físico

Este sector se sitúa en la XII Región, al oriente de la cordillera Patagónica. Presenta una topografía plana o semi plana con una altura promedio de 500 m.s.n.m. Se extiende desde la cordillera Dorotea, se interrumpe por el estrecho de Magallanes y continúa en la Isla Grande de Tierra del Fuego. Las precipitaciones fluctúan entre 400 mm (hacia el poniente) y 200 mm (hacia el Atlántico) y la temperatura media no sobrepasa los 6 °C (Rodríguez, 1989). Los suelos son de estepa fría y sustentan pastos naturales y praderas artificiales (Sánchez *et al.*, 2000).

Tipo de agricultura

Existe actividad exclusivamente ganadera y mayoritariamente ovina, la que equivale al 95% del ganado regional (Magallanes y Tierra del Fuego). En el sector occidental de la pampa húmeda que se ubica en la provincia de Última Esperanza, se encuentran ovinos y vacunos, ya que corresponde al sector con mayor recurso forrajero. Del faenamiento del ganado ovino se obtiene carne y lana, los cuales constituyen los principales productos de exportación. En este sector predomina la mediana propiedad y las estancias, teniendo un nivel de tecnificación medio. Existe, además, un nivel creciente de erosión de los suelos y un empobrecimiento de la cubierta vegetal estepárica, como consecuencia del sobretalajeo del ganado ovino (Rodríguez, 1989).

Características de la población

Es este sector predomina la población masculina asociada a la ganadería y ha sido el resultado de un largo proceso de colonización (Rodríguez, 1989). En general, para la actividad ganadera, se emplea mano de obra del norte, especialmente chilota. Presenta una baja densidad de población (1 hab/km²) (IGM, 2007) ya que la mayor parte de ésta se encuentra concentrada en la ciudad de Punta Arenas. Este sector presenta problemas de comunicación debido a su lejanía con el centro del país. La principal ruta de comunicación terrestre se encuentra a través del sector oriental de la cordillera de los Andes, y también existe una vía marítima y una aérea. Finalmente, el nivel de

pobreza es bajo (Rodríguez, 1989).

3.15 Mapas de los principales actores agrícolas en Chile

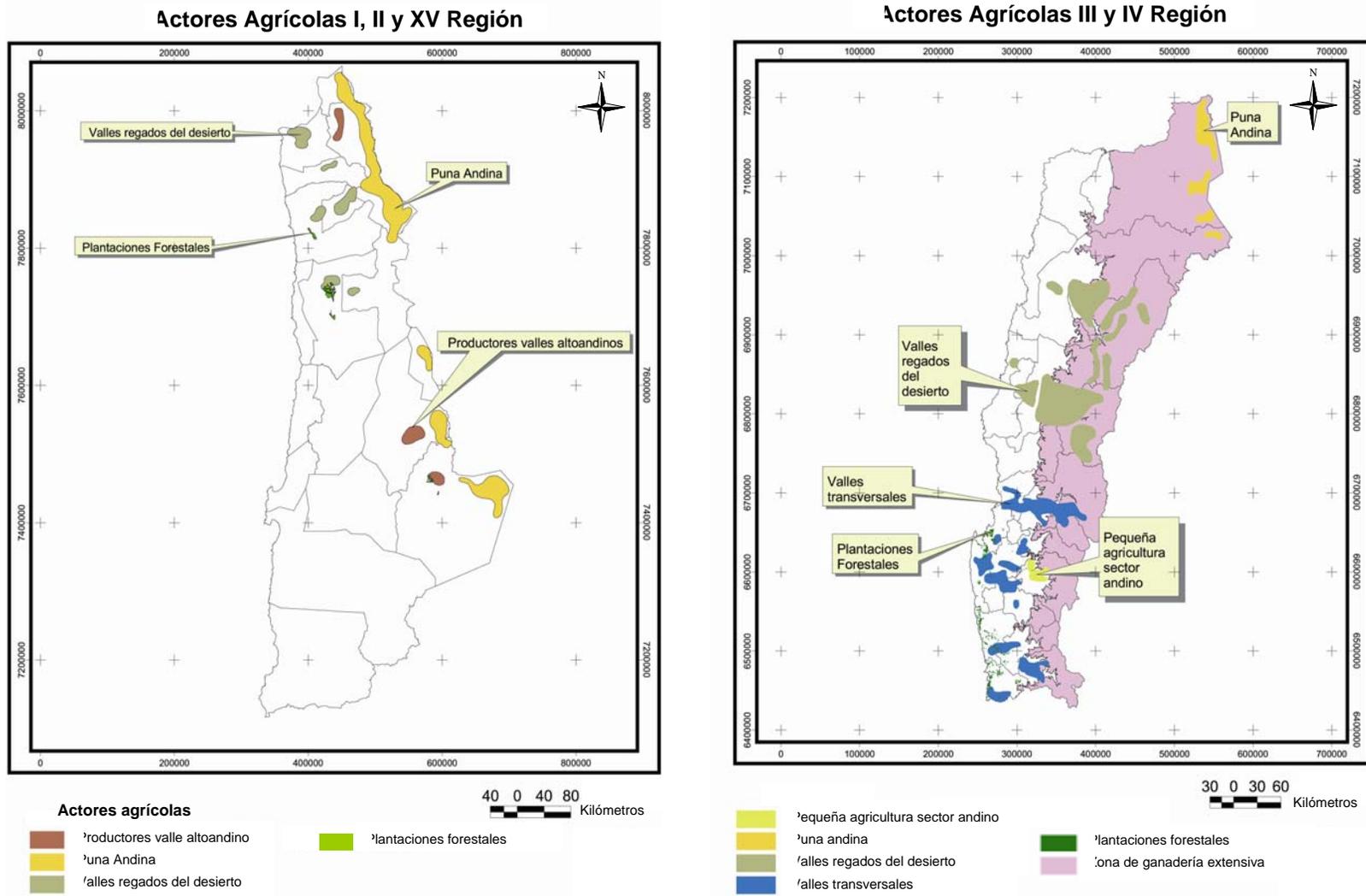
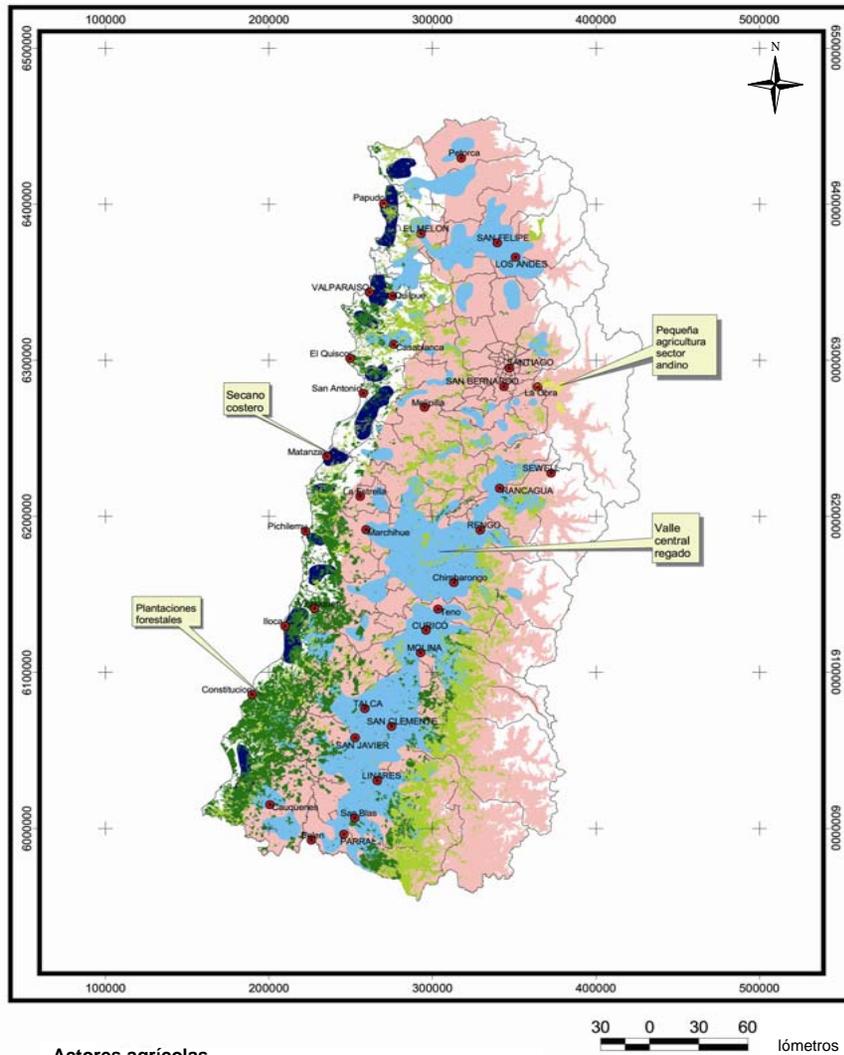


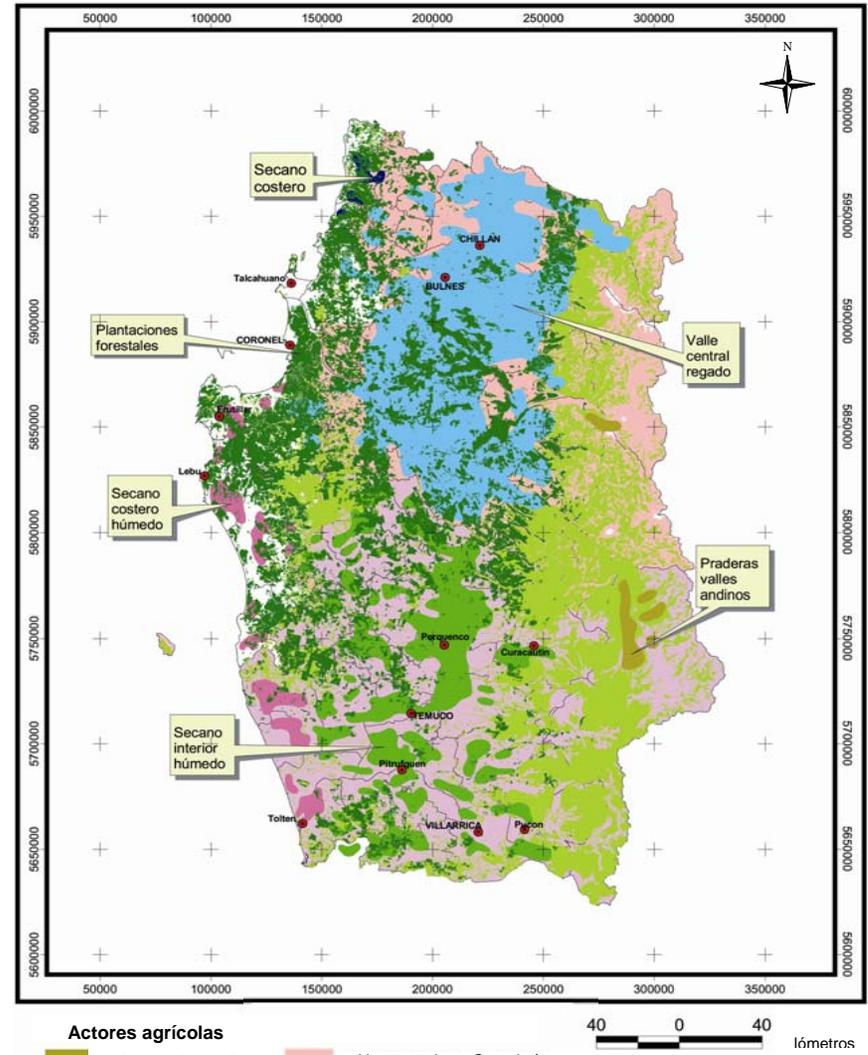
Figura 3.1 Actores agrícolas regiones: I, II, III, IV y XV

Actores Agrícolas V, RM, VI y VII Región



- Actores agrícolas**
- Pequeña agricultura sector andino
 - Secano costero A
 - Valle central regado
 - Cultivos anuales – Ganadería
 - Plantaciones Forestales
 - Bosque nativo

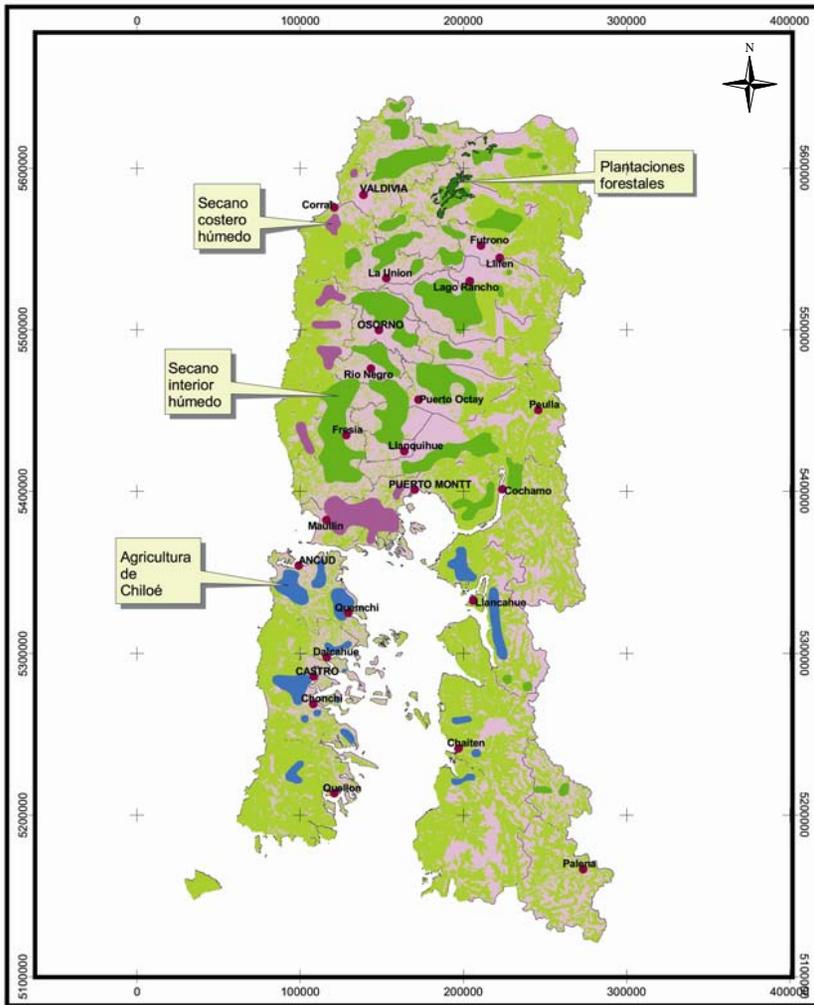
Actores Agrícolas VIII y IX Región



- Actores agrícolas**
- Praderas valles andinos
 - Secano costero A
 - Secano costero B
 - Secano interior B
 - Valle central regado
 - Cultivos anuales – Ganadería
 - Plantaciones Forestales
 - Bosque nativo
 - Praderas de regiones sub-húmedas y húmedas

Figura 3.2 Actores agrícolas regiones: V, VI, VII, VIII, IX y RM

Actores Agrícolas X y XIV Región



Actores Agrícolas XI Región

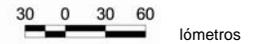
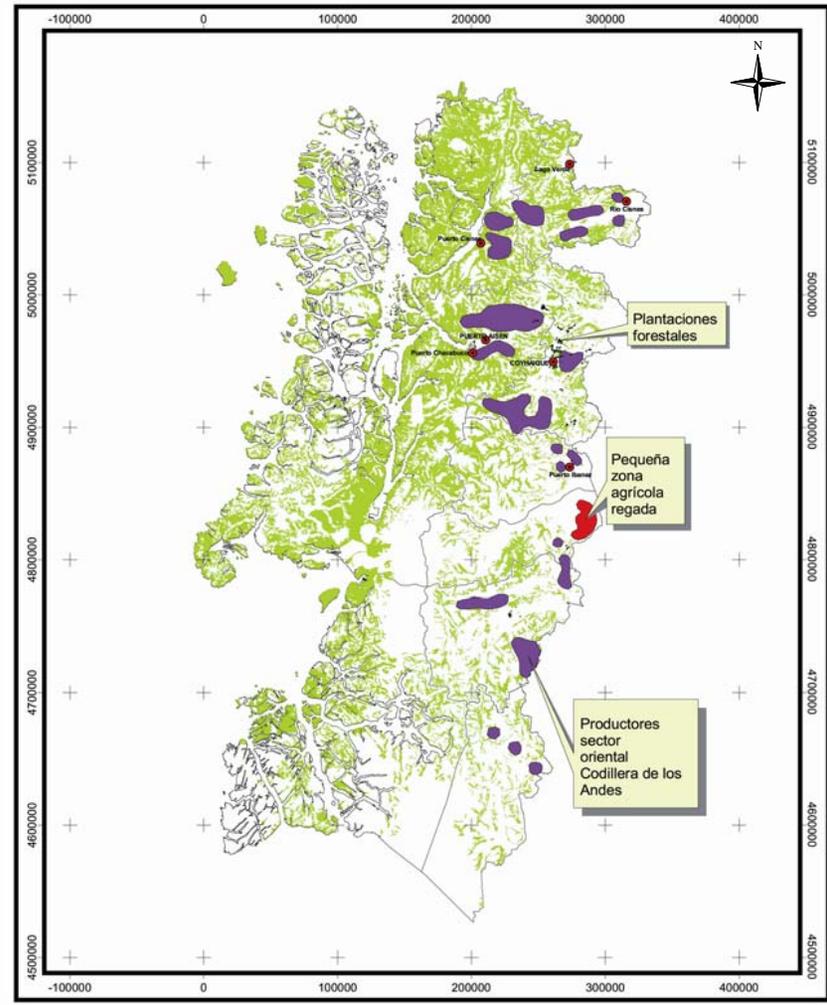


Figura 3.3 Actores agrícolas regiones: X, XI y XIV

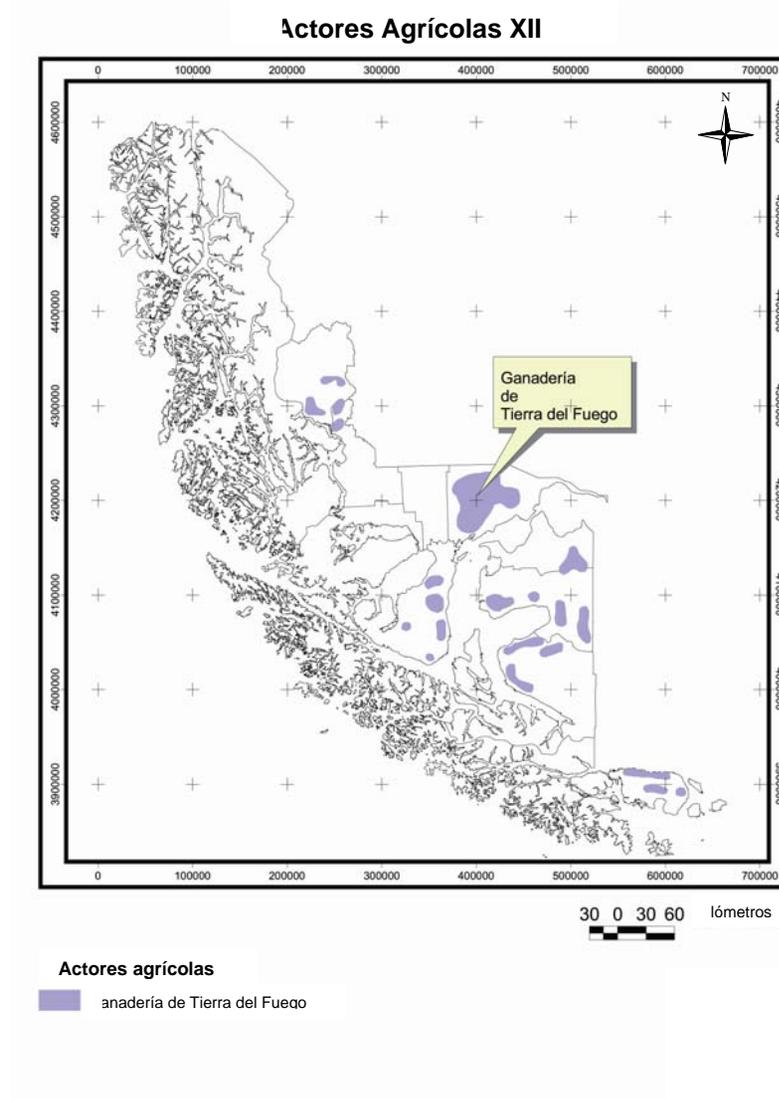


Figura 3.4 Actores agrícolas XII Región

4 RESULTADOS

4.1 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de los cultivos agrícolas

A continuación se presentan los resultados de los rendimientos obtenidos a través de los modelos de simulación, en riego y secano, para los cultivos de trigo, maíz, papa, frejol y remolacha para la fecha óptima de siembra. Además se presentan los requerimientos de riego durante la temporada y cambios en las fechas de siembra futura con respecto de la línea base. Los rendimientos y los requerimientos de riego se muestran a través de gráficos, los cuales consideran 65 comunas representativas del país (de norte a sur). Los datos de estos rendimientos aparecen en tablas en el Anexo II, donde además se incluye el mes óptimo de siembra y los requerimientos de riego para la obtención de los rendimientos señalados. Esto se realizó para los distintos escenarios: Línea base (abreviado como LB), A2 para el año 2040 (A240), A2 para el año 2070 (A270), B2 para el año 2040 (B240) y B2 para el año 2070 (B270). Los resultados para todas las comunas del país se encuentran en tablas en el Anexo Digital III. Para mostrar los cambios en las fechas de siembra se hicieron mapas entre la Región de Coquimbo y la de Los Lagos. Estos mapas muestran con color rojo cuando el cultivo cambia la fecha óptima de siembra a algún mes de verano, amarillo cuando cambia a otoño, azul cuando pasa a invierno, verde cuando el cambio corresponde a primavera, y gris cuando en el nuevo escenario ya no es factible desde un punto de vista de económico, debido a los bajos o nulos rendimientos.

En varios casos los nuevos escenarios climáticos desplazarán los períodos de siembra. El alza de las temperaturas invernales permitirá adelantar las siembras de los cultivos de verano, situación que podrá ser aprovechada únicamente en la medida de que la humedad del suelo a salidas de invierno lo permita. Es probable que en los suelos pesados este adelantamiento no sea posible debido a la dificultad de sembrar en un suelo muy húmedo. Por la razón anterior, se ha incluido en el Anexo Digital IV, para todos los cultivos, un cuadro donde se muestra el rendimiento obtenido para la siembra en cada uno de los meses del año. Además, se incluyen las fechas de cosechas, la cantidad de precipitaciones a la siembra y cosecha, y la evapotranspiración máxima del cultivo tanto para la línea base como para el año 2040 bajo el escenario A2.

Como se mencionó antes en la metodología, las comunas fueron divididas en dos y hasta en tres sectores en aquellos casos en que la comuna abarcara zonas de costa, valle y cordillera. Esta situación se presenta mayormente en las regiones extremas del país. Por ello, en el Anexo I se muestra un mapa con las divisiones realizadas.

Los análisis que se presentan a continuación están referidos al escenario A2, ya que como indican los informes del IPCC (2007), éste corresponde a la situación más probable según el nivel de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la última década.

4.1.1 Análisis del comportamiento productivo del trigo en riego

4.1.1.1 Rendimiento

El trigo es uno de los cultivos más rústicos frente a las condiciones climáticas. Este es quizás una de las especies que es cultivada en la mayor amplitud de latitudes. En el escenario climático actual, el potencial de rendimiento es bastante homogéneo hasta la Región del Bío Bío, presentando mejores condiciones en la costa y precordillera. Por la costa de la Región de Los Ríos, los rendimientos comienzan a declinar, producto de la excesiva humedad invernal en el suelo, así como de las precipitaciones de primavera-verano que deprimen los rendimientos. Por el centro del país el potencial se mantiene próximo a los 100 quintales hasta las cercanías de Puerto Montt. De ahí al sur, el potencial declina rápidamente debido a las bajas temperaturas de primavera, al exceso de humedad del suelo y a las lluvias de verano-otoño que dificultan la cosecha.

El aumento de las temperaturas asociado a los escenarios A2 2040 y A2 2070 provocará una aceleración del ciclo de vida, reduciendo los rendimientos de esta especie. Esto afectará más nítidamente a las zonas costeras y precordilleranas, que perderán sus excepcionales potenciales actuales homogenizándose con la situación del valle central. En toda la costa hasta la Región de Los Ríos, se esperan disminuciones en promedio entre 5% y 10% de rendimiento potencial en el escenario A2 2040 (ver Figura 4.1.4). Desde la Región de Los Lagos al sur, el aumento de las temperaturas invernales incrementa o disminuye poco el potencial productivo, factor que domina sobre cualquier efecto negativo que pudiere provenir de los cambios en el régimen pluviométrico.

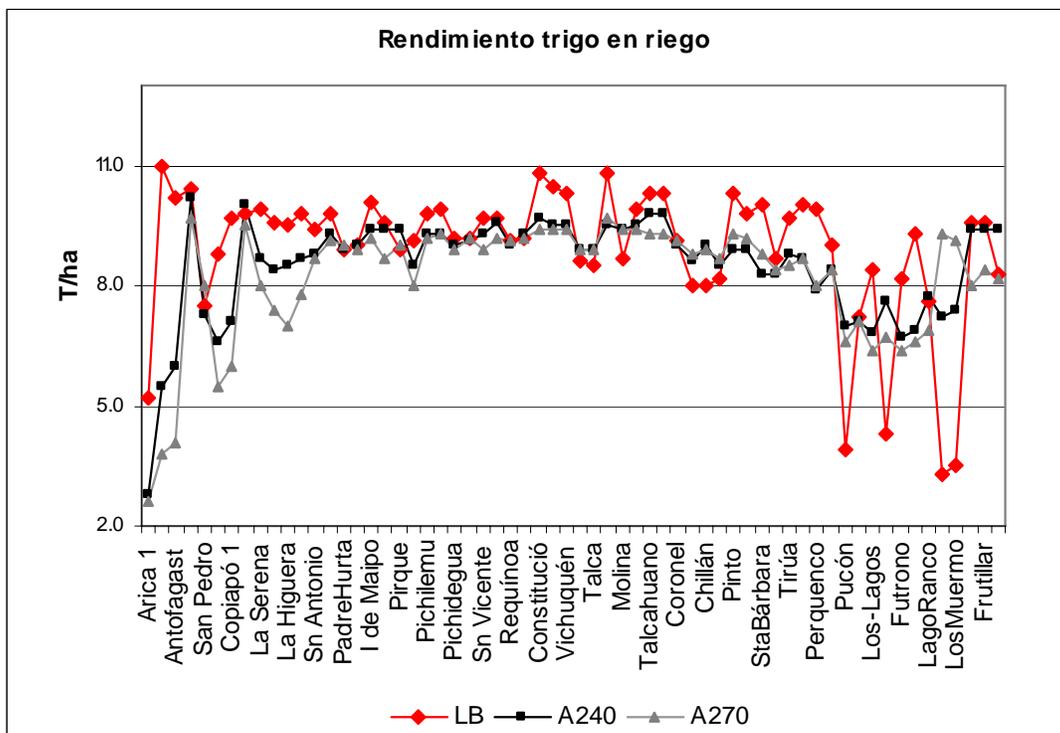


Figura 4.1.1 Rendimientos de trigo en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

RENDIMIENTO DE TRIGO EN RIEGO ZONA CENTRO

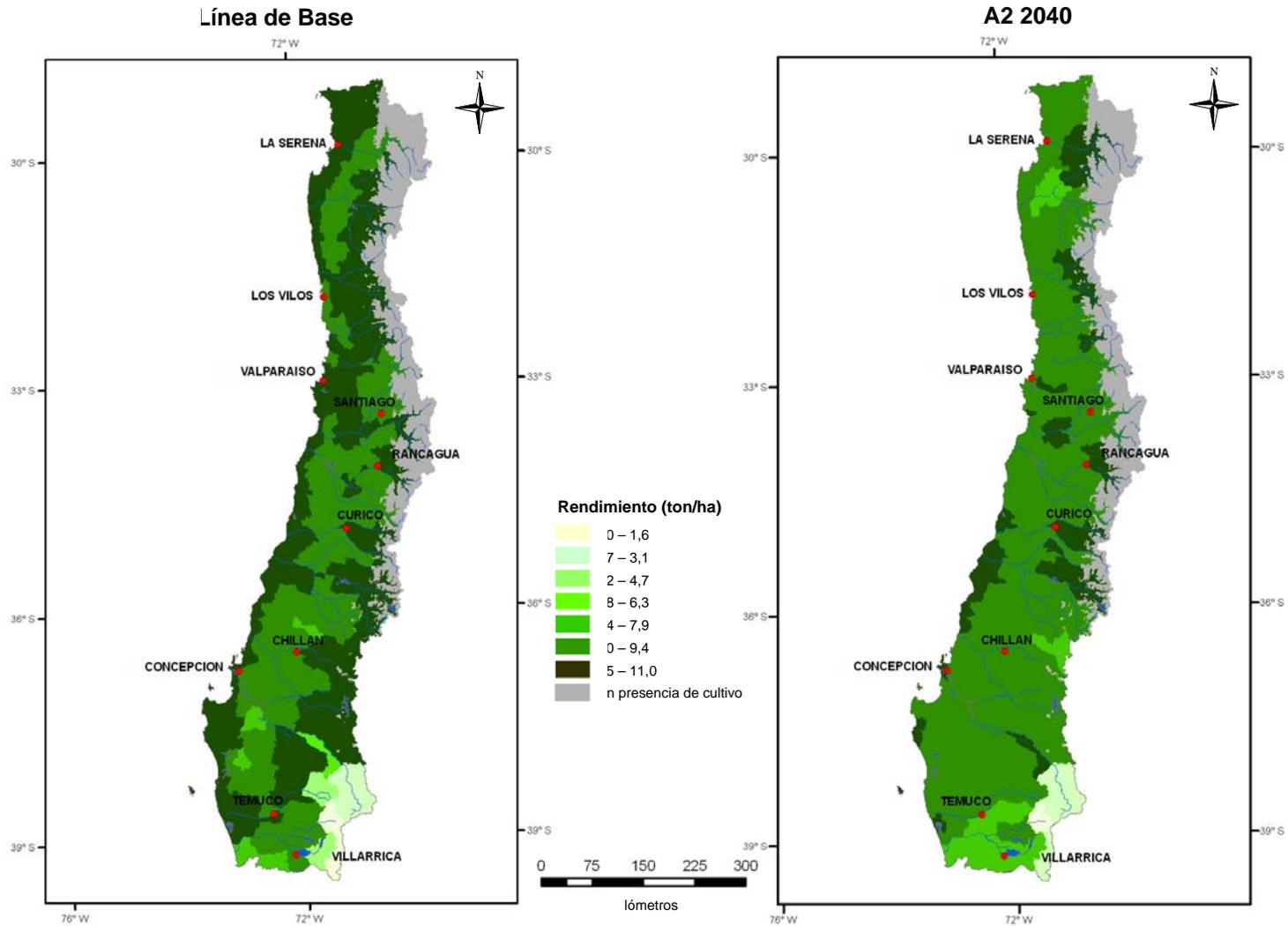


Figura 4.1.2 Rendimientos de trigo en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

RENDIMIENTO DE TRIGO EN RIEGO ZONA SUR

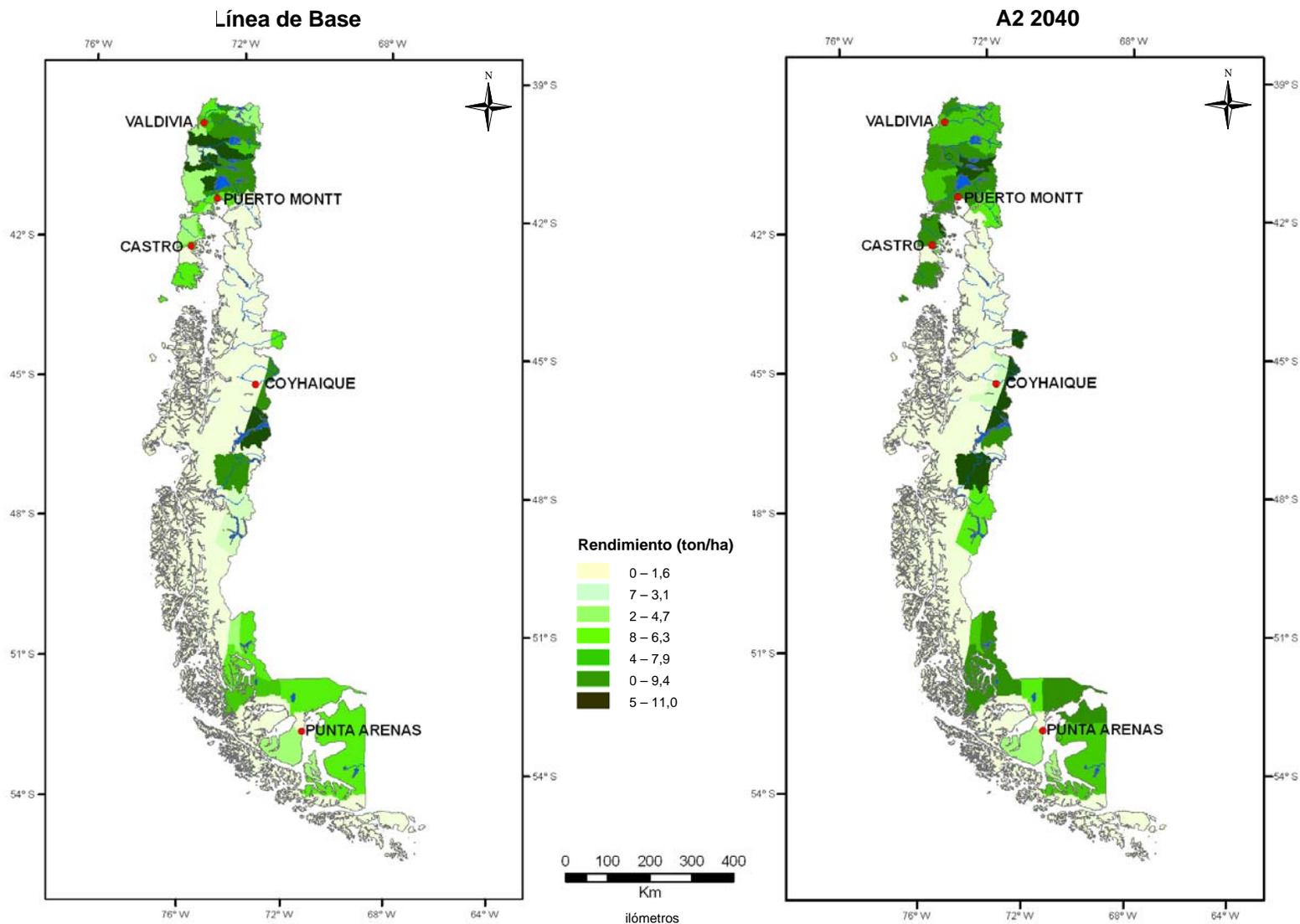


Figura 4.1.3 Rendimientos de trigo en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO EN RIEGO

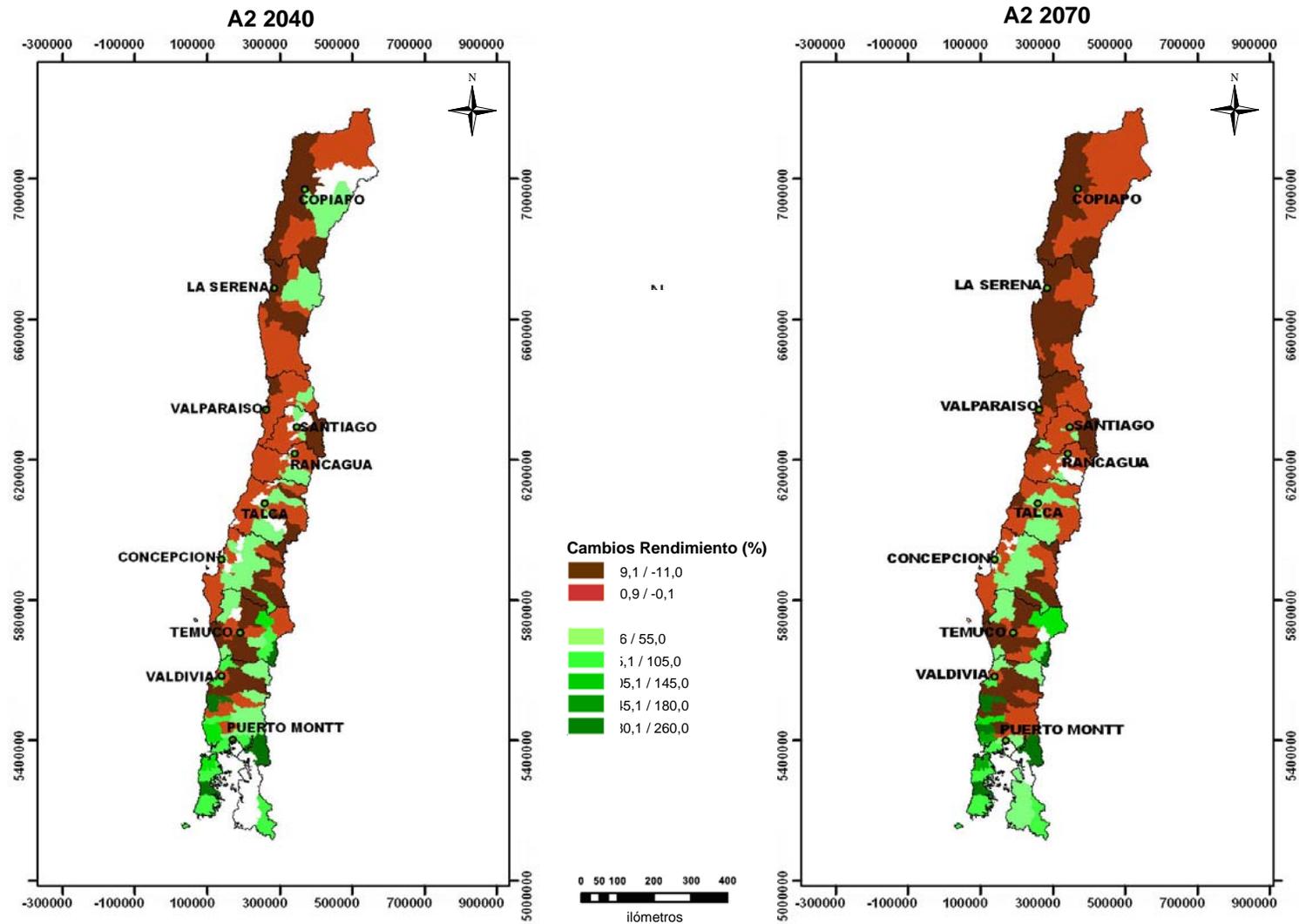


Figura 4.1.4 Cambios en los rendimientos de trigo en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070.

4.1.1.2 Estacionalidad de la siembra

En el escenario actual, las zonas norte y central exhiben los mejores resultados con siembras de otoño-invierno, lo que le permite al trigo beneficiarse del clima fresco de invierno durante la mayor parte de su ciclo. De la VIII Región al sur, las siembras de primavera se muestran menos riesgosas, aún cuando las siembras de invierno son perfectamente posibles, especialmente en la costa debido a los climas marítimos.

En los nuevos escenarios, la zona norte no presenta cambios notables en las fechas de siembra. Entre las regiones de O'Higgins y de la Araucanía, en la zona entre la costa y la precordillera, las mejores condiciones térmicas invernales harán de las siembras de otoño la opción más productiva (ver Figura 4.1.5). En la Región de Los Ríos las siembras de primavera continuarán teniendo ventajas sobre las de otoño, salvo en el escenario A2 2070 donde las mejores condiciones podrían desplazarse al otoño. En la Región de Los Lagos, las siembras de primavera continuarán teniendo ventajas sobre las de otoño.

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE TRIGO EN RIEGO

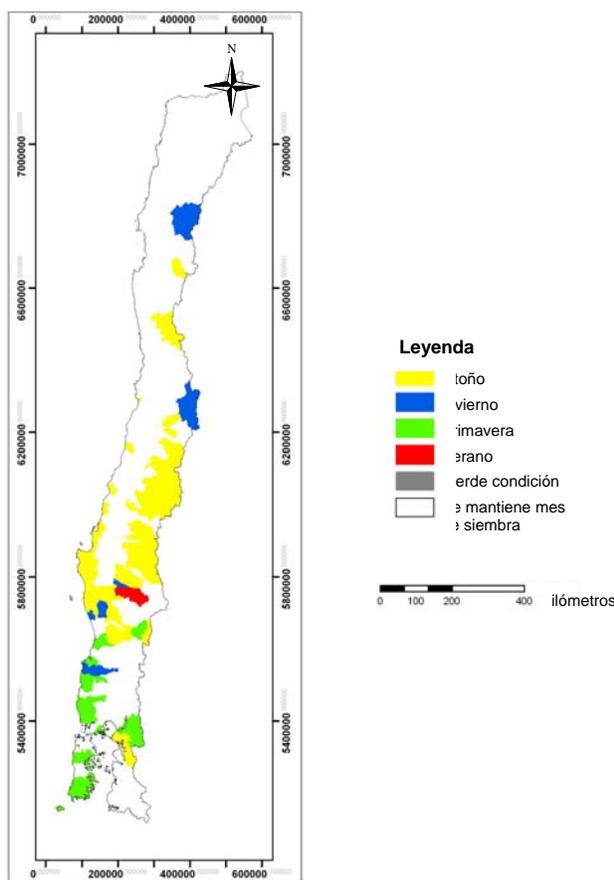


Figura 4.1.5 Cambios en las fechas de siembra, escenario A2 2040

4.1.1.3 Requerimientos de riego

Los requerimientos de riego tienden a mantenerse a pesar de la disminución de las precipitaciones como consecuencia del acortamiento en el ciclo de vida. En ciertos casos, los requerimientos de riego pueden llegar a disminuir hasta en un 75% cuando las siembras de otoño reemplazan a las de primavera, entre Rancagua y Temuco por la costa y precordillera. Este cambio en la fecha de siembra permite aprovechar de mejor manera las precipitaciones invernales, disminuyendo de esta manera los requerimientos de riego. De Temuco al sur hay un aumento claro en las necesidades de riego, de aproximadamente un 50%.

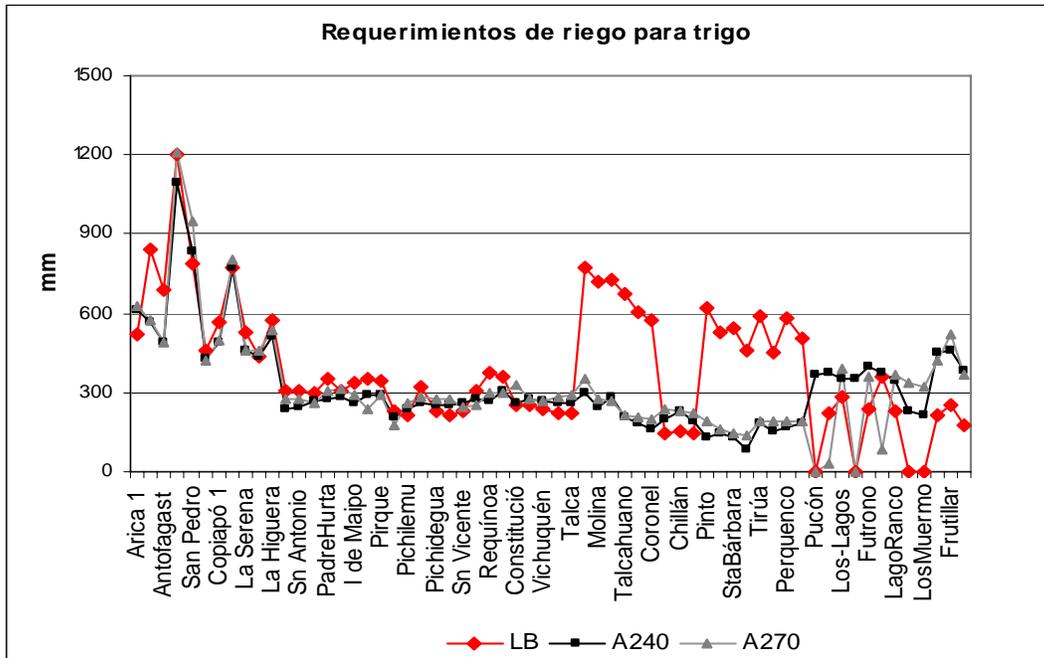


Figura 4.1.6 Requerimientos de riego trigo, escenarios: LB, A2 2040, A2 2070

4.1.2 Análisis del comportamiento productivo del trigo en seco

4.1.2.1 Rendimiento

En el escenario A2 2040, los rendimientos del trigo en seco disminuyen en todo el norte y centro del país debido a la mayor incidencia de sequías. En la costa y valle central de la zona central, habrá disminuciones de entre un 10% y un 30 % en los rendimientos. Por otra parte, en la precordillera se observan cambios menores, positivos o negativos. A partir de la precordillera de la Región del Bío Bío hacia el sur, en todas las zonas, se observa un aumento gradual en los rendimientos debido a que las temperaturas mínimas son más elevadas. El efecto positivo de aumento en las temperaturas supera el efecto negativo que provoca la disminución de la precipitación. Los aumentos en el rendimiento son del orden del 30%, llegando a 100% en algunos sectores de la precordillera de la Región de Los Ríos y de la Región de Los Lagos. En el extremo austral se esperan aumentos promedios de un 50% en la zona oriental de la cordillera de los Andes. En el escenario A2 2070, en la zona central, los rendimientos continúan disminuyendo en hasta un 60% con respecto a la línea base.

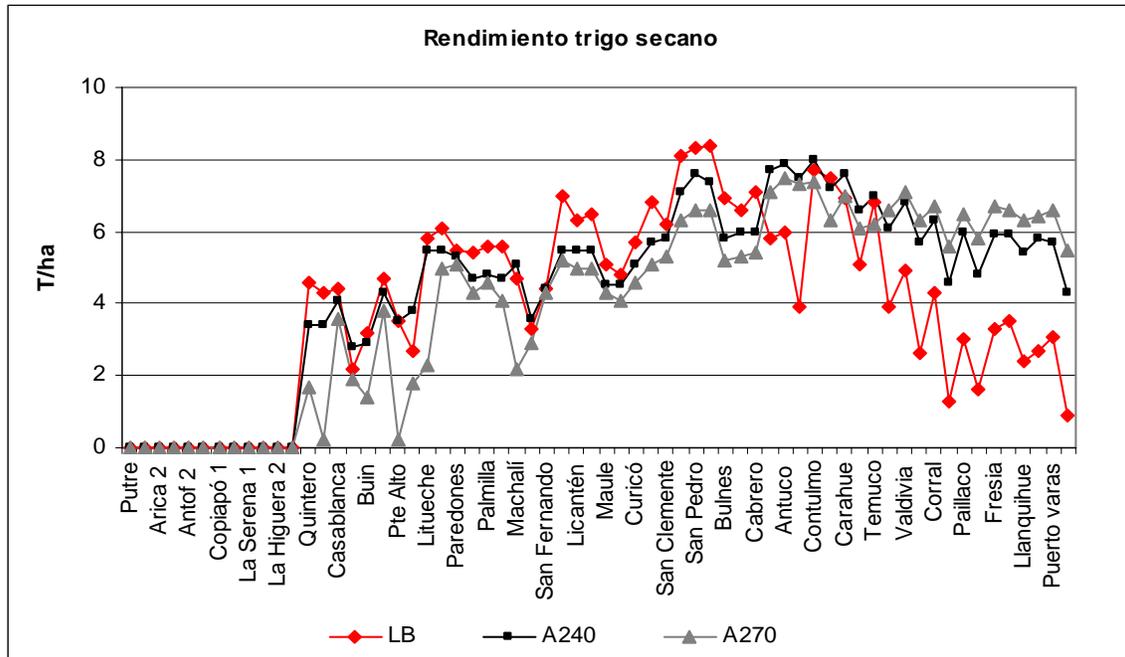


Figura 4.1.7 Rendimientos de trigo en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE TRIGO EN SECANO

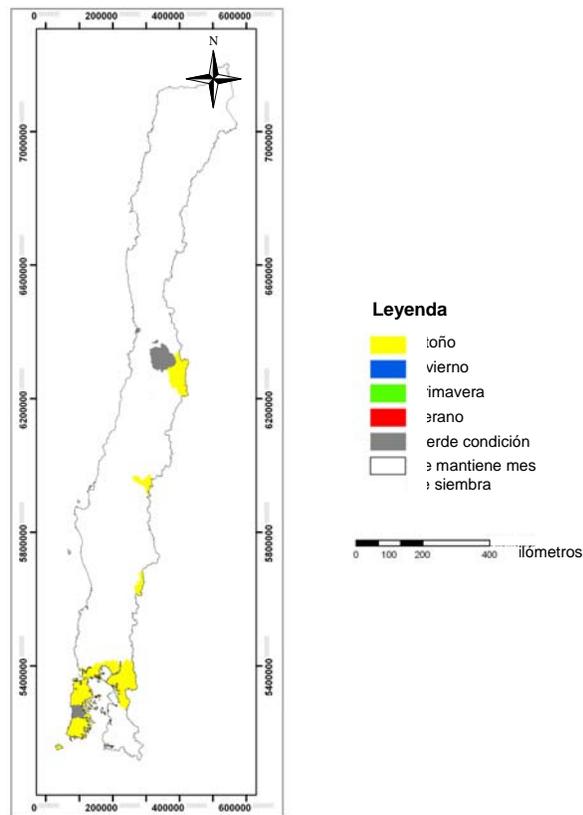


Figura 4.1.8 Cambios en las fechas de siembra de trigo en seco, escenario A2 2040

RENDIMIENTO DE TRIGO EN SECANO ZONA CENTRO

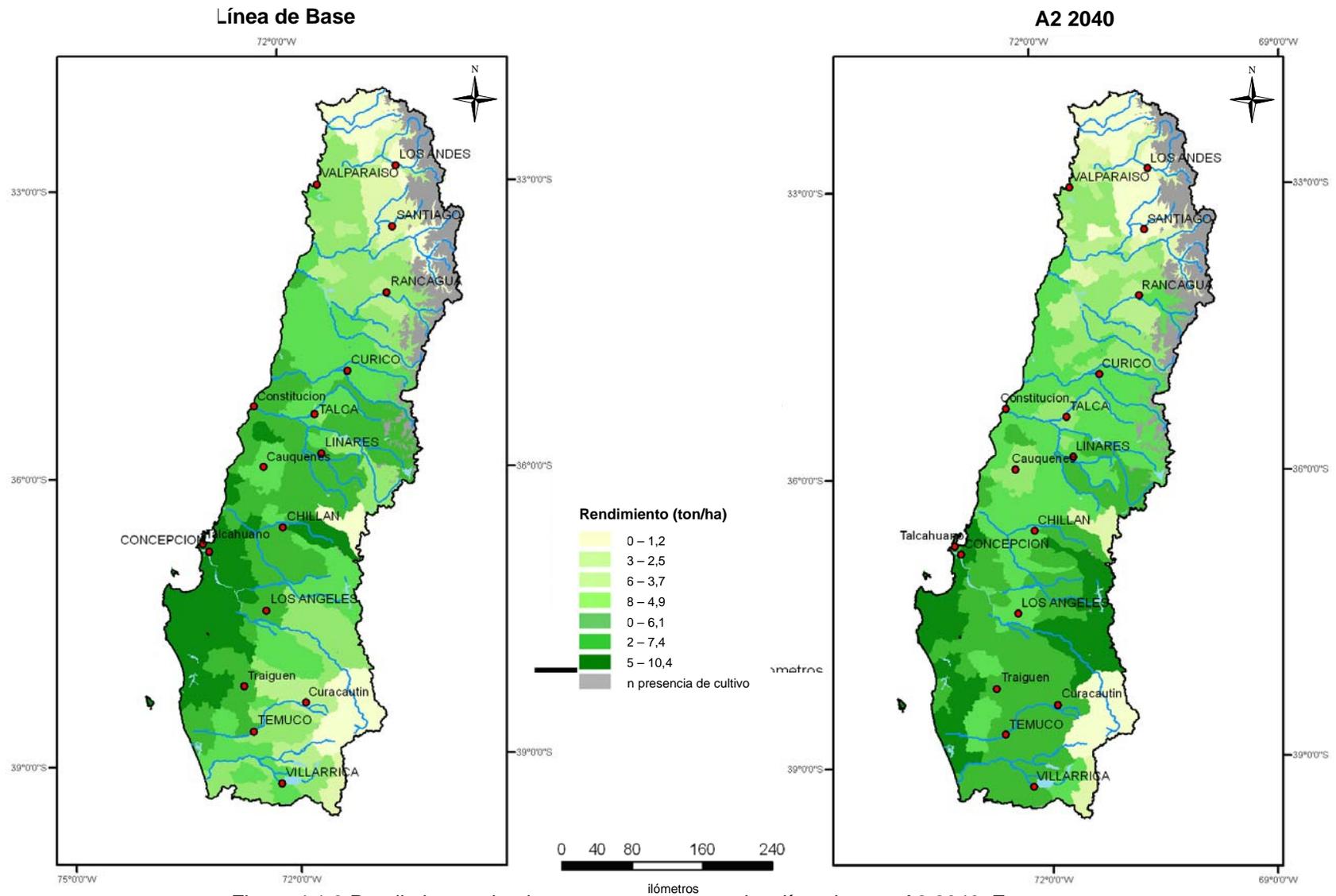


Figura 4.1.9 Rendimientos de trigo en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

RENDIMIENTO DE TRIGO EN SECANO ZONA SUR

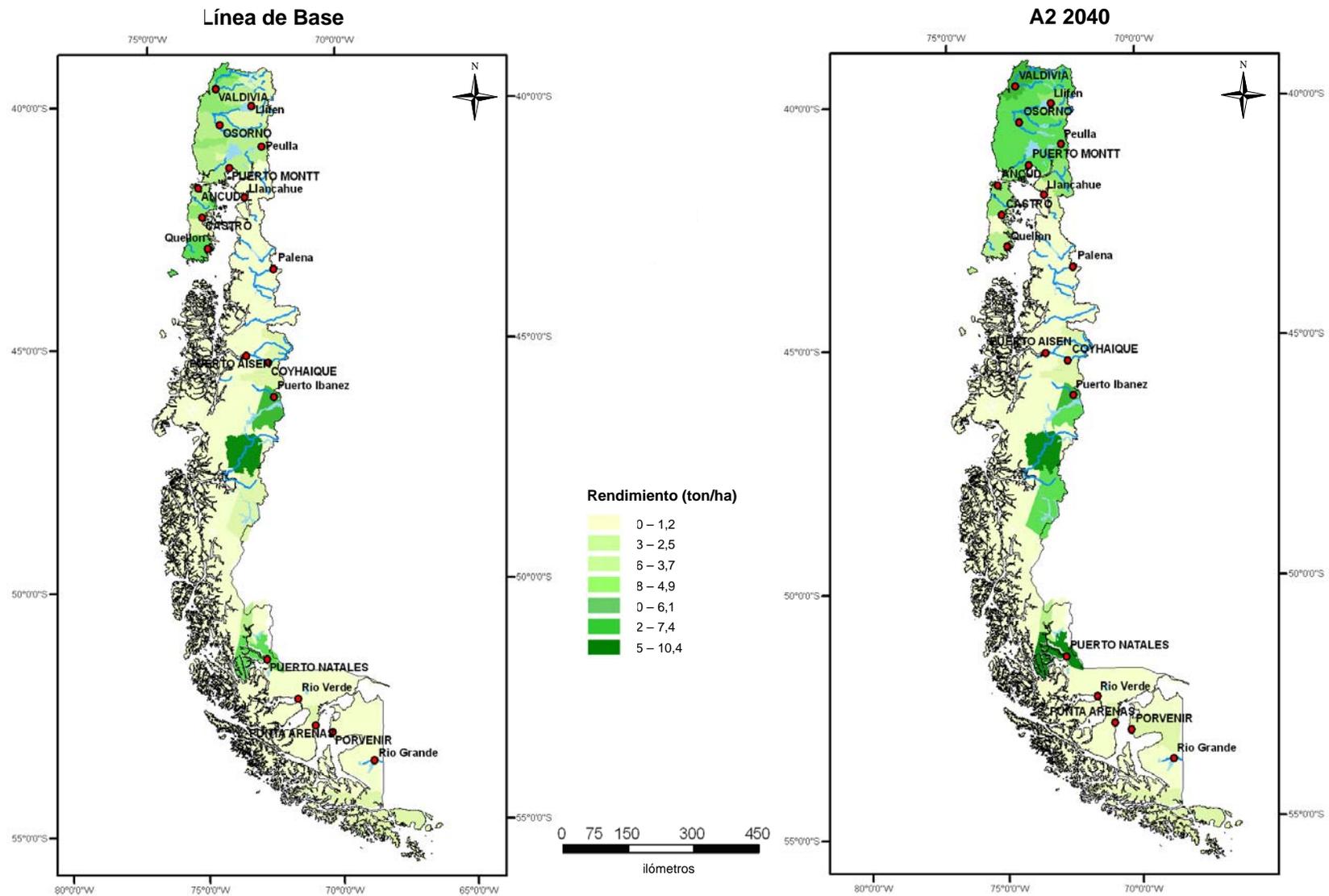


Figura 4.1.10 Rendimientos de trigo en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

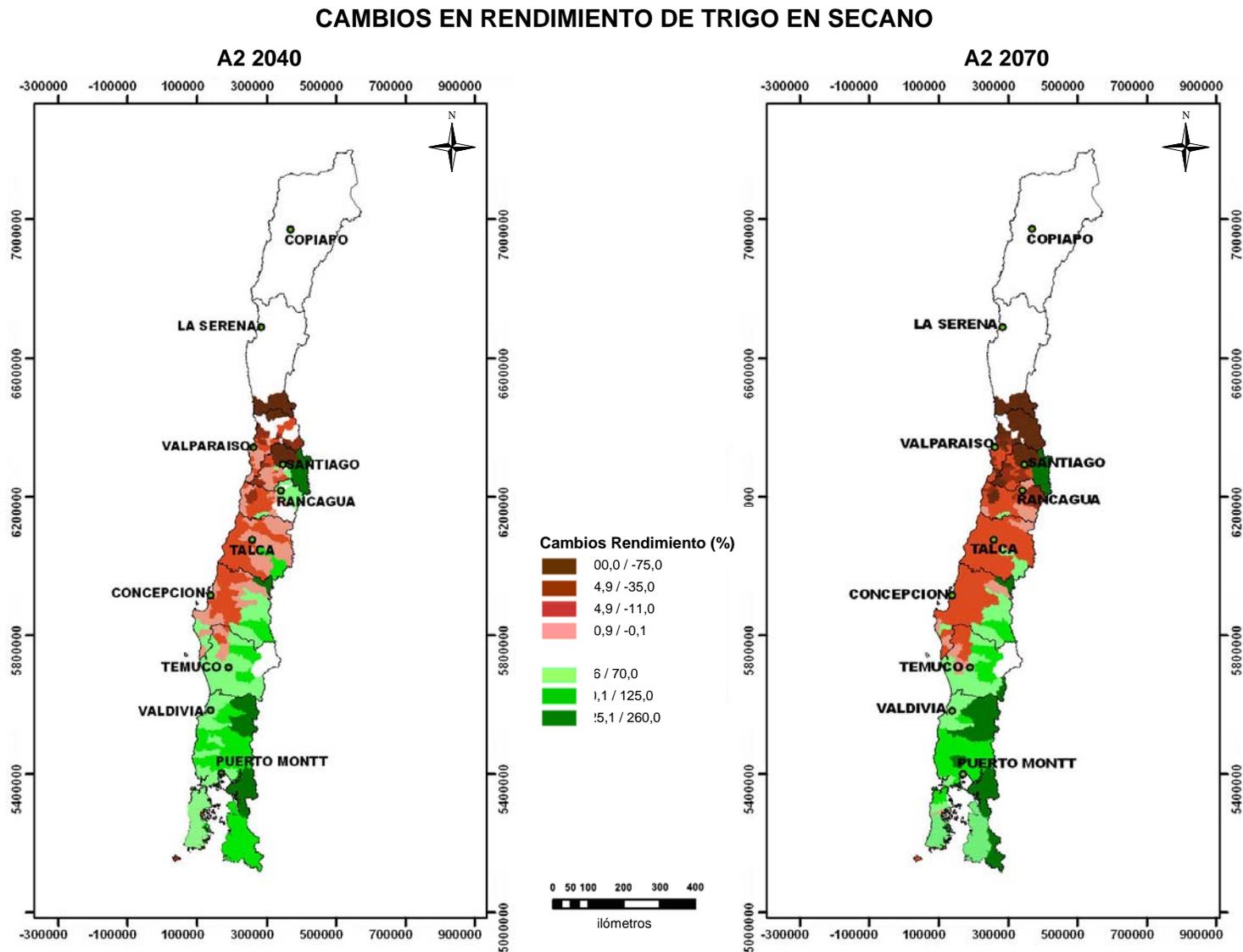


Figura 4.1.11 Cambios en los rendimientos de trigo en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.3 Análisis del comportamiento productivo del maíz en riego

4.1.3.1 Rendimiento

Siendo éste un cultivo exigente en temperatura, el potencial de producción se expandiría considerablemente en el escenario A2 2040 con respecto a la situación actual. En la zona norte del país disminuyen los rendimientos en hasta un 10%, salvo en los sectores interiores de los valles de la Región de Arica y Parinacota, donde se producirá un aumento promedio de un 15% como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas invernales. Como se observa en la Figura 4.1.15, desde la Región de Coquimbo hasta la del Bío Bío, se produce una disminución en los rendimientos en todo el valle central en un rango que varía entre un 10% y un 20%.

Inversamente, en la costa y precordillera se observa un aumento en los rendimientos que llegan hasta un 50%. En la zona sur, desde la Región de la Araucanía, los rendimientos aumentarían hasta situarse en una franja de 60% a 200% de incremento.

En el extremo austral, los rendimientos tienden a mantenerse invariados debido a las compensaciones de efectos positivos (mayor temperatura) y negativos (mayor precipitación).

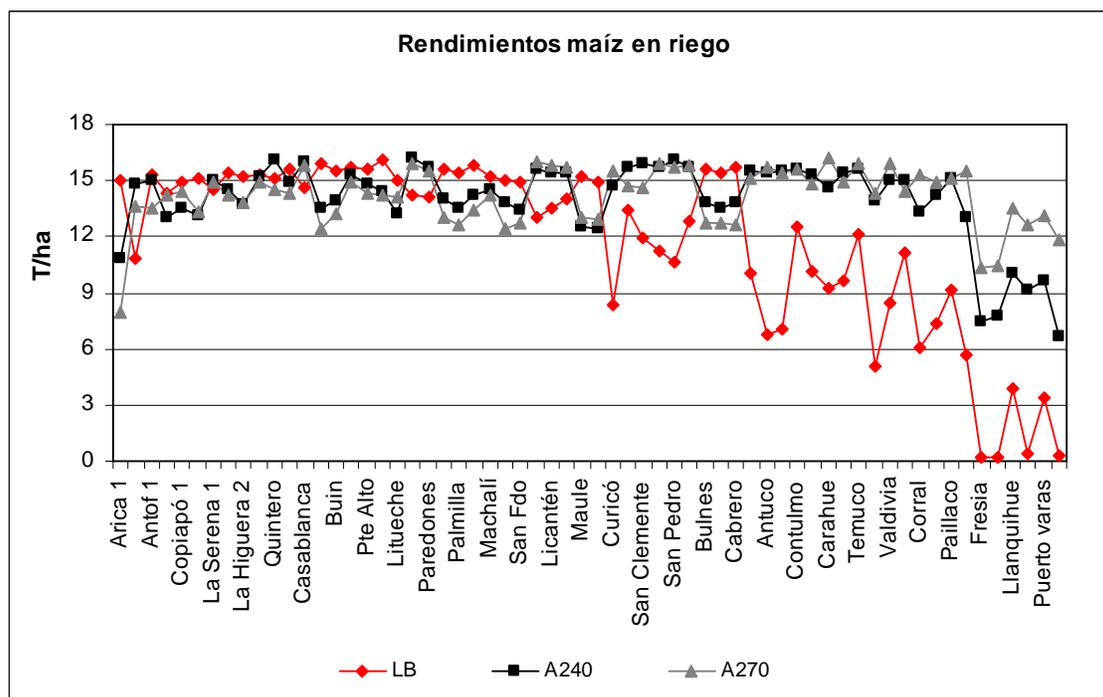


Figura 4.1.12 Rendimientos de maíz en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

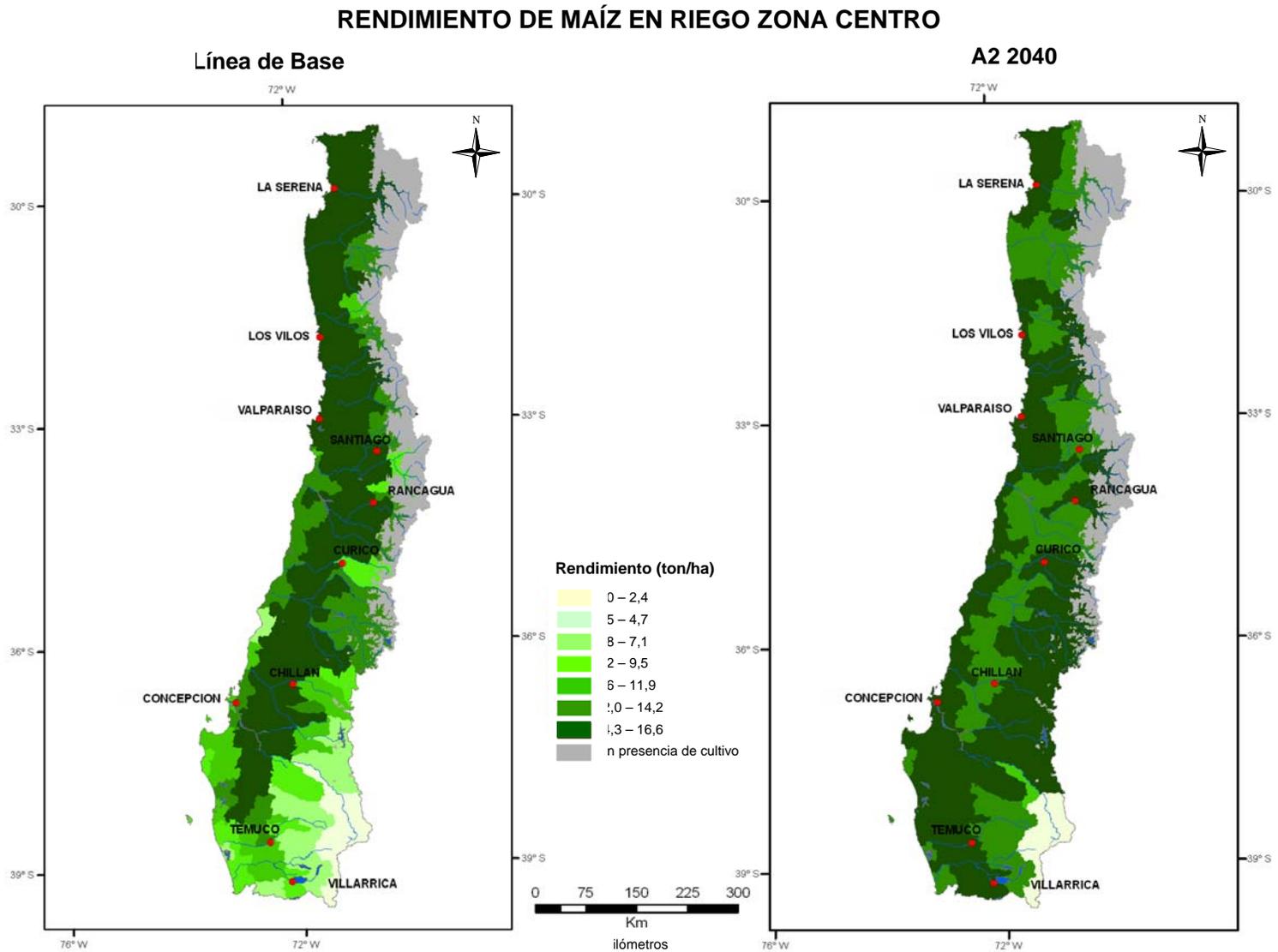


Figura 4.1.13 Rendimientos de maíz en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

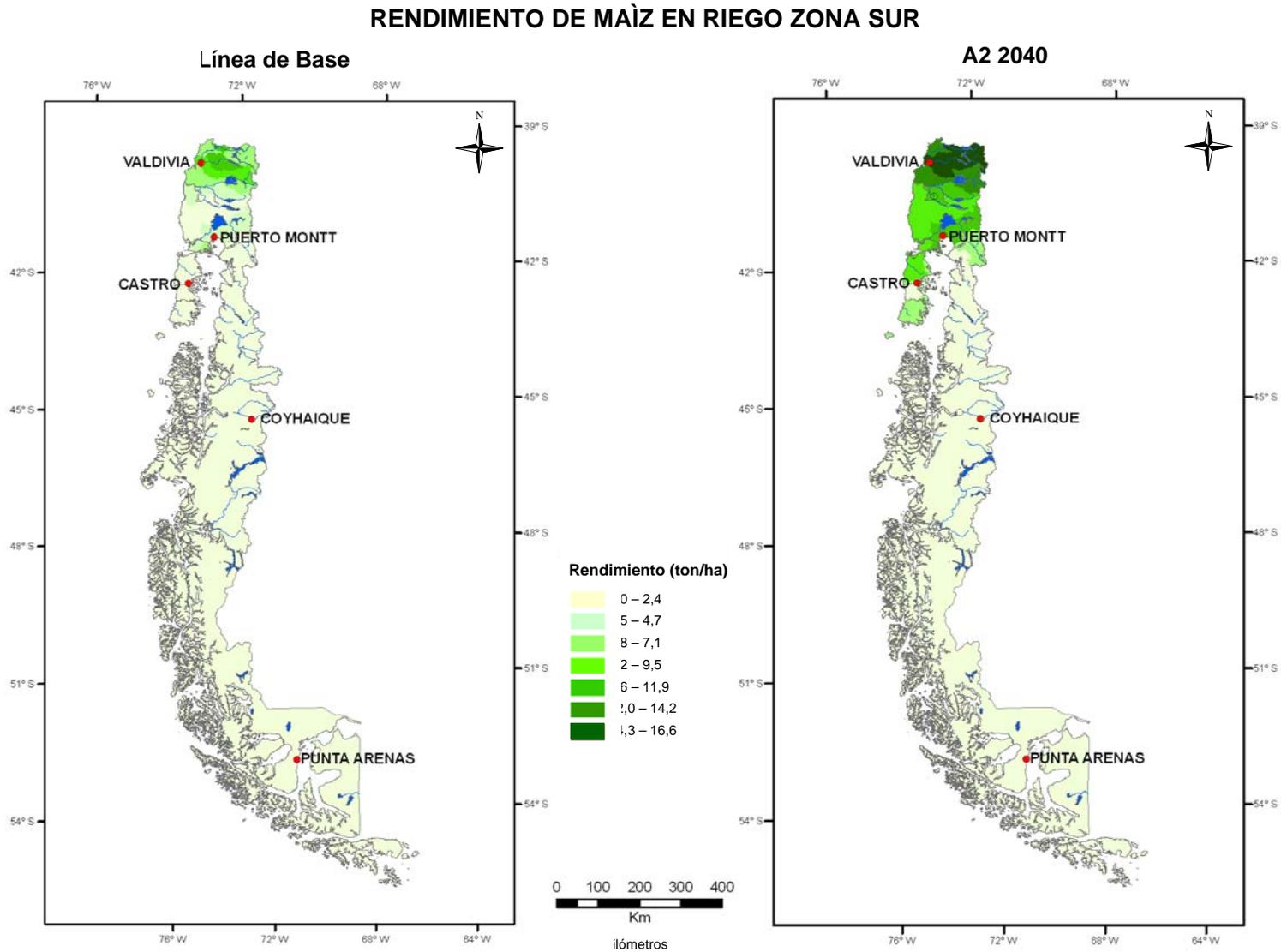


Figura 4.1.14 Rendimientos de maíz en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ EN RIEGO

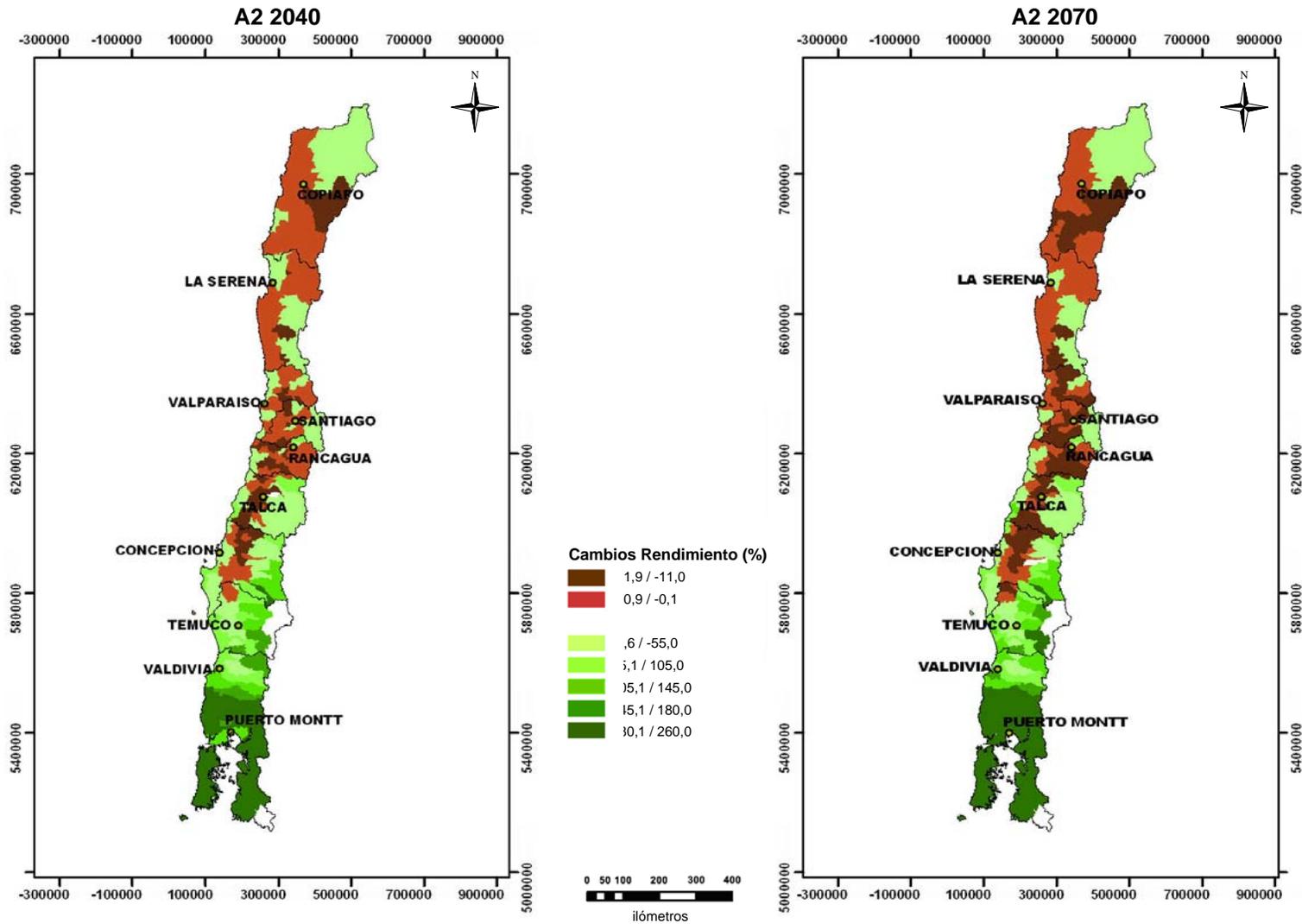


Figura 4.1.15 Cambios en los rendimientos de maíz en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.3.2 Estacionalidad de la siembra

En las zonas norte y central las fechas óptimas de siembra, debido a temperaturas invernales más elevadas, se adelantan de primavera a invierno en la medida en que el suelo pueda ser laborado. Desde la Región de O'Higgins hacia el sur se mantienen fechas de siembra con respecto a la línea base.

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE MAÍZ EN RIEGO

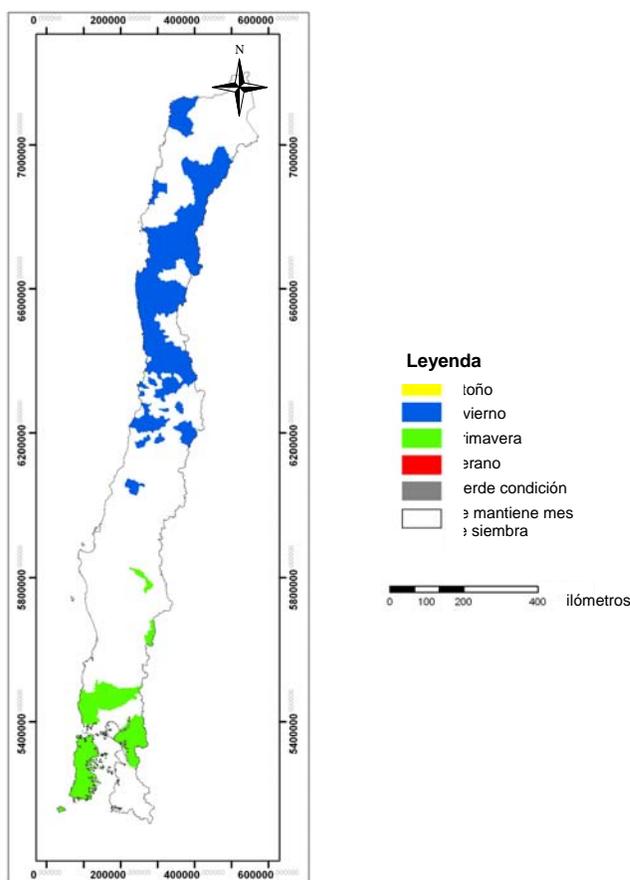


Figura 4.1.16 Cambios en las fechas de siembra de maíz en riego, escenario A2 2040

4.1.3.3 Requerimientos de riego

Como se observa en la Figura 4.1.17, los requerimientos de riego en la zona norte disminuyen entre un 10% y un 15%. En la zona central ésta disminución se mueve en el rango entre 10% y 20%. Desde la Región de la Araucanía al sur, los requerimientos de riego aumentan desde un 30% y hasta un 100% al sur de la Región de Los Lagos, como consecuencia de los aumentos de la evapotranspiración producto del incremento en la radiación solar, la cual es más acentuada desde la Región de Los Lagos al sur.

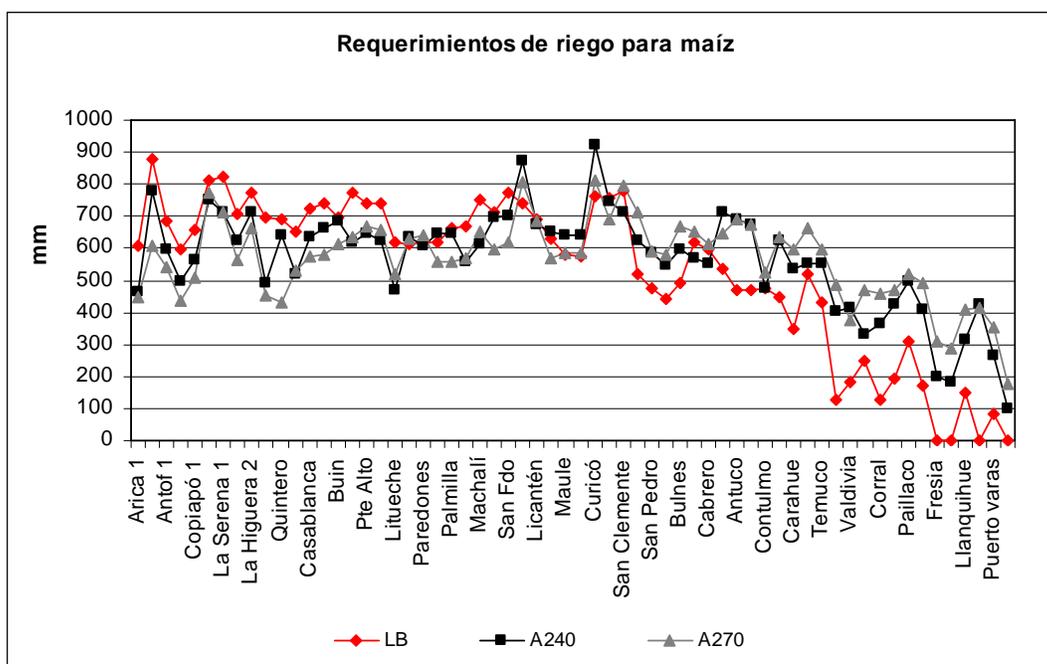


Figura 4.1.17 Requerimientos de riego para maíz, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

4.1.4 Análisis del comportamiento productivo de maíz seco

Siendo el maíz un cultivo de verano, con elevadas exigencias térmicas, su cultivo en seco es marginal, por cuanto se le cultiva en Chile en climas con verano cálido y seco. Las deficiencias hídricas estivales reducen drásticamente el potencial de rendimientos de este cultivo en seco, por lo cual, a pesar de las pequeñas variaciones proyectadas en los nuevos escenarios climáticos, los rendimientos de este cultivo seguirán siendo marginales y de difícil rentabilidad en seco (potenciales de producción inferiores a cuatro toneladas por hectárea al año, como se observa en la Figura 4.1.18).

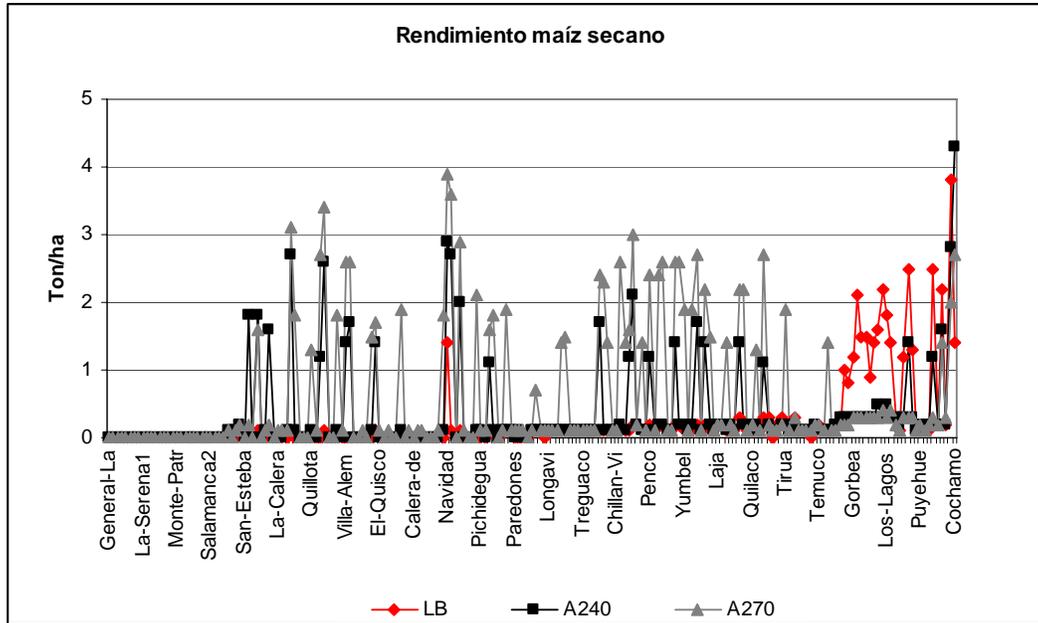


Figura 4.1.18 Rendimientos de maíz en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE MAÍZ EN SECANO

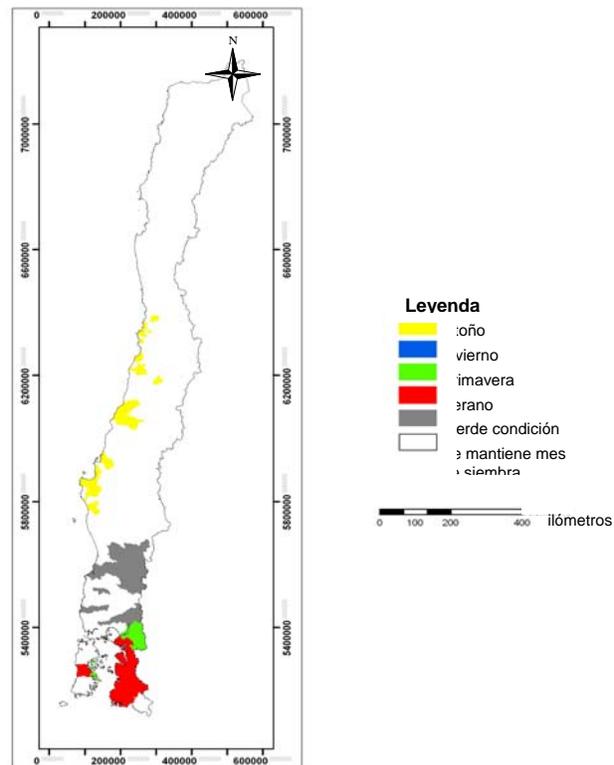


Figura 4.1.19 Cambios en las fechas de siembra para maíz en seco, escenario A2 2040

RENDIMIENTO DE MAIZ EN SECANO ZONA CENTRO

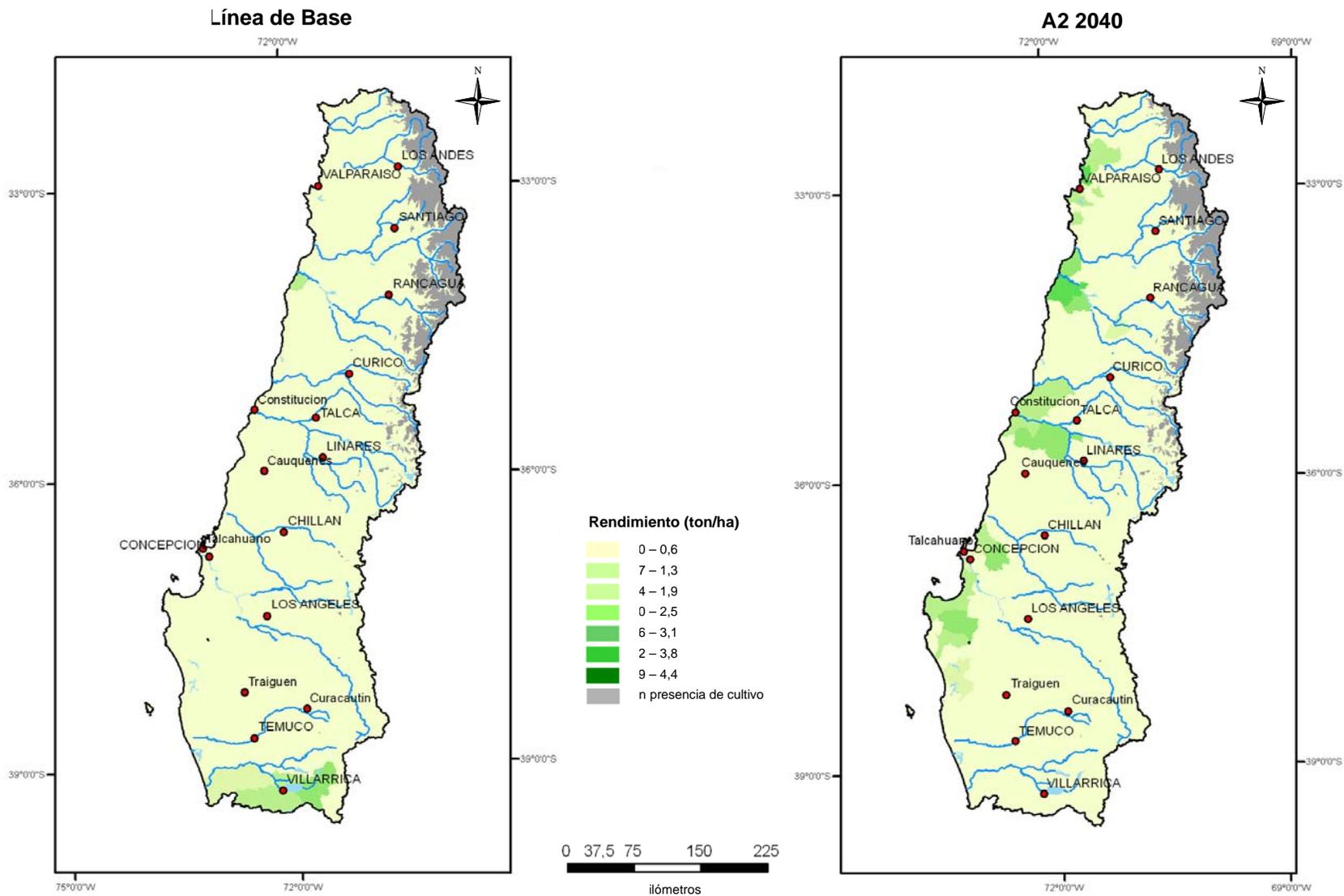


Figura 4.1.20 Rendimientos de maíz en secano, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

RENDIMIENTO DE MAIZ EN SECANO ZONA SUR

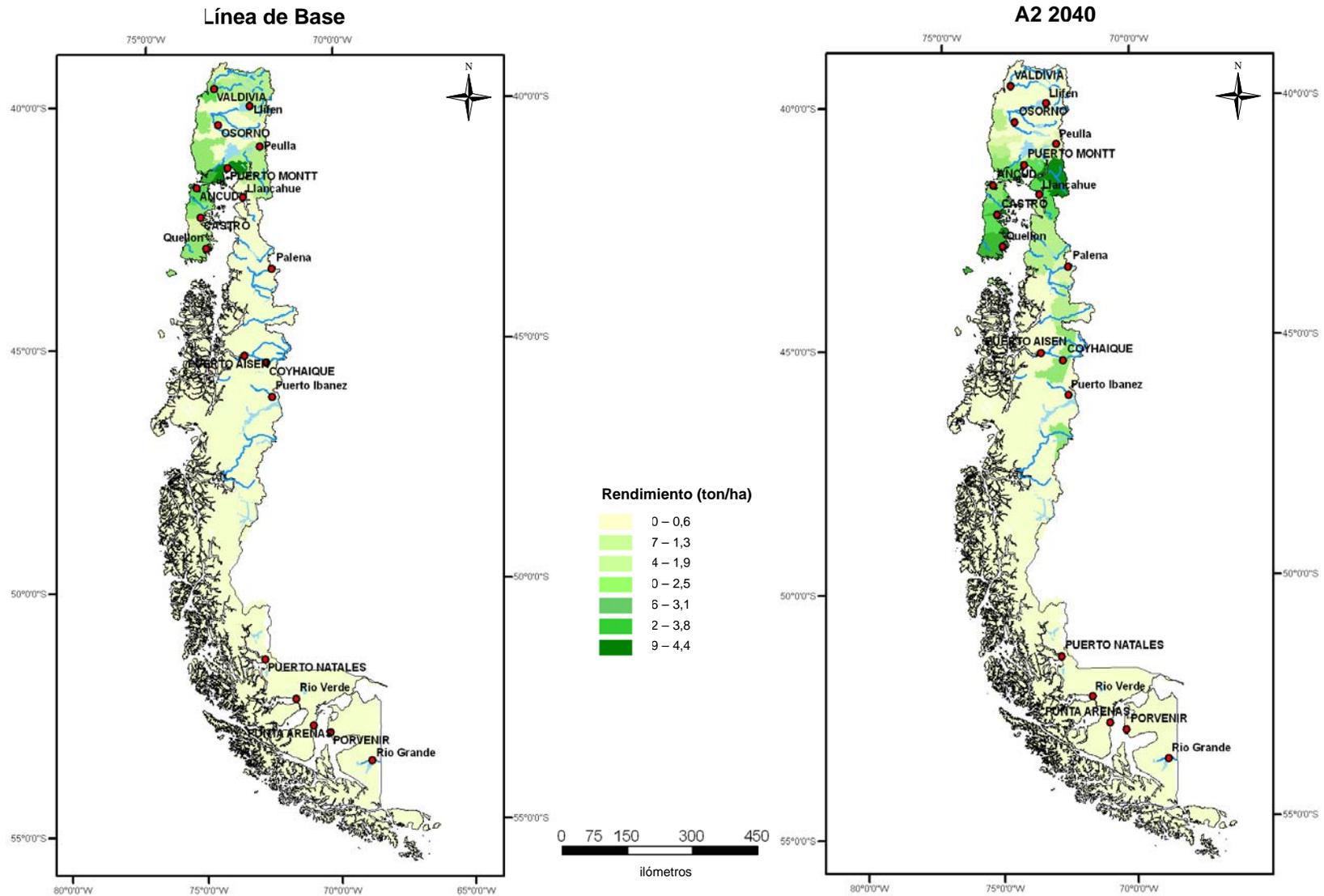


Figura 4.1.21 Rendimientos de maíz en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN RENDIMIENTO DE MAIZ EN SECAO

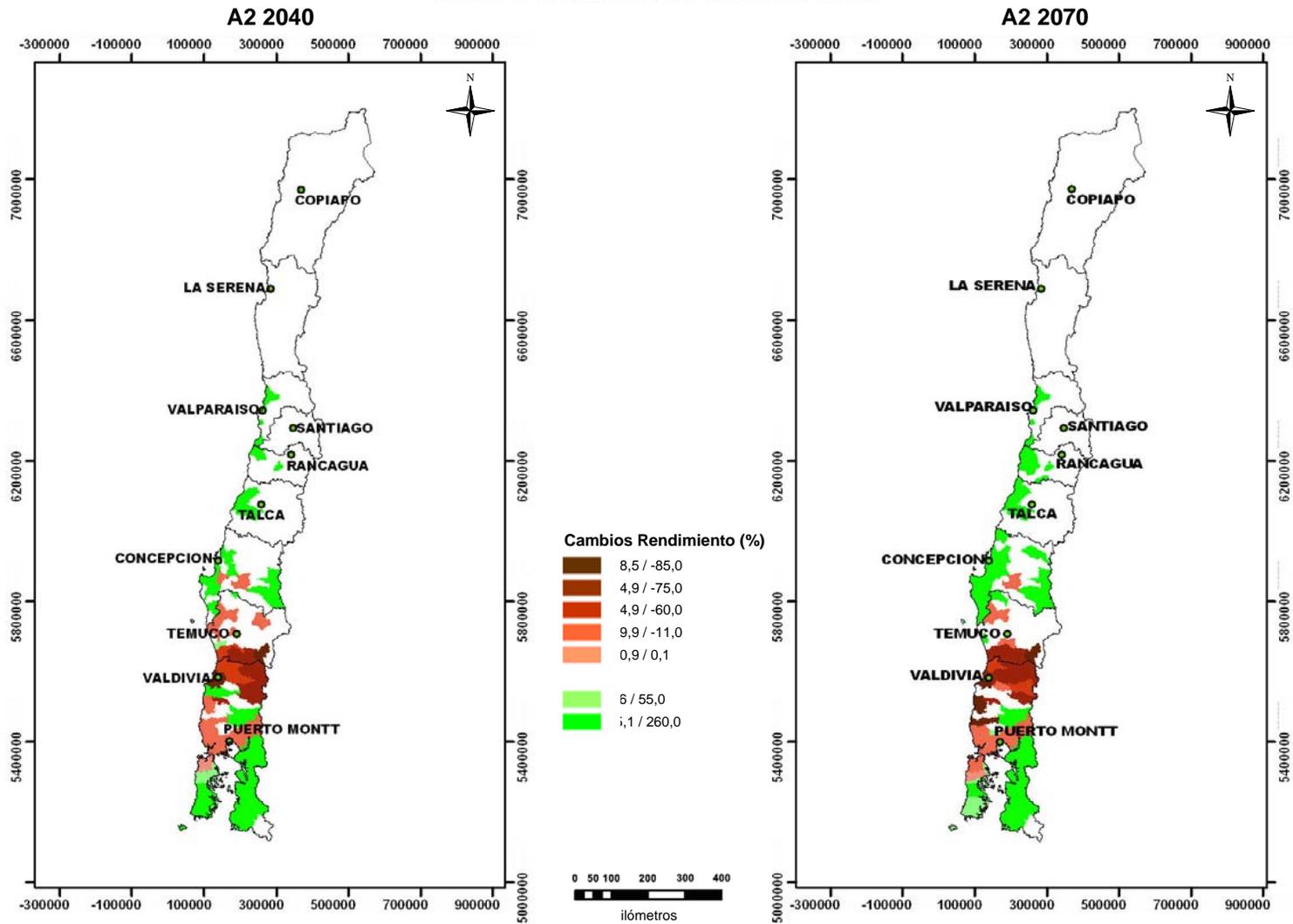


Figura 4.1.22 Cambios en los rendimientos de maíz en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.5 Análisis del comportamiento productivo de papas en riego

4.1.5.1 Rendimiento

La papa es un cultivo que se beneficia de los climas suaves, sin temperaturas diurnas muy elevadas y con noches frescas que estimulan la formación de los tubérculos. Por esta razón, en el escenario actual las mejores condiciones de producción se sitúan tanto en la costa como en la precordillera, entre las regiones de O'Higgins y de la Araucanía, alcanzando rendimientos que superan las 40 toneladas por hectárea al año.

En general, la zona norte presenta una reducción en los rendimientos de entre un 10% y un 20% como consecuencia del alza en las temperaturas. En la zona centro-norte, y hasta la Región de O'Higgins, existen disminuciones en los rendimientos en hasta un 30%. Más al sur, entre Talca y Temuco, se prolonga esta situación pero sólo en el valle central, mientras que en la costa y precordillera se esperan aumentos en los rendimientos en hasta un 50%.

Desde la Región de la Araucanía al sur aumentan hasta llegar a incrementos entre un 150%, y hasta de un 200% en la Región de Los Lagos.

En el escenario A2 2070 las disminuciones se acentúan aun más hasta la Región del Maule y el valle central de la Región del Bío Bío. En la Región de la Araucanía los aumentos en los rendimientos son menores en relación a los del año 2040. Desde la Región de Los Lagos hacia el sur, los rendimientos continúan aumentando.

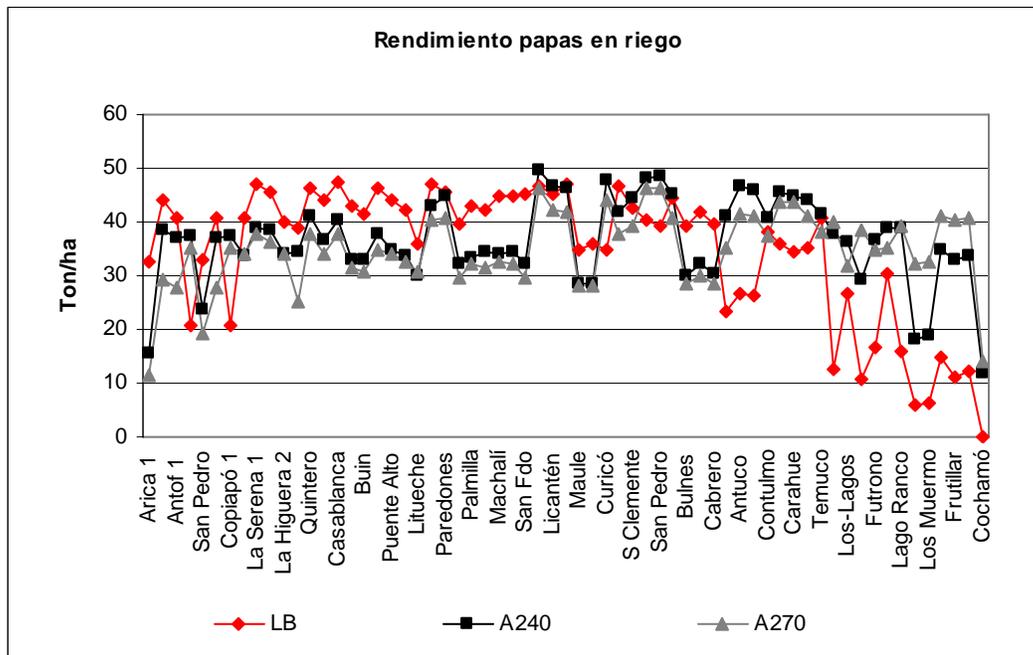


Figura 4.1.23 Rendimientos de papas en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

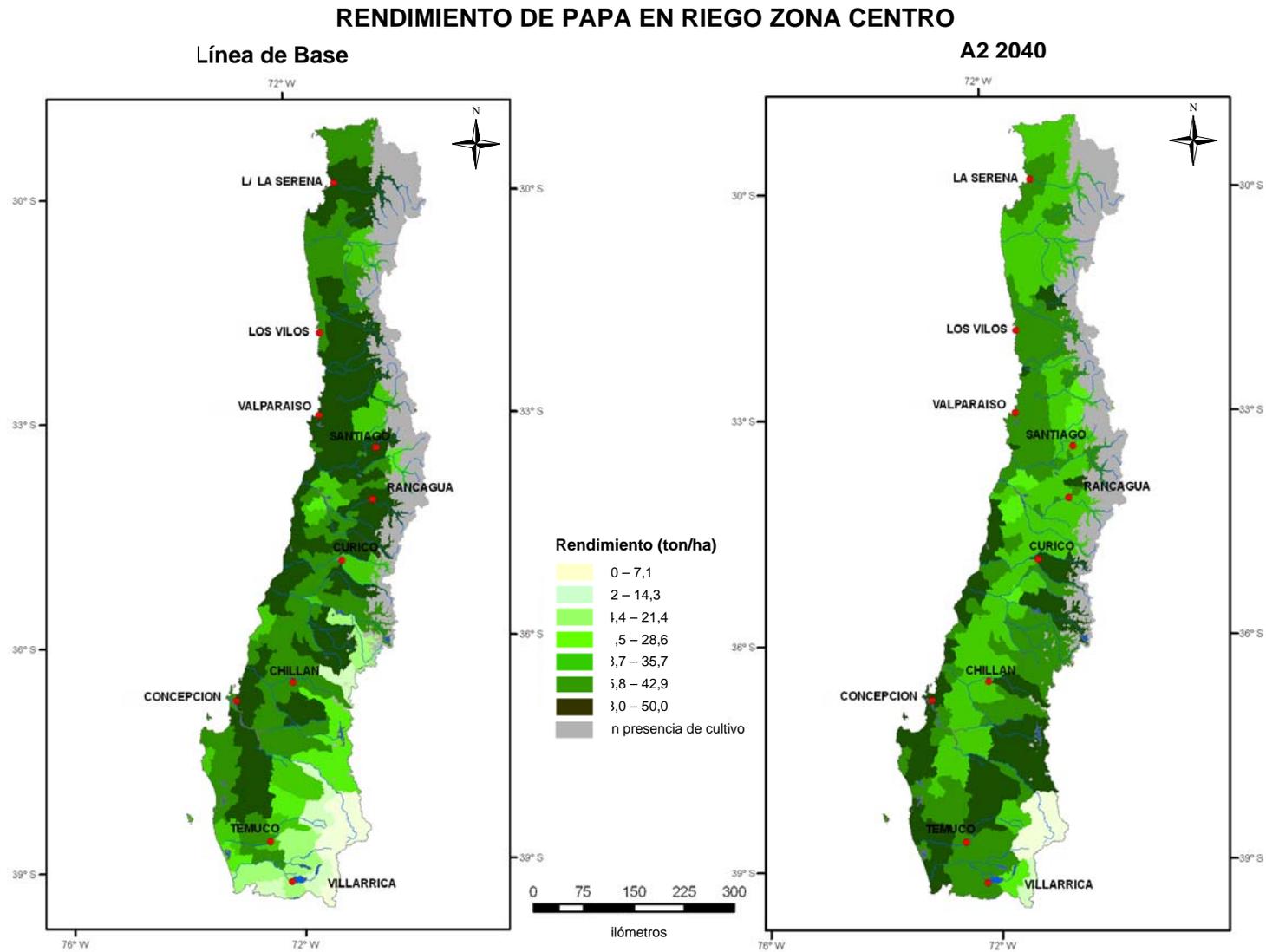


Figura 4.1.24 Rendimientos de papas en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

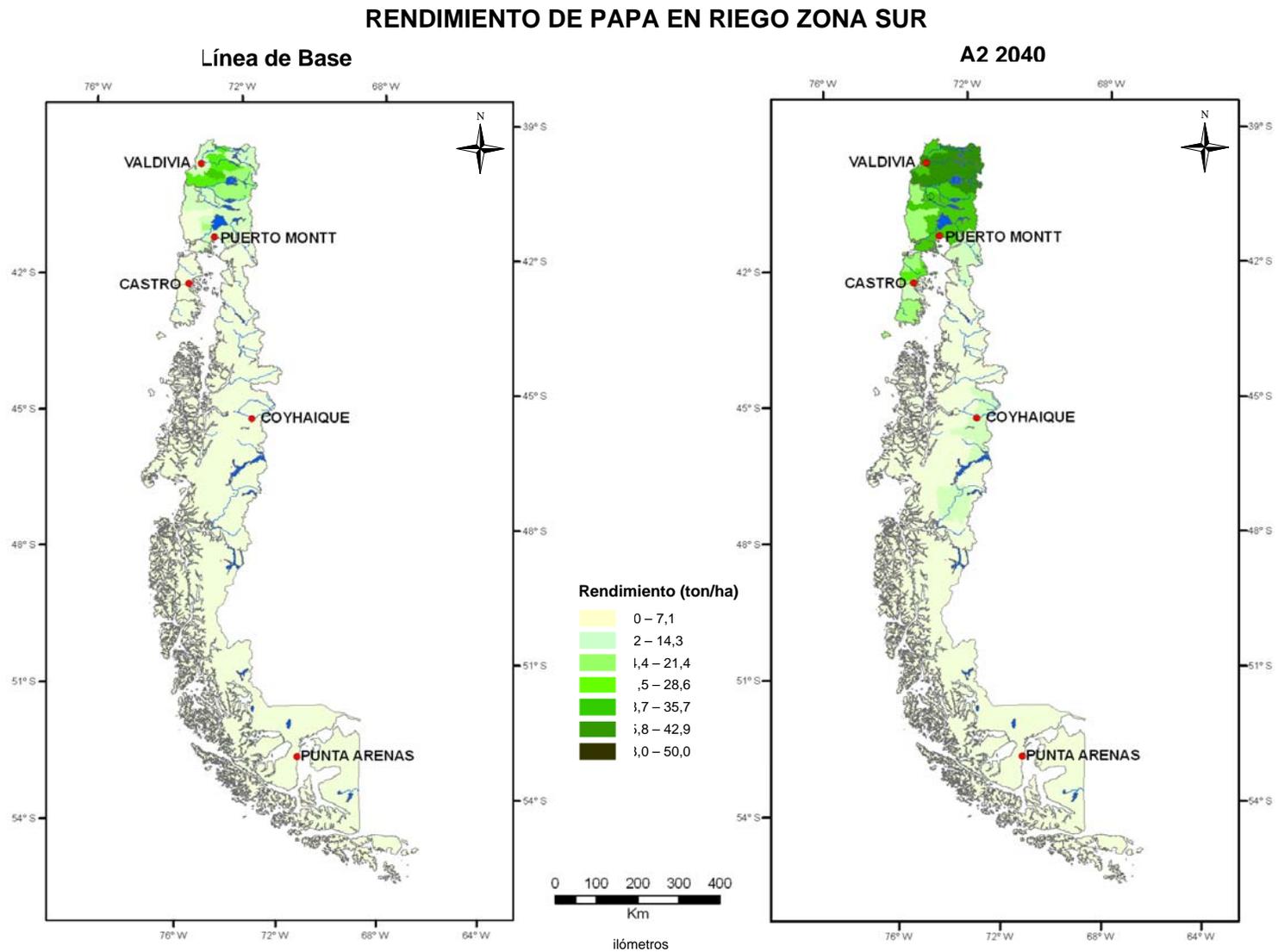


Figura 4.1.25 Rendimientos de papas en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

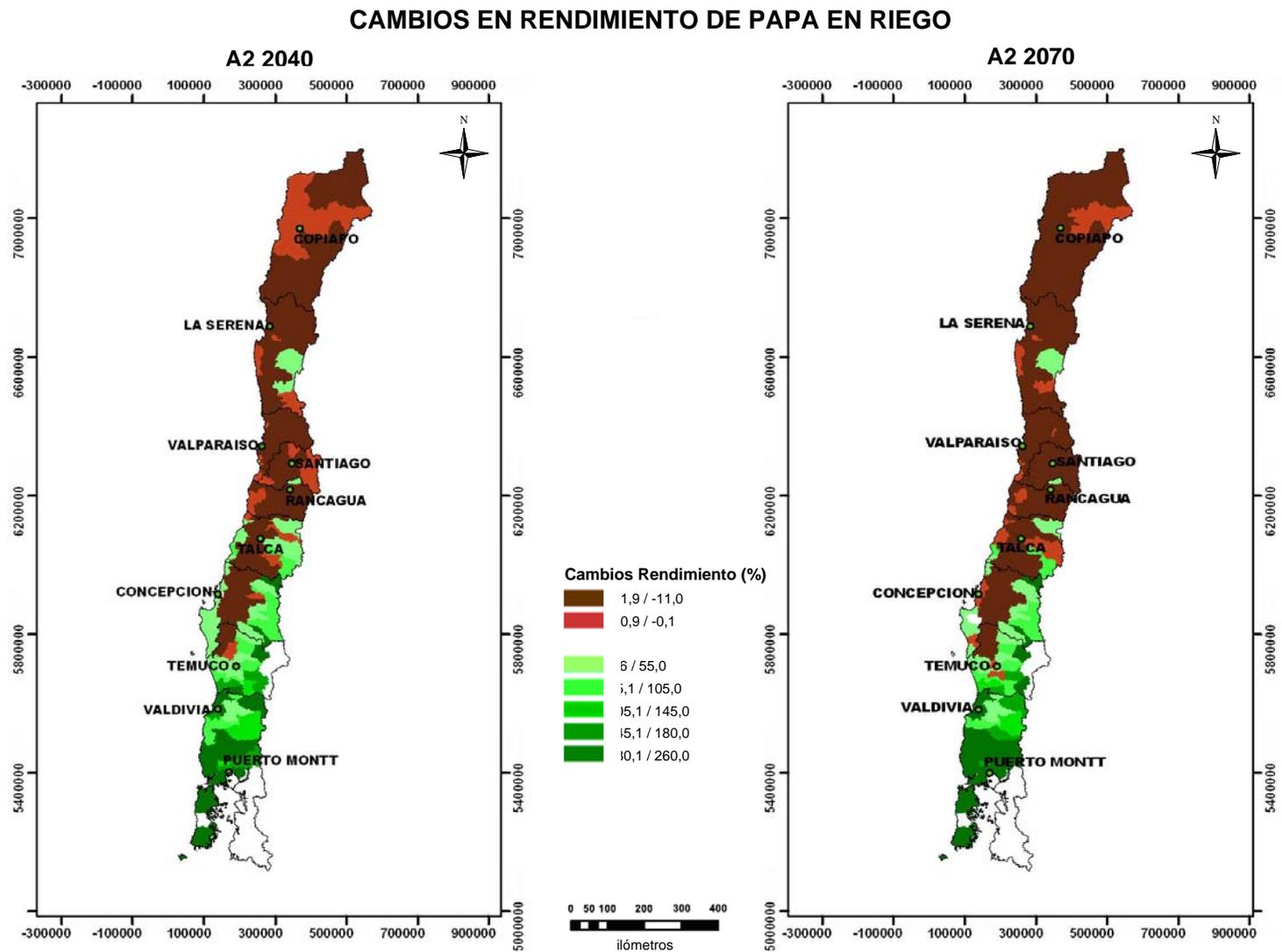


Figura 4.1.26 Cambios en los rendimientos de papas en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.5.2 Estacionalidad de la siembra

En las zonas central y sur las siembras óptimas tienden a adelantarse o a adelantarse a los meses de invierno.

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE PAPA EN RIEGO

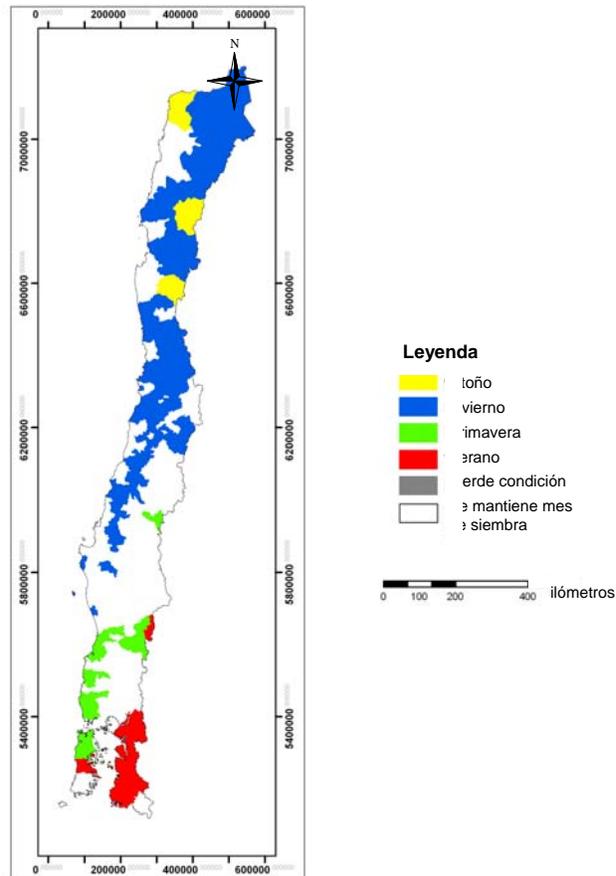


Figura 4.1.27 Cambios en las fechas de siembra para papa en riego, escenario A2 2040

4.1.5.3 Requerimientos de riego

En la zona central los requerimientos de riego disminuyen entre un 5% y un 10%. Más al sur, en las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, en las zonas donde aumentan los rendimientos, la necesidad de riego aumenta en promedio en 200%.

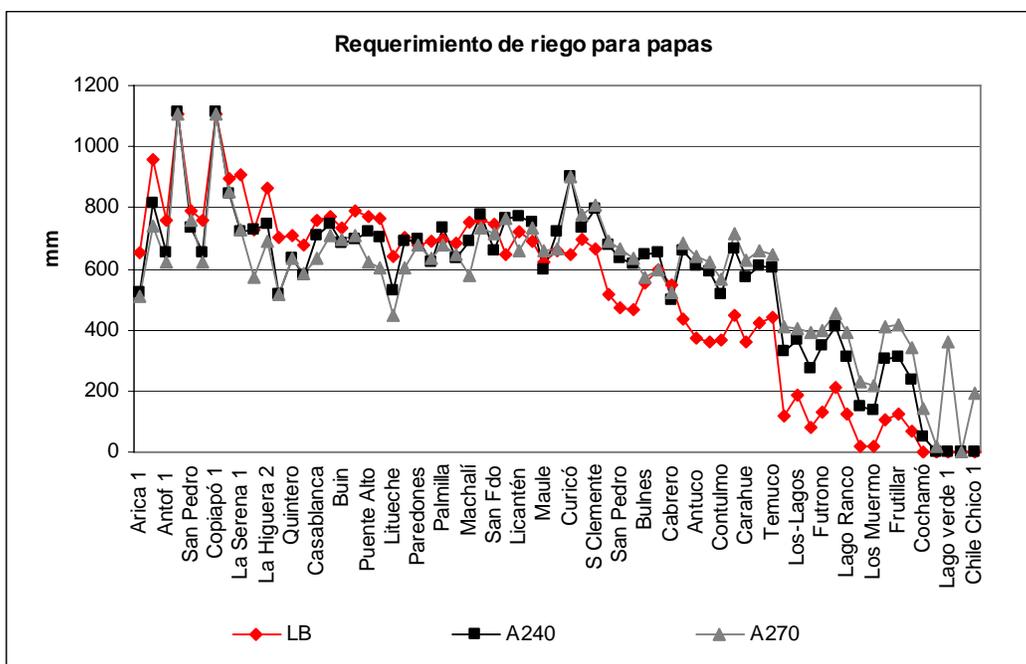


Figura 4.1.28 Requerimientos de riego para papas, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

4.1.6 Análisis del comportamiento productivo de papas en secano

4.1.6.1 Rendimiento

En secano las condiciones son bastante más restringidas, siendo la Región de Los Lagos aquella que exhibe las mejores condiciones actuales.

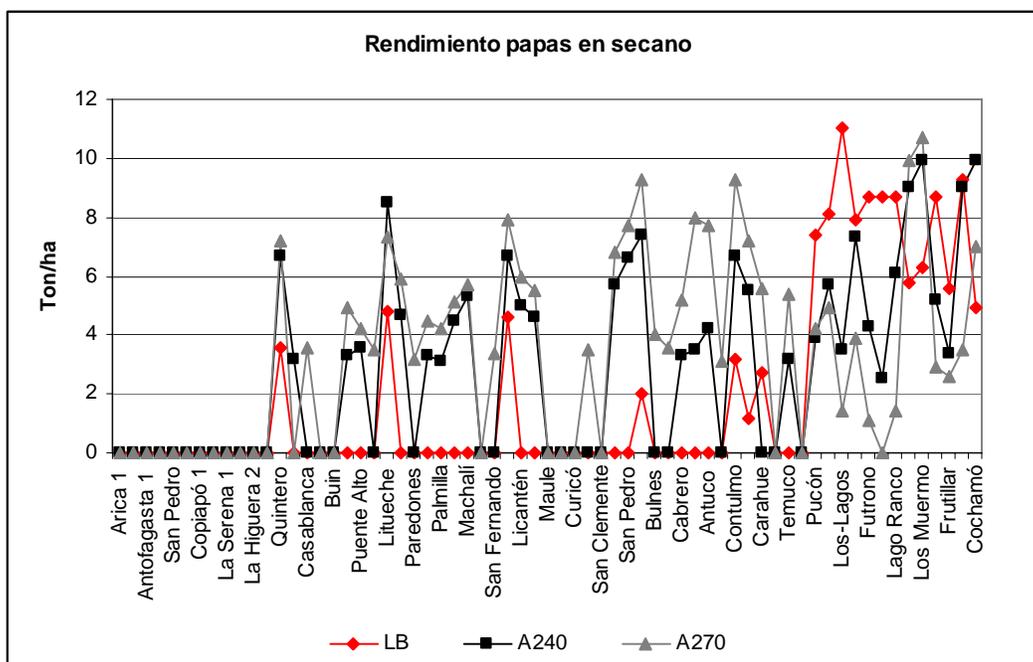


Figura 4.1.29 Rendimientos de papas en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

En general, y especialmente en la zona central, se mantienen las bajas productividades de la papa en seco. Los aumentos se producirían en la costa de la Región del Bío Bío y desde Valdivia hasta Coyhaique. Estos aumentos son en promedio de un 100%.

4.1.6.2 Estacionalidad de la siembra

En la zona central el período de siembra se mantiene. En algunas localidades de la costa y precordillera de la zona centro-sur, estos podrían cambiar de verano a primavera como consecuencia del alza de las temperaturas primaverales.

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE PAPA EN SECANO

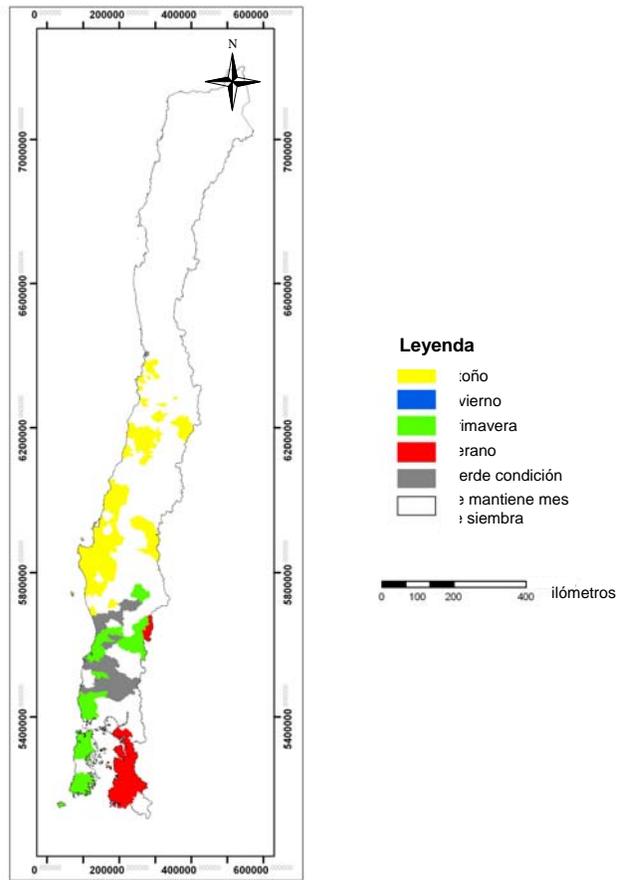


Figura 4.1.30 Cambios en las fechas de siembra para papa en secano, escenario A2 2040

RENDIMIENTO DE PAPA EN SECANO ZONA CENTRO

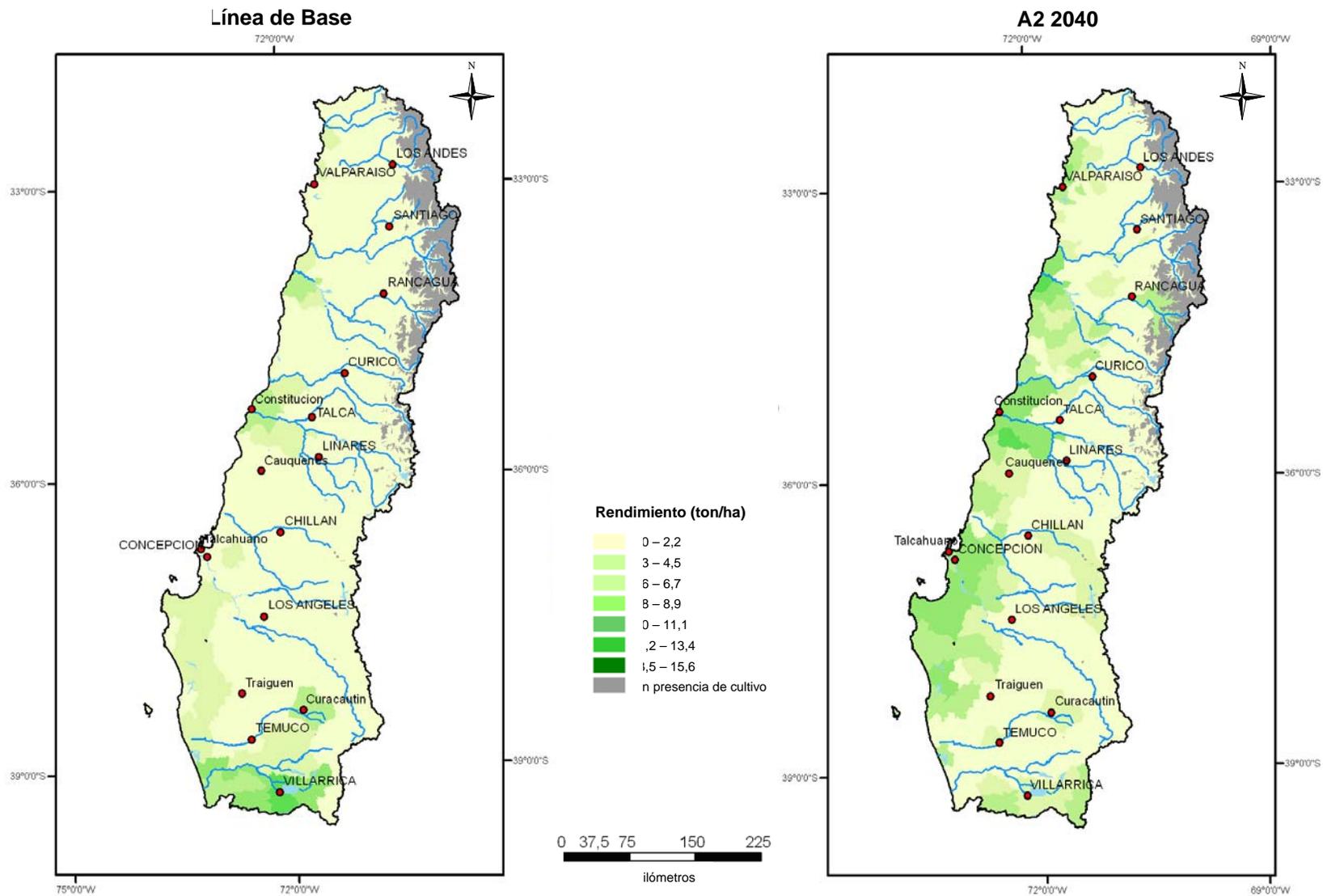


Figura 4.1.31 Rendimientos de papas en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

RENDIMIENTO DE PAPA EN SECANO ZONA SUR

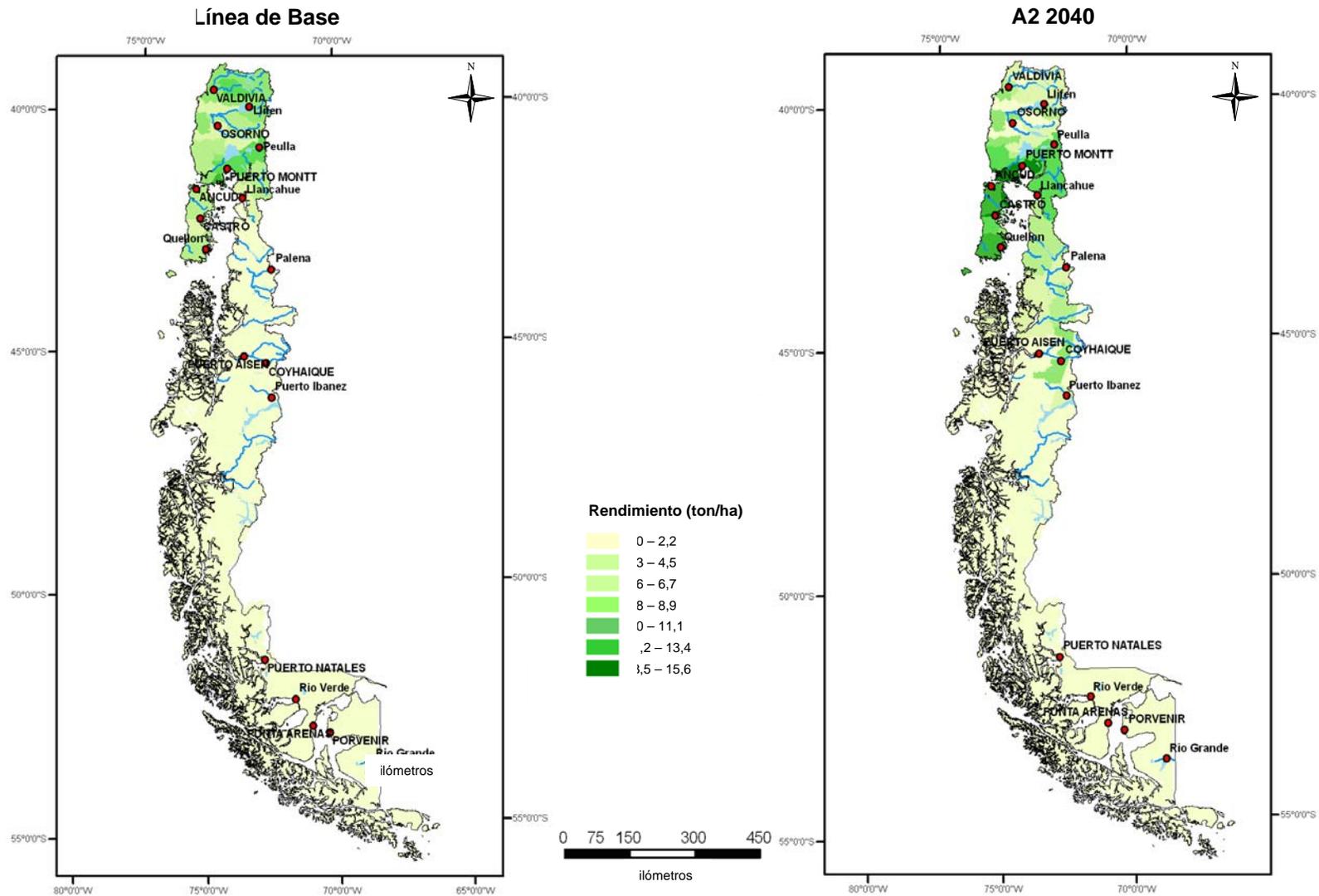


Figura 4.1.32 Rendimientos de papas en secano, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

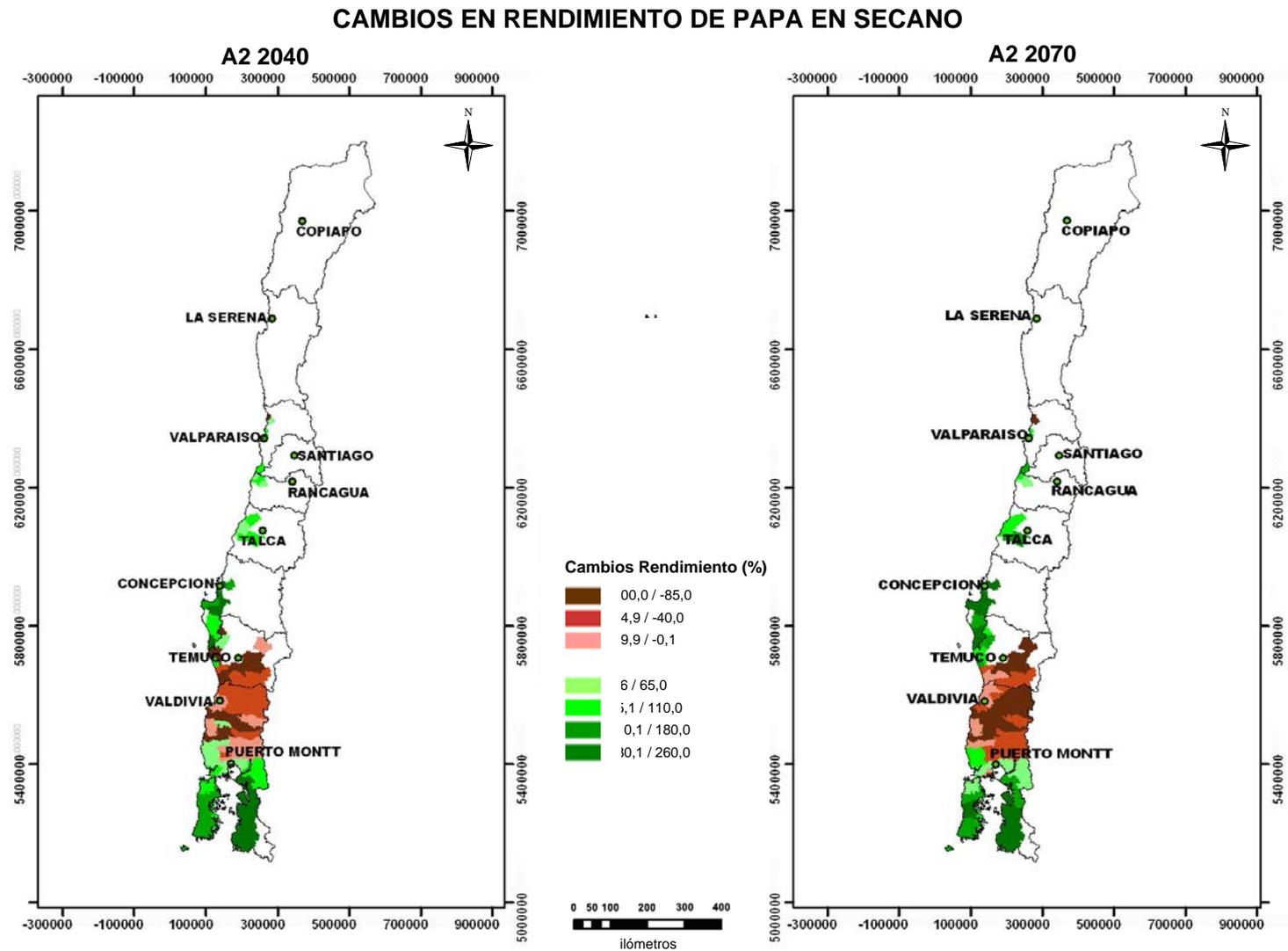


Figura 4.1.33 Cambios en los rendimientos de papas en secano, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.7 Análisis del comportamiento productivo de frejol en riego

4.1.7.1 Rendimientos

En los valles de la Región de Arica y Parinacota existen disminuciones de rendimiento de entre un 10% y un 30%. Se mantienen los rendimientos potenciales para toda la zona norte, centro y centro-sur del país. Esto se debe al corto ciclo del frejol (tres a cuatro meses). Desde la Región de la Araucanía hacia el sur aumenta la productividad entre un 10% y un 20% %, llegando hasta un 100% en la Región de Los Lagos. En general, los rendimientos a futuro tienen a mantenerse muy parejos en toda la zona central y sur del país, en torno a las 4,5 toneladas por hectáreas al año.

4.1.7.2 Estacionalidad de la siembra

En la mayoría de las comunas se mantienen las fechas de siembra, salvo entre las regiones de Coquimbo y Metropolitana, donde hay cambios hacia los meses de invierno.

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE FREJOL EN RIEGO

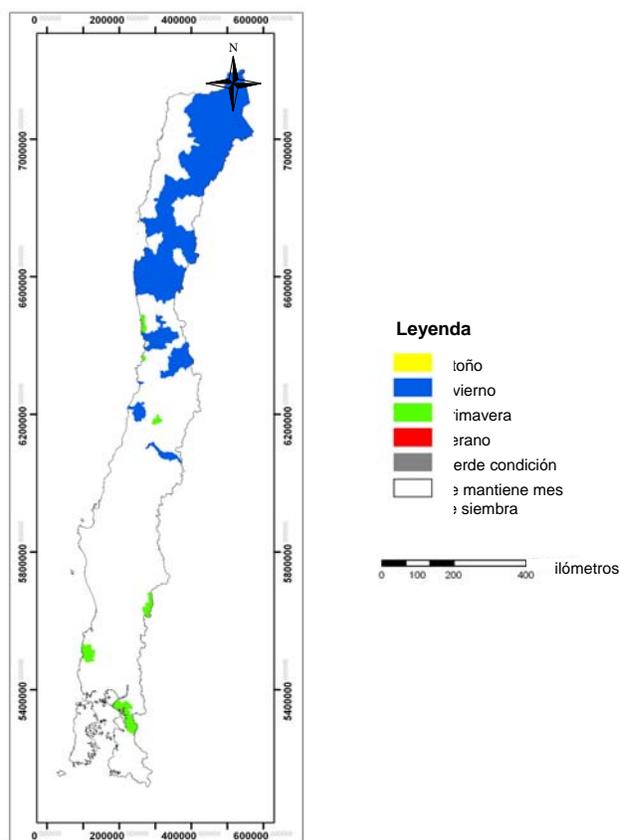


Figura 4.1.34 Cambios en las fechas de siembra para frejol en riego, escenario A2 2040

RENDIMIENTO DE FREJOL EN RIEGO ZONA CENTRO

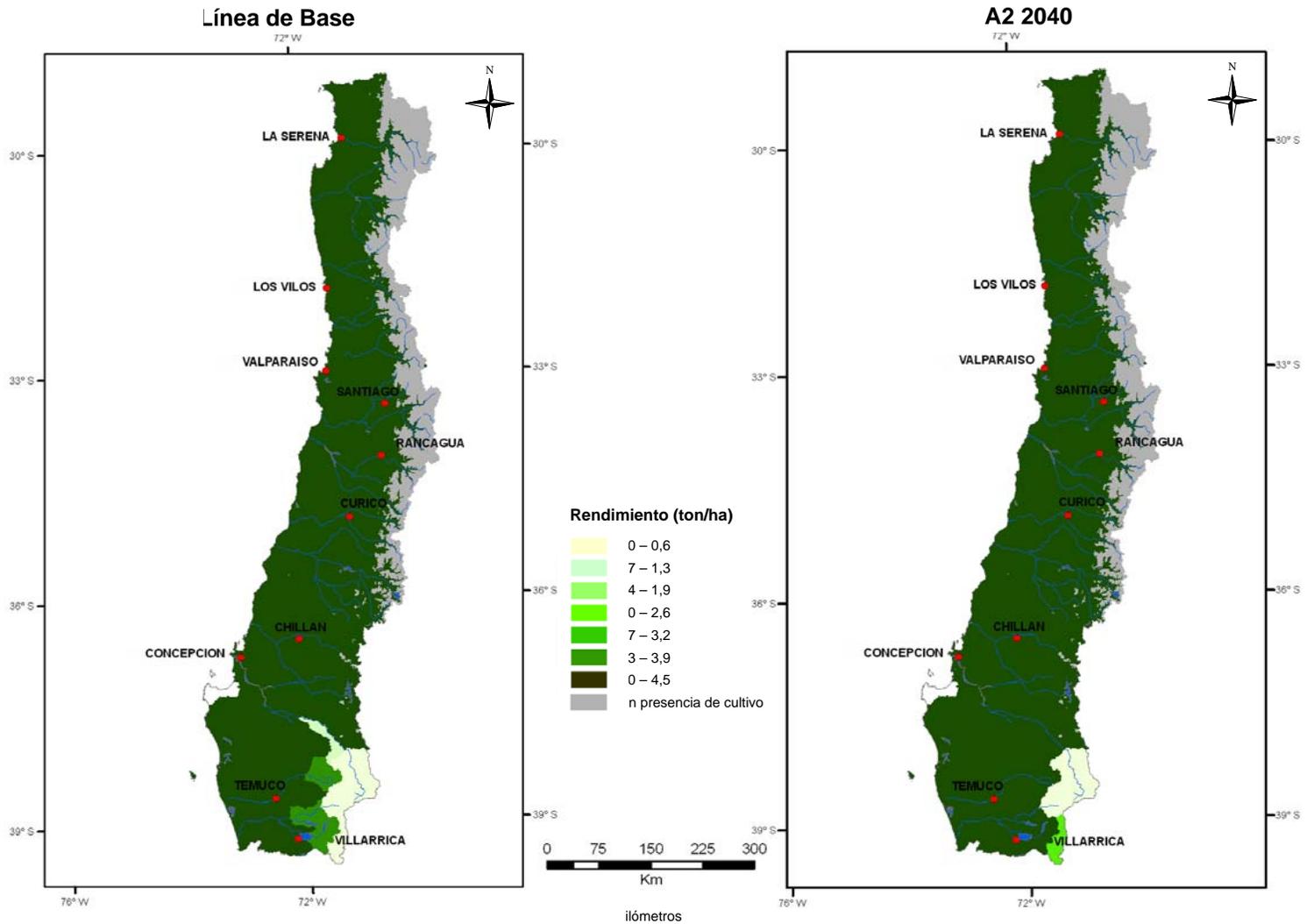


Figura 4.1.35 Rendimientos de frejol en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

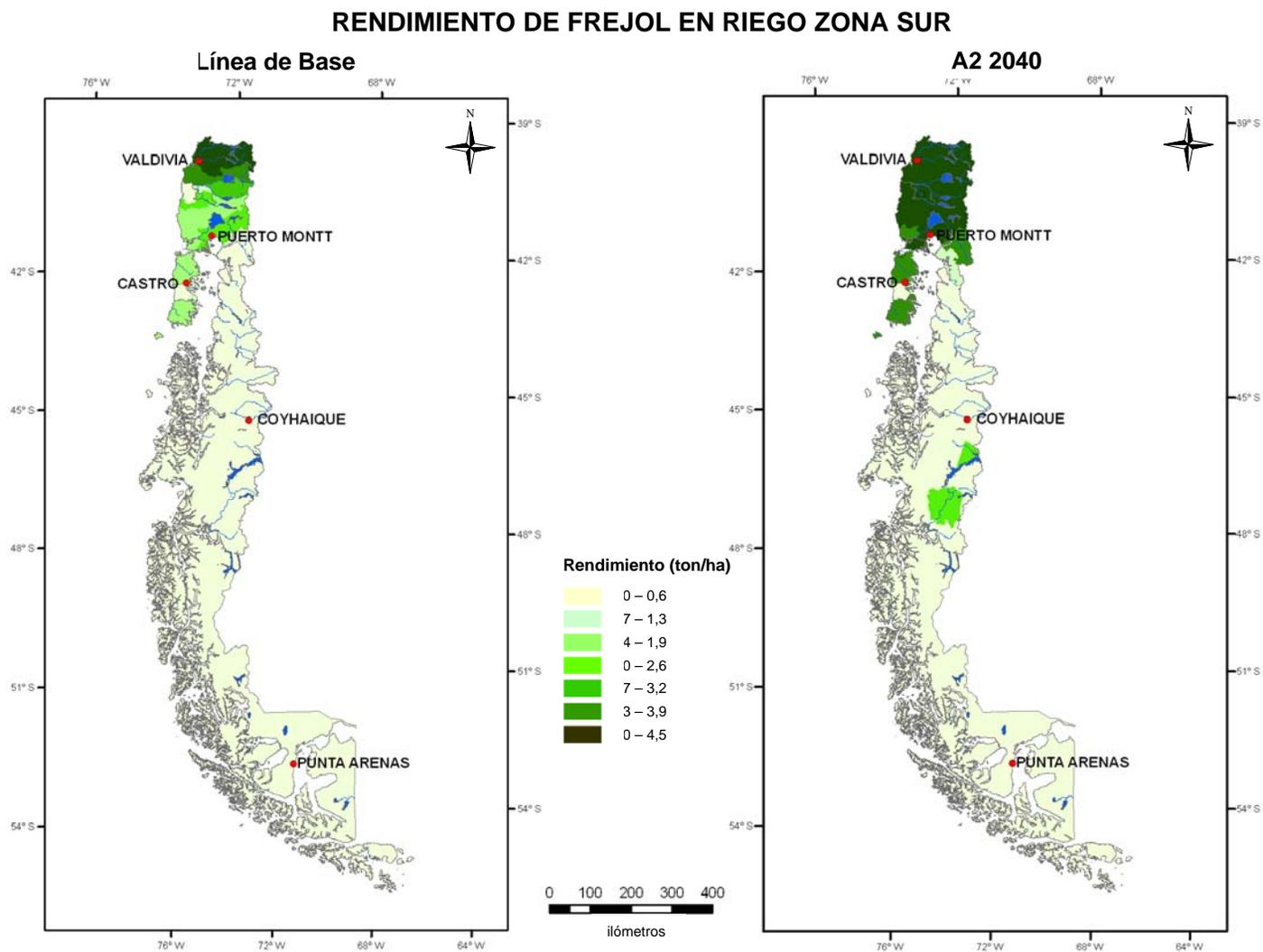


Figura 4.1.36 Rendimientos de frejol en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

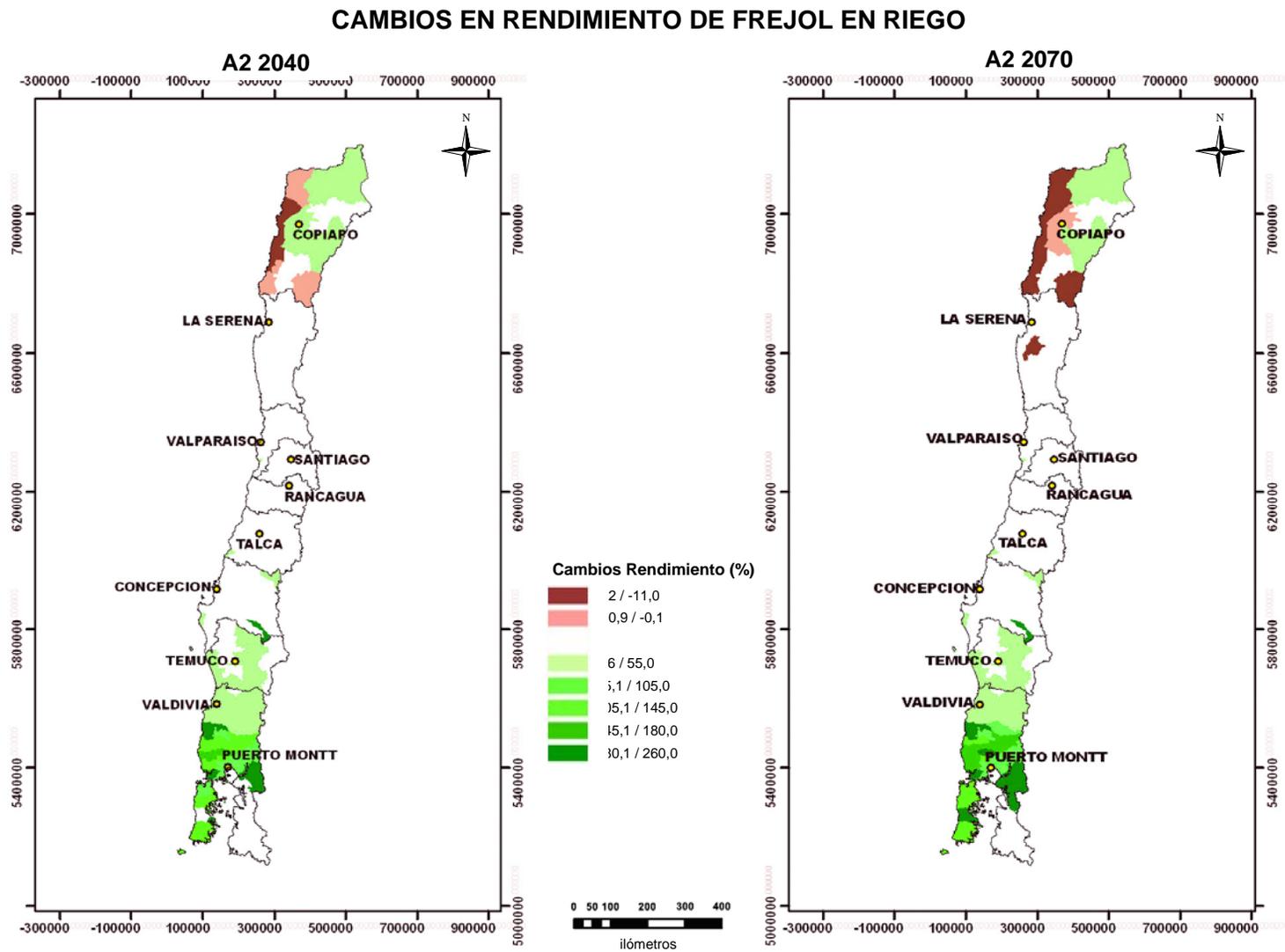


Figura 4.1.37 Cambios en los rendimientos de frejol en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.7.3 Requerimientos de riego

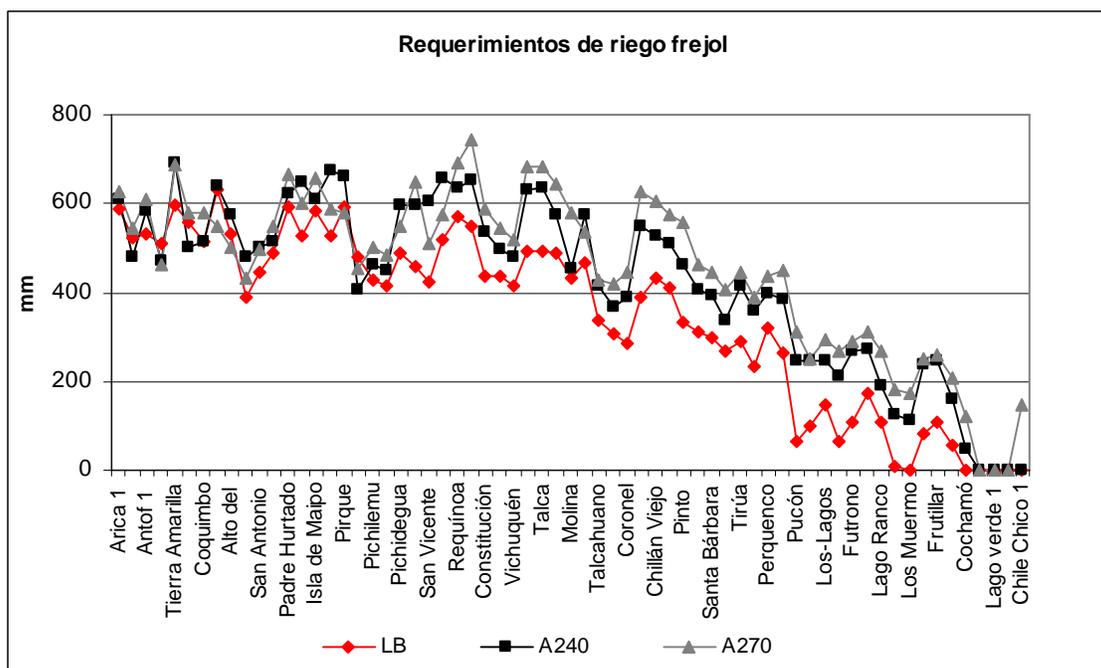


Figura 4.1.37 Requerimientos de riego en frejol, escenarios: línea base y A2 2040

Los requerimientos de riego en esta especie tienden a aumentar en más de un 20% desde la Región del Bío Bío al sur. En la zona central estos aumentos son menores.

4.1.8 Análisis del comportamiento productivo de frejol en seco

4.1.8.1 Productividad

En general se mantienen los bajos rendimientos del frejol en seco. Los aumentos se producirían en la costa de la zona centro-sur, y desde Valdivia hasta Coyhaique. Estos aumentos en los rendimientos son, en promedio, de un 100%.

4.1.8.2 Estacionalidad de la siembra

En la zona central se mantienen las fechas de siembra. En algunas localidades de la costa y precordillera del la zona sur cambian de octubre a septiembre.

RENDIMIENTO DE FREJOL EN SECANO ZONA CENTRO

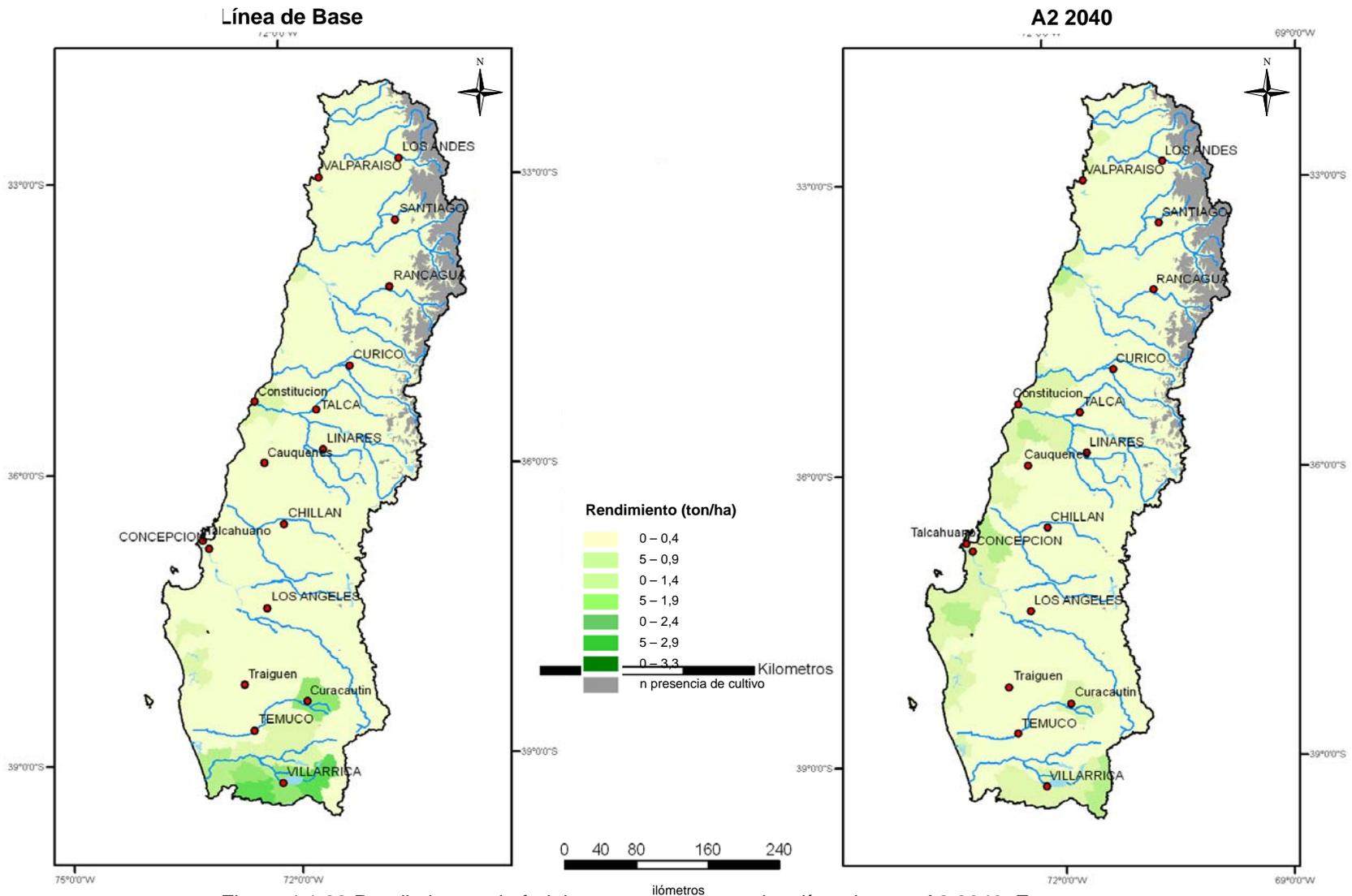


Figura 4.1.38 Rendimientos de frejol en secano, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

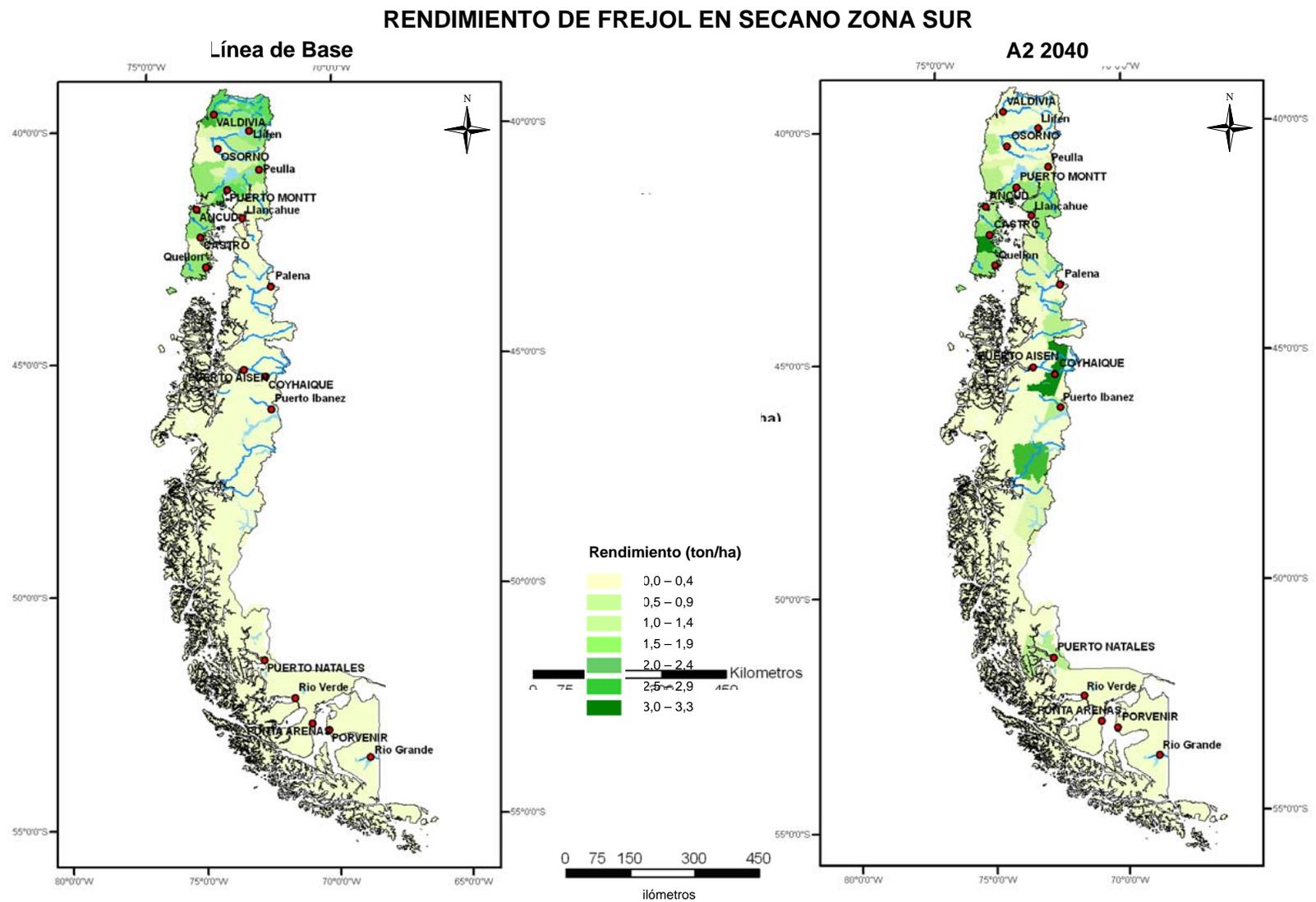


Figura 4.1.39 Rendimientos de frejol en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

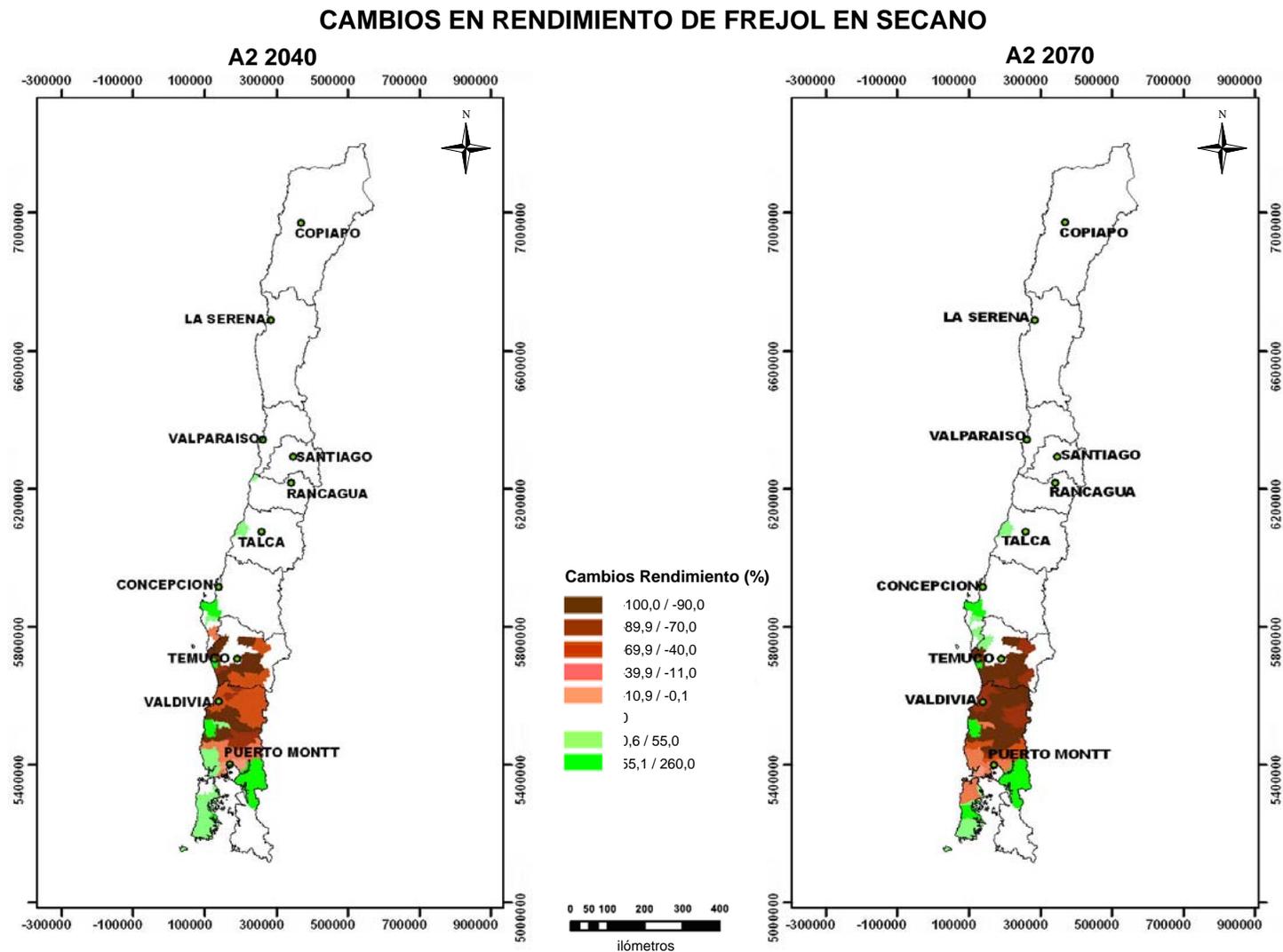


Figura 4.1.40 Cambios en los rendimientos de frejol en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.9 Análisis del comportamiento productivo de remolacha en riego

4.1.9.1 Rendimientos

En toda la costa, desde la zona norte hasta la Región del Maule, se esperan disminuciones de entre un 5% y un 10%. En la Región de Los Ríos, por la costa, aumenta en un 50%, llegando a un 100% de incremento en la Región de Los Lagos.

En el valle central, entre la Región de Valparaíso y la ciudad de Talca, se producirán aumentos en los rendimientos en hasta un 50% en algunas comunas. Por el contrario, en la costa y precordillera, el aumento de las temperaturas asociado a los escenarios A2 2040 y 2070 provocará una aceleración del ciclo de vida, reduciendo los rendimientos de esta especie, es decir, se producirá una homogenización con la situación del valle central (Figura 4.1.42). Desde la Región de la Araucanía al sur el aumento de las temperaturas invernales incrementa el potencial productivo, factor que domina sobre cualquier efecto negativo que pudiere provenir de los cambios en el régimen pluviométrico.

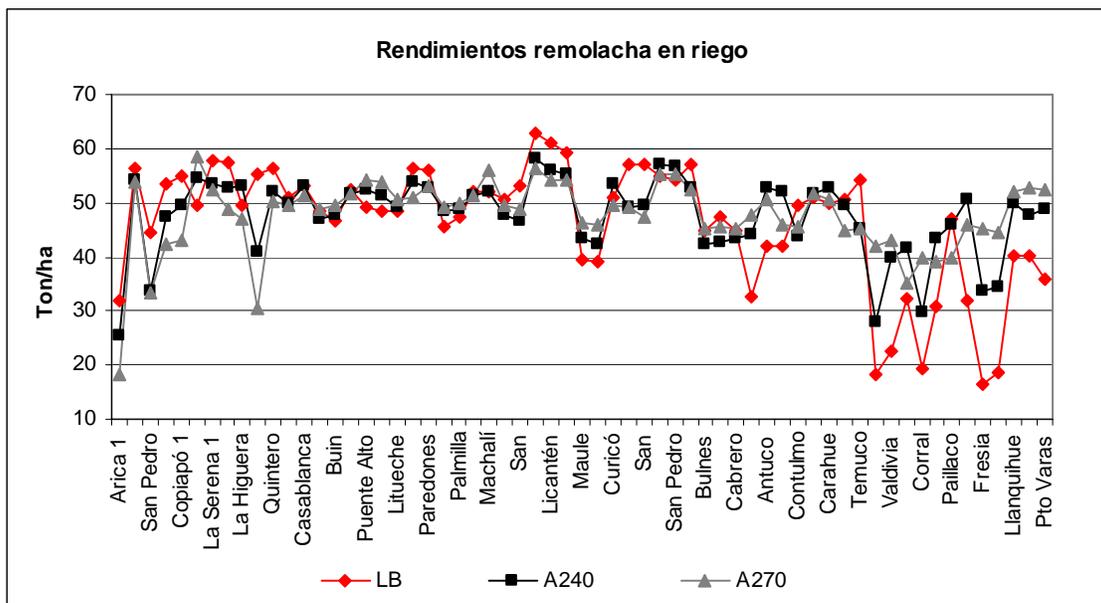


Figura 4.1.41 Rendimientos de remolacha en riego, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

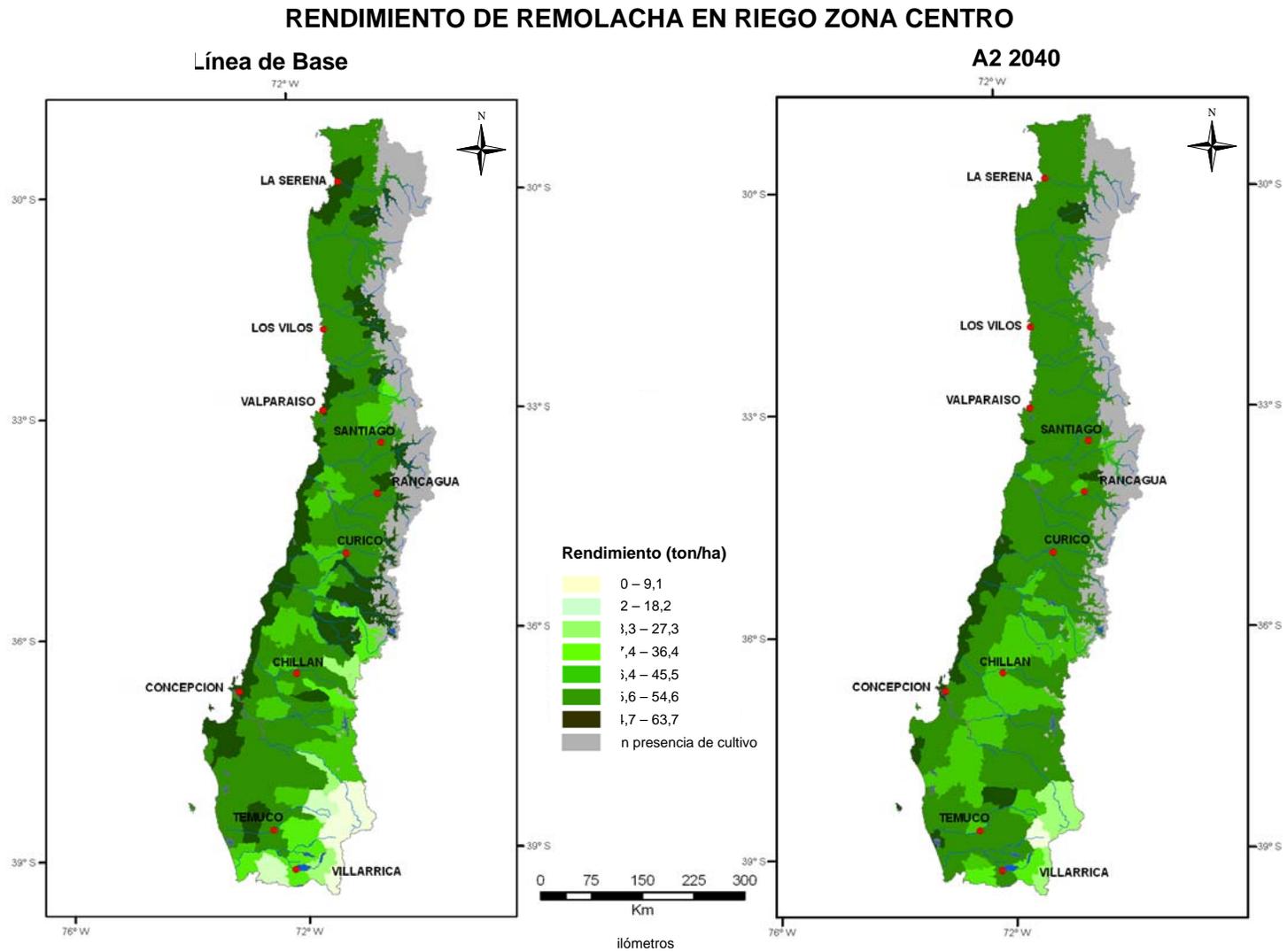


Figura 4.1.42 Rendimientos de remolacha en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

RENDIMIENTO DE REMOLACHA EN RIEGO ZONA SUR

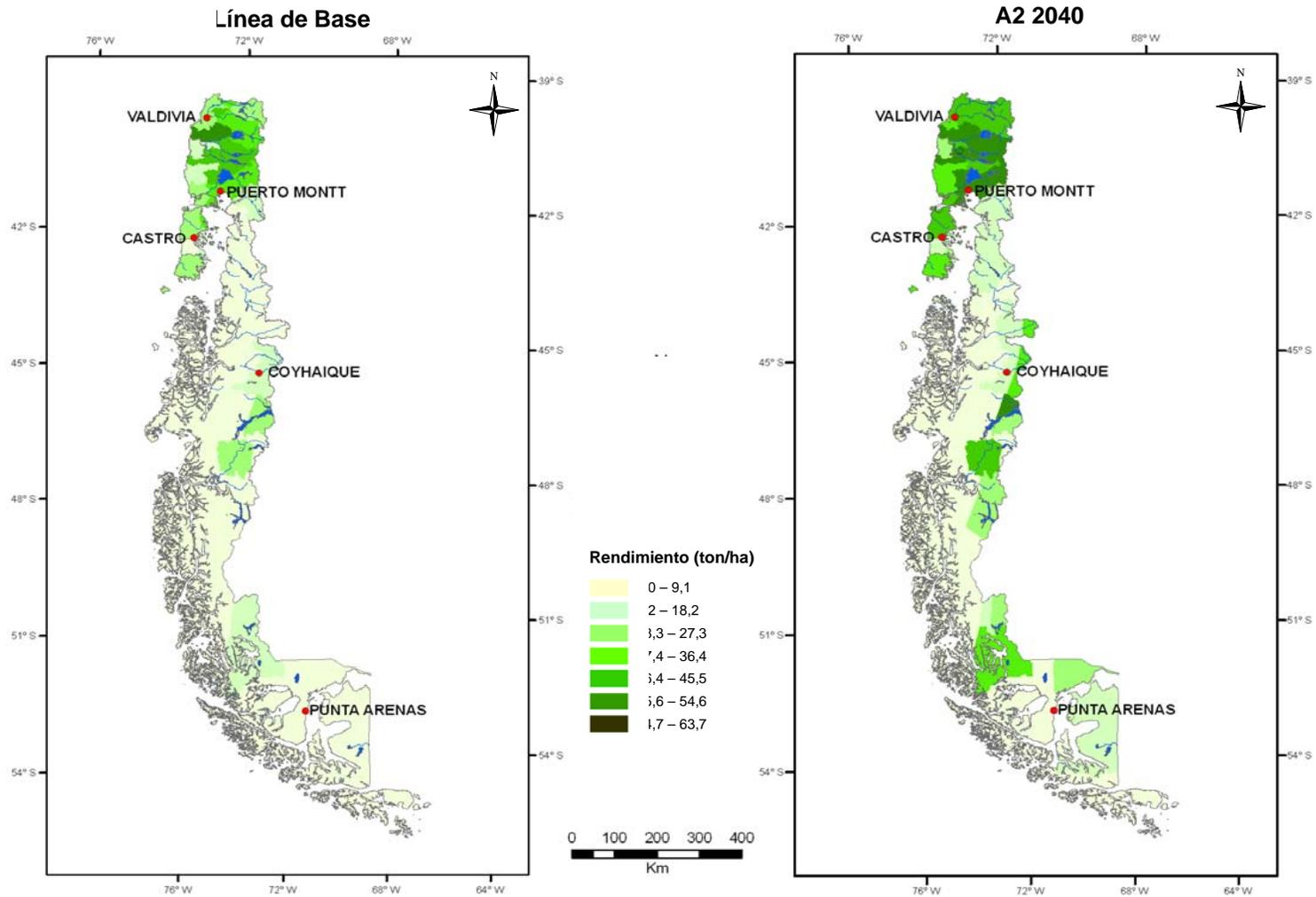


Figura 4.1.43 Rendimientos de remolacha en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

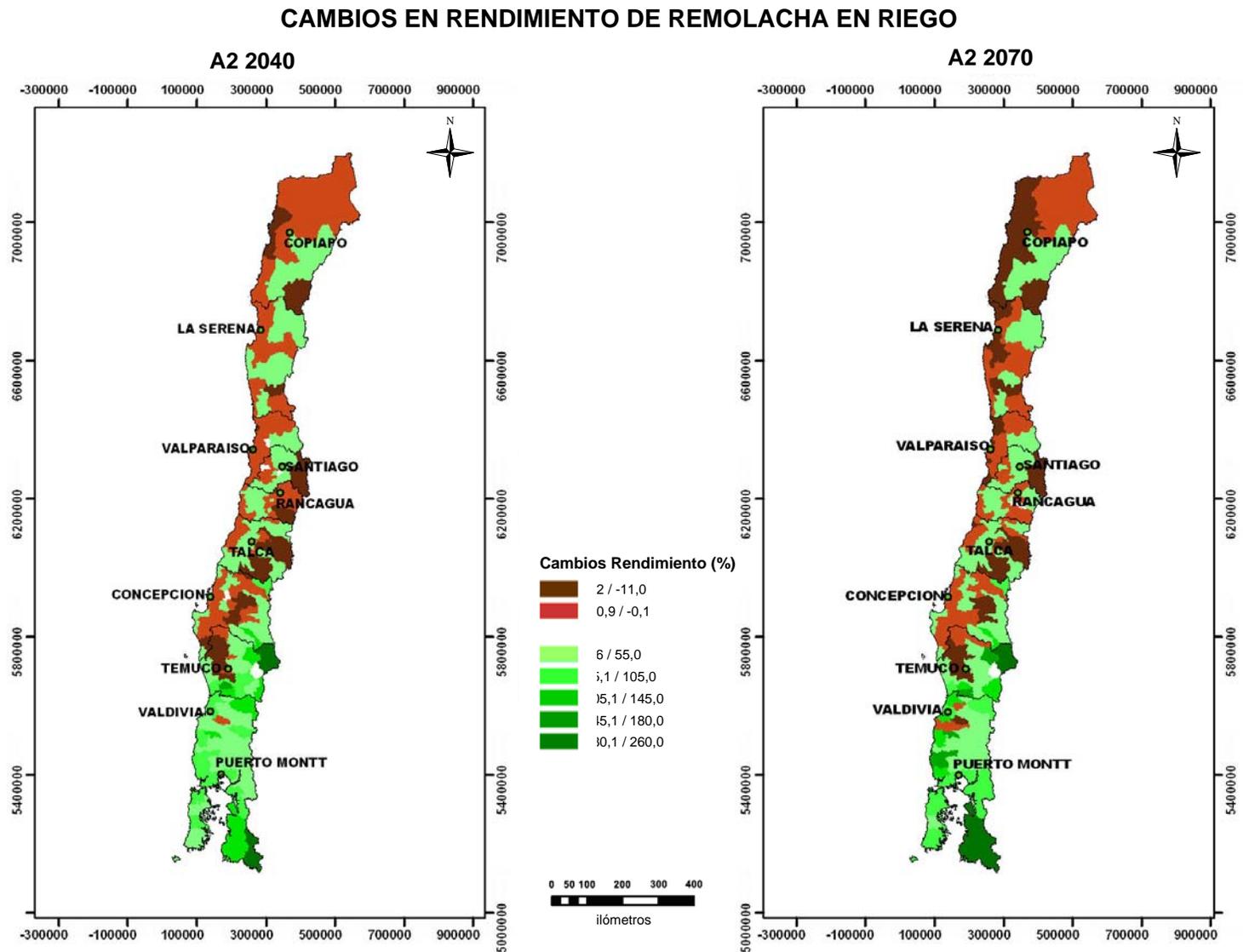


Figura 4.1.44 Cambios en los rendimientos de remolacha en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.1.9.2 Estacionalidad de la siembra

En la región norte no hay cambios notables en las fechas de siembra. En las regiones de Valparaíso y del Bío Bío, las mejores condiciones térmicas invernales harán de las siembras de otoño una opción más productiva que las de primavera. En las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, las siembras de primavera presentarán ventajas sobre las de otoño.

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE REMOLACHA EN RIEGO

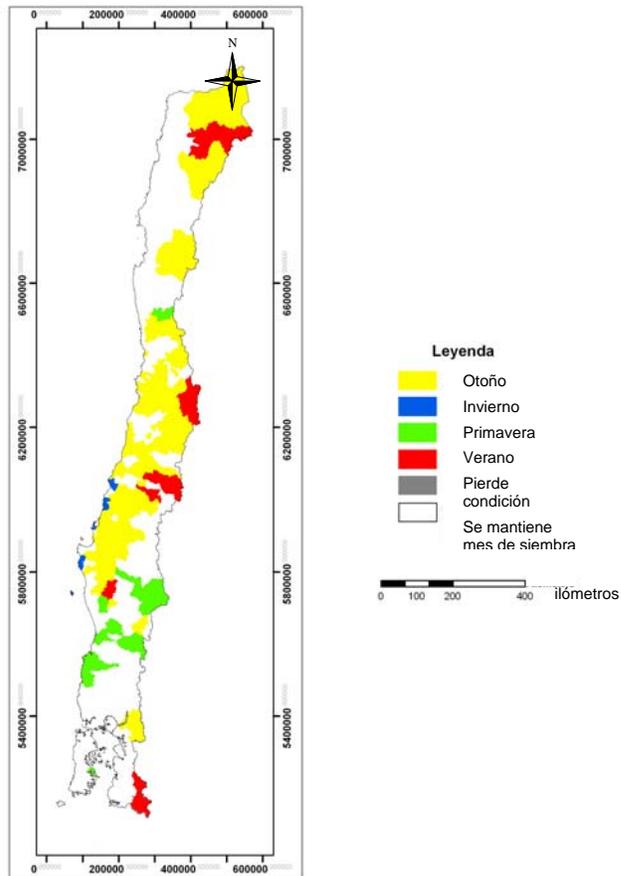


Figura 4.1.45 Cambios en las fechas de siembra para remolacha en riego, escenario A2 2040

4.1.9.3 Requerimientos de riego

Los requerimientos de riego tienden a mantenerse a pesar de la disminución de las precipitaciones, como consecuencia del acortamiento en el ciclo de vida. En los casos en que las siembras de otoño reemplazan a las de primavera, los requerimientos de riego disminuyen (entre las regiones de Valparaíso y del Bío Bío). Desde Temuco al sur hay un aumento claro en las necesidades de riego.

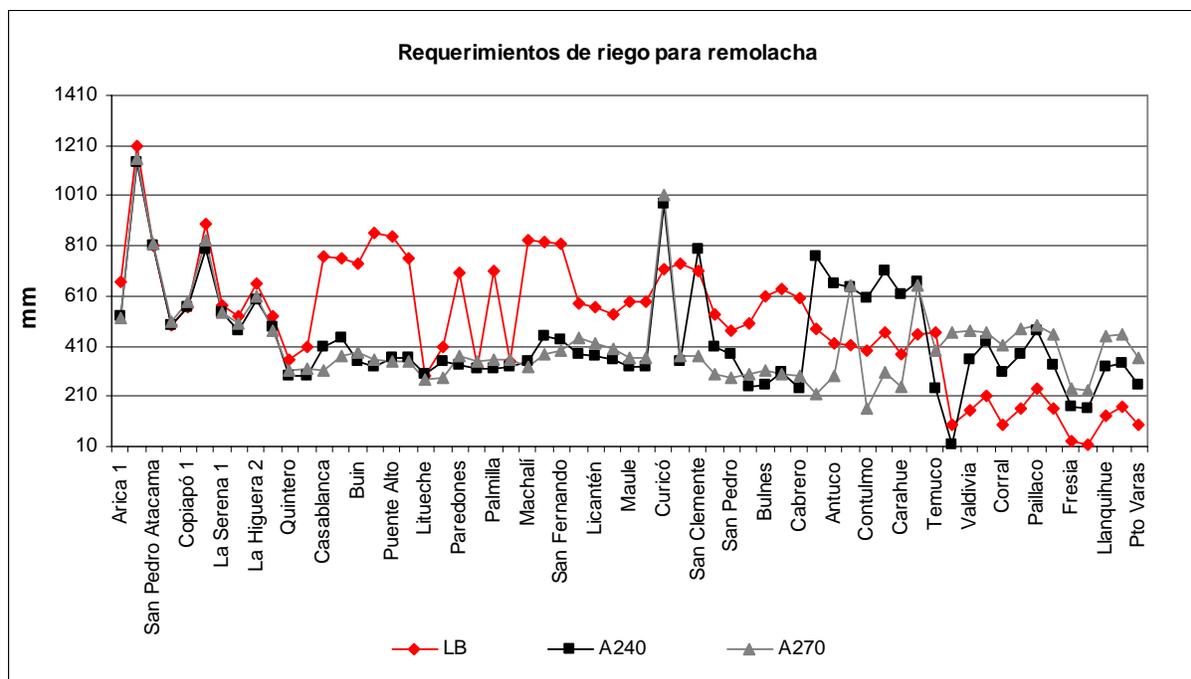


Figura 4.1.46 Requerimientos de riego para remolacha, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

4.1.10 Análisis del comportamiento productivo de remolacha en seco

En el escenario climático actual, la remolacha encuentra mejores condiciones de producción en las zonas costeras, alcanzando rendimientos de hasta 40 toneladas por hectárea, en la costa entre la Región del Maule y la Región de la Araucanía. En los escenarios futuros se esperan disminuciones en los rendimientos en hasta un 50% en esta zona costera, como se puede ver en la Figura 4.1.51. En el valle central y precordillera, se producirán aumentos en casi todas las comunas desde la Región de Valparaíso hacia el sur.

En las regiones de la Araucanía y de Los Ríos se producirán cambios en las fechas de siembra a los meses de otoño, lo que permitirá aumentar los rendimientos en la mayor parte de las comunas.

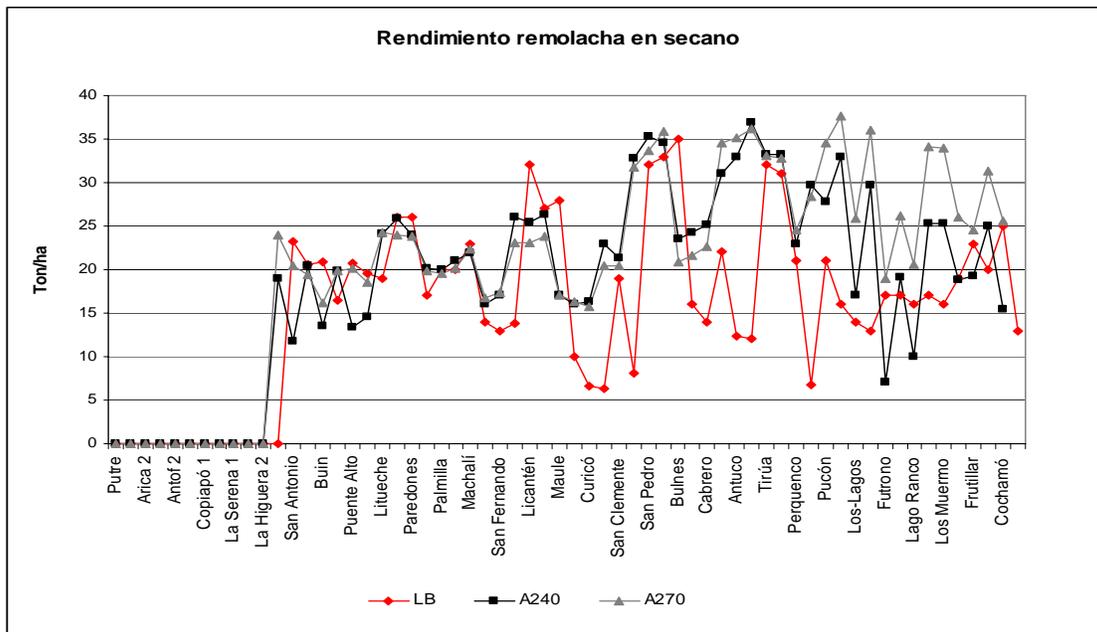


Figura 4.1.47 Rendimientos de remolacha en seco, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

CAMBIO EN EL MES DE SIEMBRA DE REMOLACHA EN SECAÑO

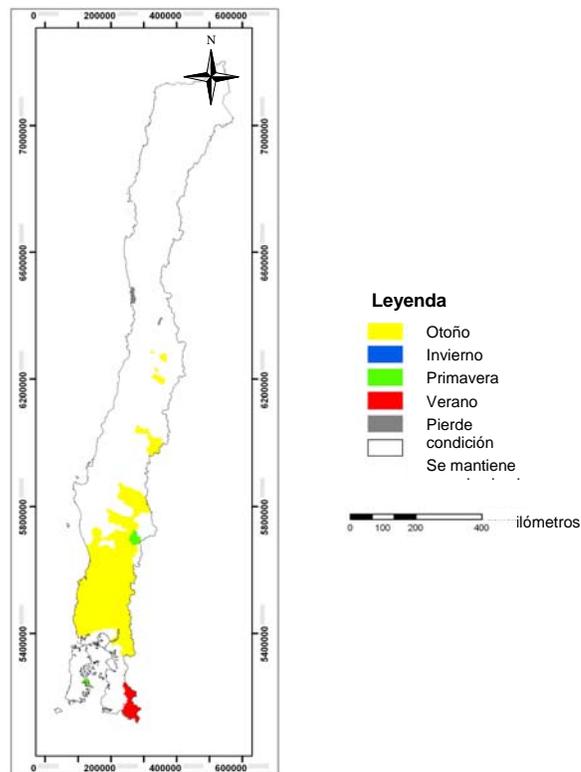


Figura 4.1.48 Cambios en las fechas de siembra para remolacha en seco, escenario A2 2040

RENDIMIENTO DE REMOLACHA EN SECANO ZONA CENTRO

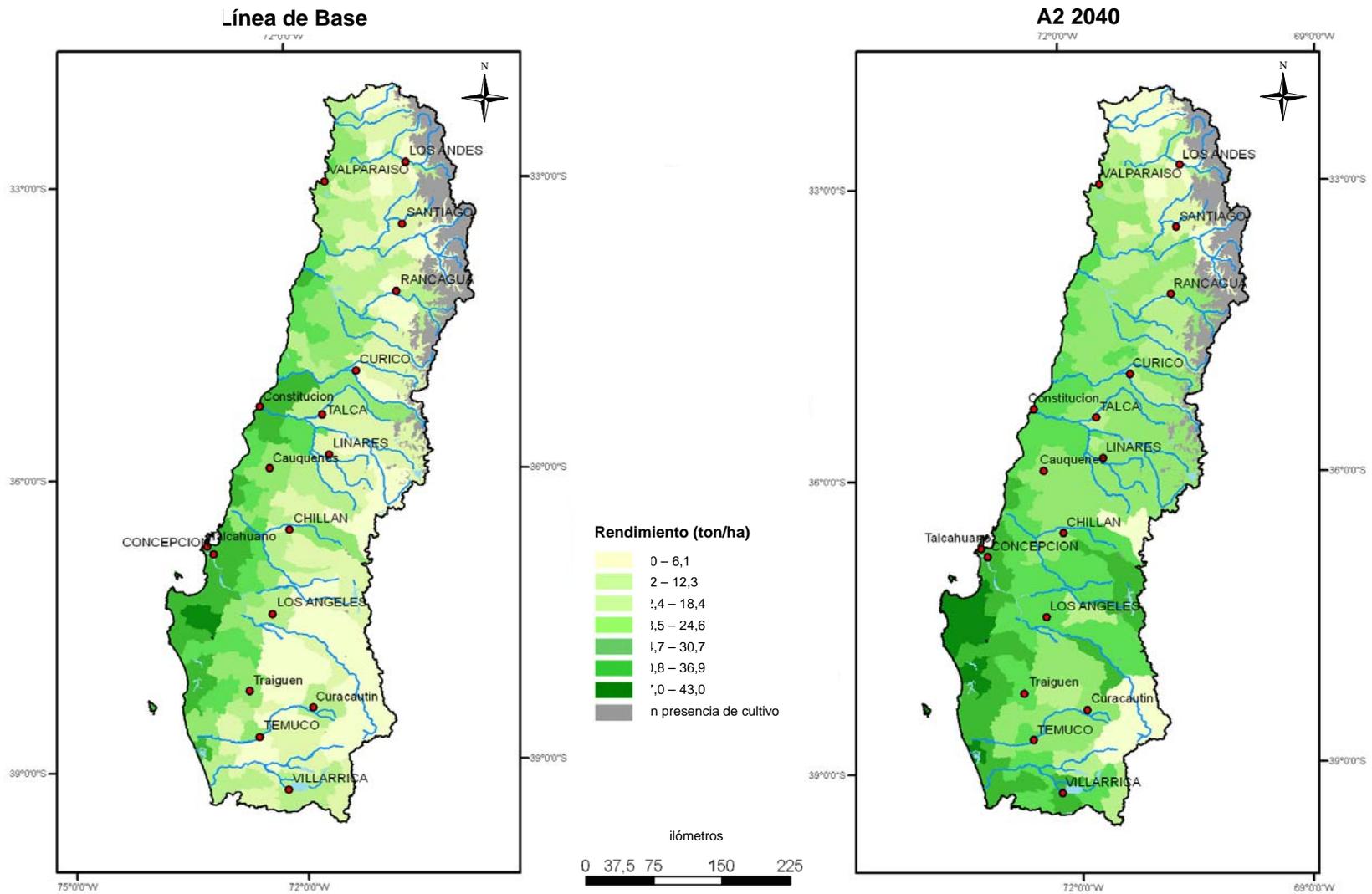


Figura 4.1.49 Rendimientos de remolacha en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona central

RENDIMIENTO DE REMOLACHA EN SECANO ZONA SUR

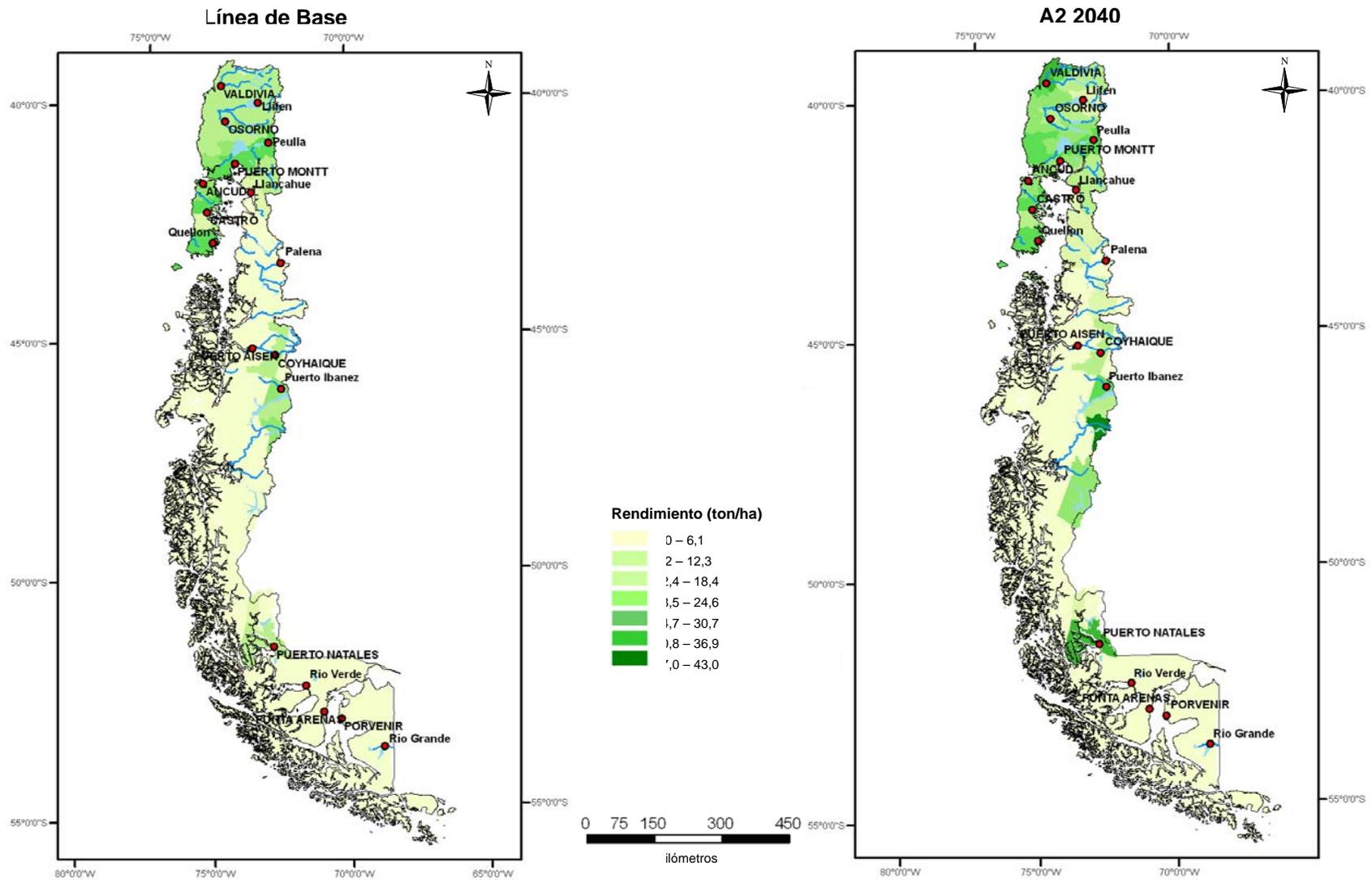


Figura 4.1.50 Rendimientos de remolacha en seco, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN RENDIMIENTO DE REMOLACHA EN SECAO

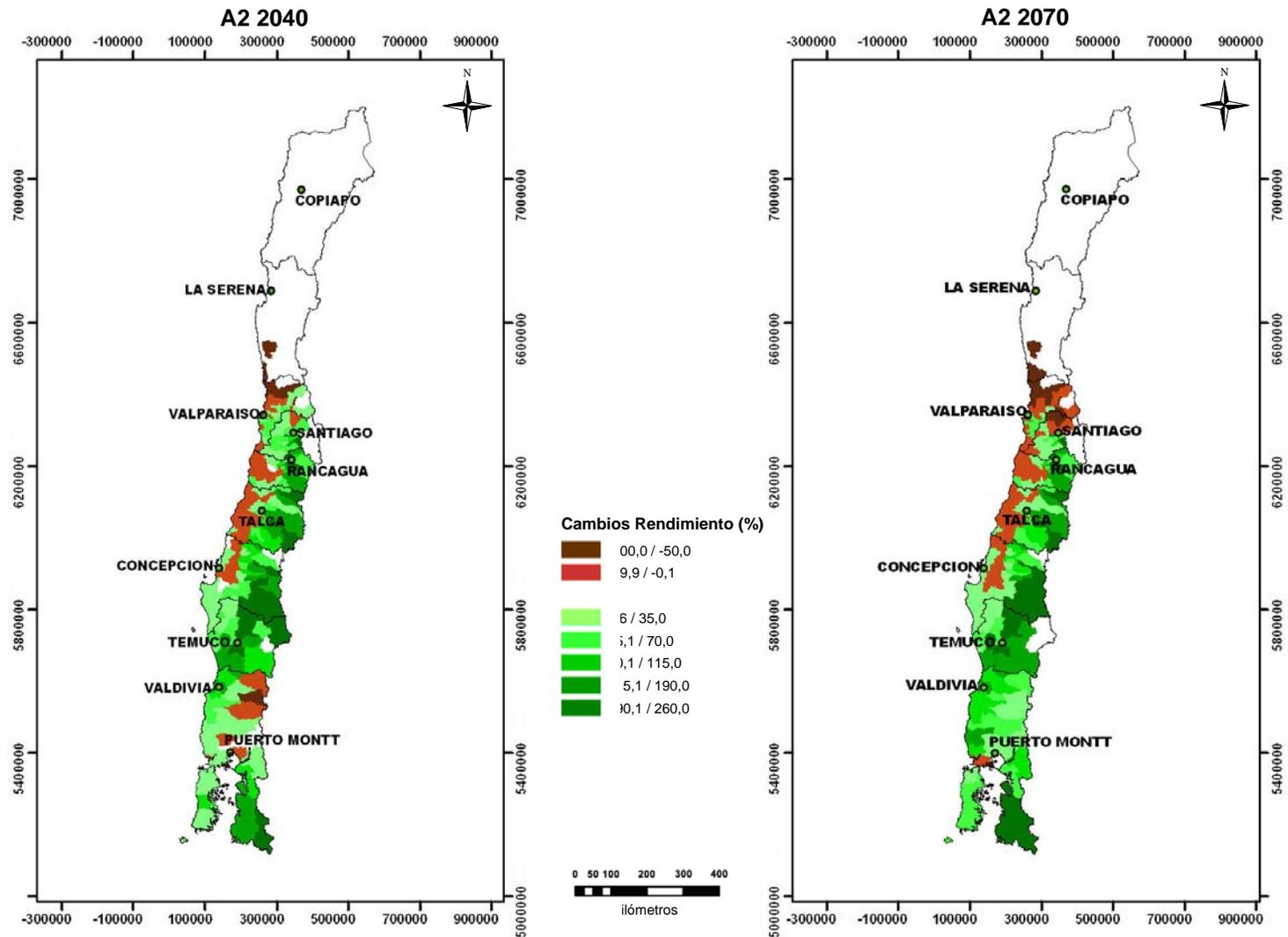


Figura 4.1.51 Cambios en los rendimientos de remolacha en seco, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.2 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de praderas naturales

En Chile las praderas naturales tienen una alta dependencia de las precipitaciones de invierno-primavera y de la humedad almacenada en el suelo que permita sostener el crecimiento durante el período estival. En el escenario actual, la producción de biomasa de las praderas anuales comienza a ser significativa desde la Región de Coquimbo al sur. En el límite norte de la IV Región se observan productividades medias tan bajas como 100 o 200 kilogramos de materia seca por hectárea al año. La productividad crece gradualmente hacia el sur en la medida que las precipitaciones aumentan, llegando a su máximo en la Región de Aysén, donde se optimiza la combinación entre la disponibilidad de agua y de temperatura. En buenas condiciones de crecimiento, las productividades herbáceas pueden superar los 7000 kilogramos por hectárea al año.

Los nuevos escenarios climáticos muestran la gran sensibilidad de la productividad de las praderas naturales en relación con la precipitación. Se aprecia una sensible caída en la productividad de las praderas anuales entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Esto probablemente como una respuesta a la menor disponibilidad de agua en el suelo. Hacia el sur, como se puede ver en la Figura 4.2.5, se observa un aumento en los rendimientos en la parte central del país de hasta un 100%. Contrariamente, en la parte oriental de la cordillera de los Andes en el extremo sur, se esperan disminuciones como consecuencia de una reducción de la radiación solar en hasta un 15%.

En la región altiplánica la productividad de las praderas aumentaría como consecuencia de la mayor caída pluviométrica de los escenarios futuros respecto de la situación actual. Entre las regiones de Atacama y de Los Ríos se produce una clara disminución de la productividad de las praderas, asociada a una intensificación de los períodos secos. En el extremo austral las praderas aumentan su productividad en el sector occidental de la cordillera de los Andes, fenómeno asociado a una mayor pluviometría, alzas en las temperaturas y aumentos en los niveles de radiación solar.

En algunos sectores del valle central (regiones de Valparaíso y Metropolitana), la disminución de las heladas invernales, el alza de las temperaturas y los importantes aumentos en la radiación solar (en hasta un 14%) compensan al efecto negativo de la menor pluviometría, trayendo como consecuencia leves aumentos en la productividad en torno al 10%. Es probable que un invierno más templado en la zona central, aumente la eficiencia de uso de las precipitaciones (kg/ha mm) como consecuencia de un inicio más temprano del crecimiento en otoño-invierno.

Desde la Región del Bío Bío a la de Los Lagos las praderas proyectan una disminución de rendimiento, probablemente asociada a una intensificación de los períodos secos.

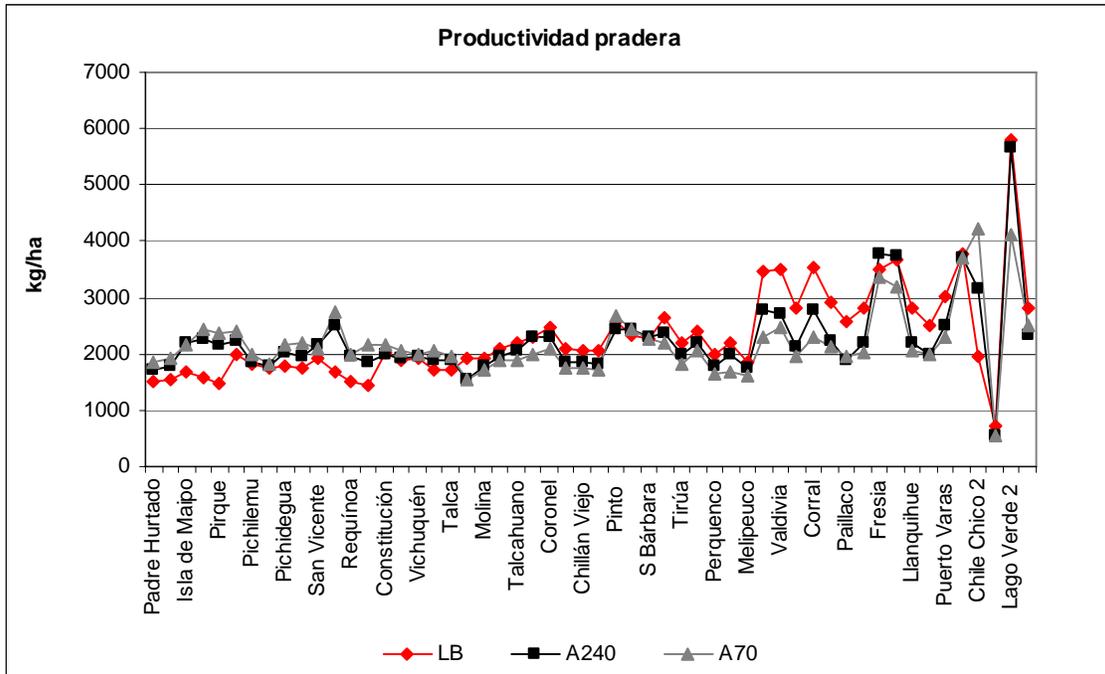


Figura 4.2.1 Productividad de praderas naturales, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

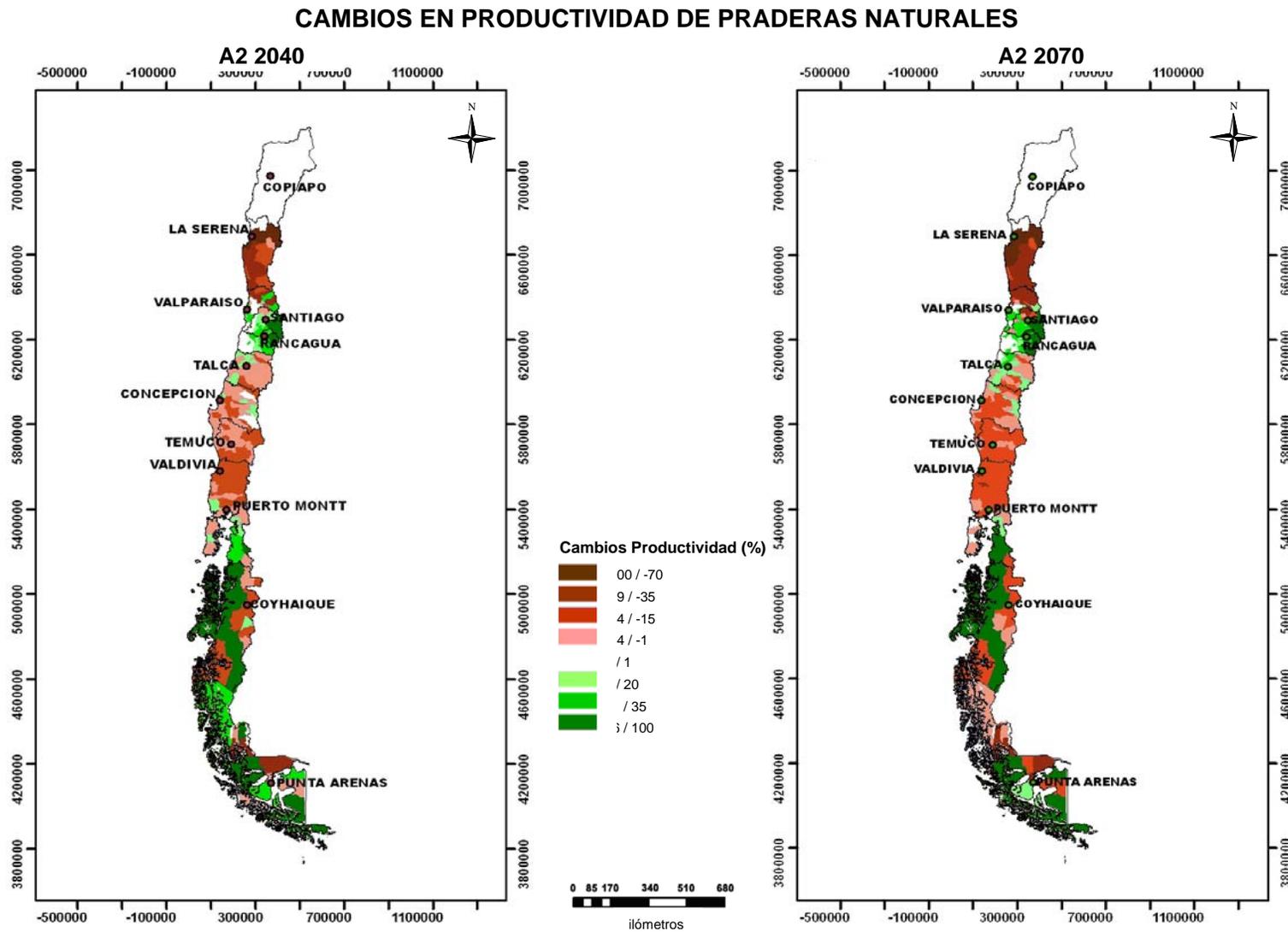


Figura 4.2.2 Cambios de la productividad de praderas naturales, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.3 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de frutales

Los cambios climáticos ejercerán una influencia compleja sobre estas especies. A diferencia de los cultivos anuales, en este caso no existe la posibilidad de mover las fechas de inicio del ciclo de vida, siendo éste último mucho más determinístico para estas especies. Cabe, además, considerar que los impactos serán de tres naturalezas distintas:

- Efectos sobre los rendimientos.
- Efectos sobre la calidad de la producción.
- Efectos sobre la sanidad (incidencia de plagas y enfermedades).

Los efectos sobre los rendimientos son probablemente los más fáciles de proyectar, mientras que los efectos sobre la calidad de la producción son los más difíciles.

Una constante para todas las especies será la aceleración de los procesos de fructificación, lo que reducirá el tiempo de desarrollo de los frutos, y con ello, el tiempo de producción, aumentando así la precocidad de la madurez.

Hay especies como la vid, en que la calidad de la producción es particularmente dependiente del clima, especialmente frente a la combinación de las temperaturas diurnas, nocturnas y la luminosidad. Siendo las propiedades organolépticas de los frutos variables de elevados requerimientos climáticos, es muy fácil que una nueva combinatoria de las variables que las determinan afecten a la calidad de la producción.

Una constante para las especies de clima templado (hoja caduca) es que el aumento de las temperaturas mínimas les resulta desfavorable para la obtención de color y, en ciertos casos, del contenido de azúcar.

El aumento de las temperaturas invernales puede tener un importante efecto positivo sobre las poblaciones de insectos, afectando con ello a la sanidad de los frutales. Las temperaturas extremas son, generalmente, controladoras de las tasas de reproducción de los insectos, de modo que el incremento de las temperaturas mínimas relajará el control que éstas efectúan en la actualidad sobre el número de generaciones de una misma plaga durante el año. Es decir, la primera generación podría aparecer más temprano en primavera y multiplicarse hasta más tarde en otoño.

En el caso de las enfermedades provocadas por hongos y bacterias, las condiciones de los nuevos escenarios podrían favorecer su mayor proliferación, lo cual se asocia a que las temperaturas mínimas y máximas serán más elevadas, y a que habrá un aumento de las precipitaciones de primavera-verano.

4.3.1 Vides

En el escenario actual, la zona de producción de las vides se encuentra entre la Región de Arica y Parinacota, y la Región del Bío Bío. Hacia el extremo norte (Arica a Atacama), la productividad cae como consecuencia de la precocidad originada en las temperaturas altas de invierno-primavera que inducen una brotación muy temprana. La zona más productiva se ubica entre las regiones Metropolitana y del Maule. Desde ese punto hacia el sur las condiciones se deterioran como consecuencia de la disminución de la luminosidad, de la temperatura estival y del aumento de las precipitaciones y las heladas tardías de primavera. En el escenario A2 2040 estas limitaciones se trasladan hacia el sur, produciéndose una importante expansión de las zonas productivas. En este escenario la vid es fuertemente beneficiada por la atenuación del régimen de heladas hacia los sectores interiores del territorio. Además del beneficio productivo que esto significa, podría producirse un aumento de la precocidad en la maduración, perdiendo con ello las ventajas comparativas actuales que exhibe el norte del territorio.

En el norte, salvo en pequeñas localidades interiores, como San Pedro de Atacama, se produce una disminución del potencial productivo. En los valles transversales de la Región de Coquimbo se esperan importantes reducciones, de más del 50% en sectores interiores para el escenario A2 2040. Esto es una consecuencia de la reducción del período de fructificación debido al alza en las temperaturas, lo cual podría ser compensado con variedades tardías. En el escenario de clima actual, la productividad en la zona central es más homogénea. Para el año 2040, en el escenario A2, el potencial en esta zona se torna más irregular espacialmente, por cuanto se acentúan los gradientes entre una costa con bajo potencial y una precordillera con alto potencial. Como se observa en la Figura 4.3.5, entre las regiones de Coquimbo y de O'Higgins predominan las disminuciones en los rendimientos, las cuales varían en un rango de entre 10% y 60%, sin embargo, existen zonas donde la productividad aumenta hasta en un 15% (Buin, Padre Hurtado), gracias al aumento de la radiación solar en dichas áreas, el cual es más acentuado hacia la precordillera. Si bien el factor que más afecta a la productividad es el acortamiento del período de fructificación, la disminución del frío invernal es igualmente un factor a considerar.

Entre las regiones del Maule y del Bío Bío el potencial aumenta, especialmente en el valle central. La costa mantiene bajos potenciales al no alcanzar las temperaturas necesarias para un buen desarrollo del fruto. Entre la Región de la Araucanía y la de Los Lagos existe un considerable aumento de la productividad, de hasta un 200%. A pesar de esto, los mayores rendimientos al año 2040 se esperan entre la Región de O'Higgins y la del Bío Bío, alcanzando productividades en torno a los 30.000 kg/ha al año.

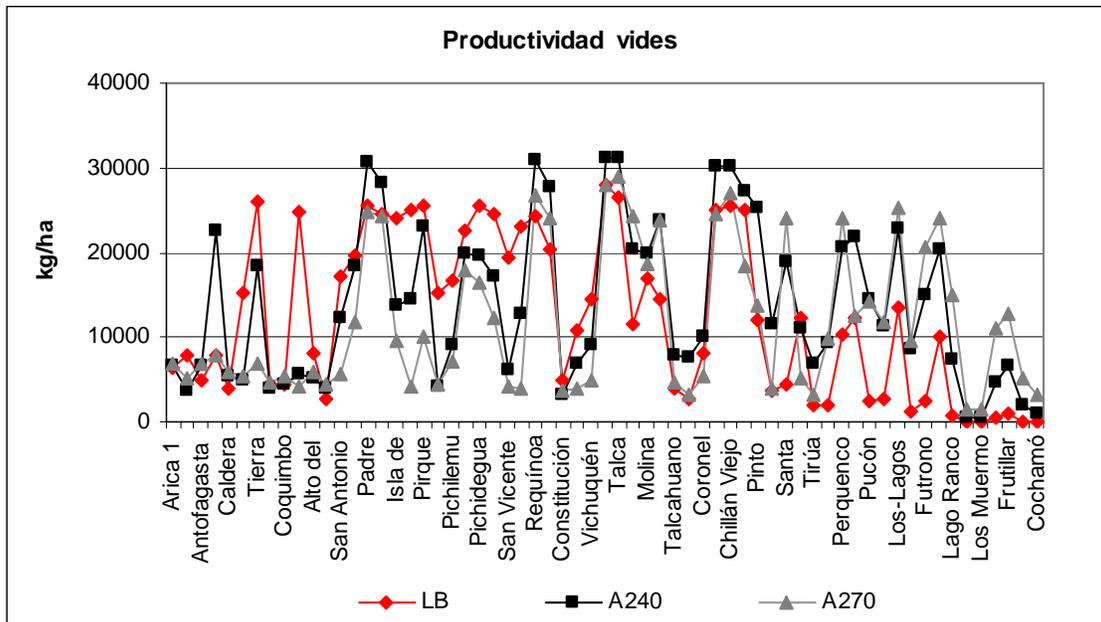


Figura 4.3.1 Productividad de vides, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

Se esperan aumentos en todo el país de los requerimientos de riego. En la zona central aumentaría en promedio entre un 20% y un 30%. En la Región de la Araucanía, los aumentos de los requerimientos de riego pueden alcanzar incluso el 100%.

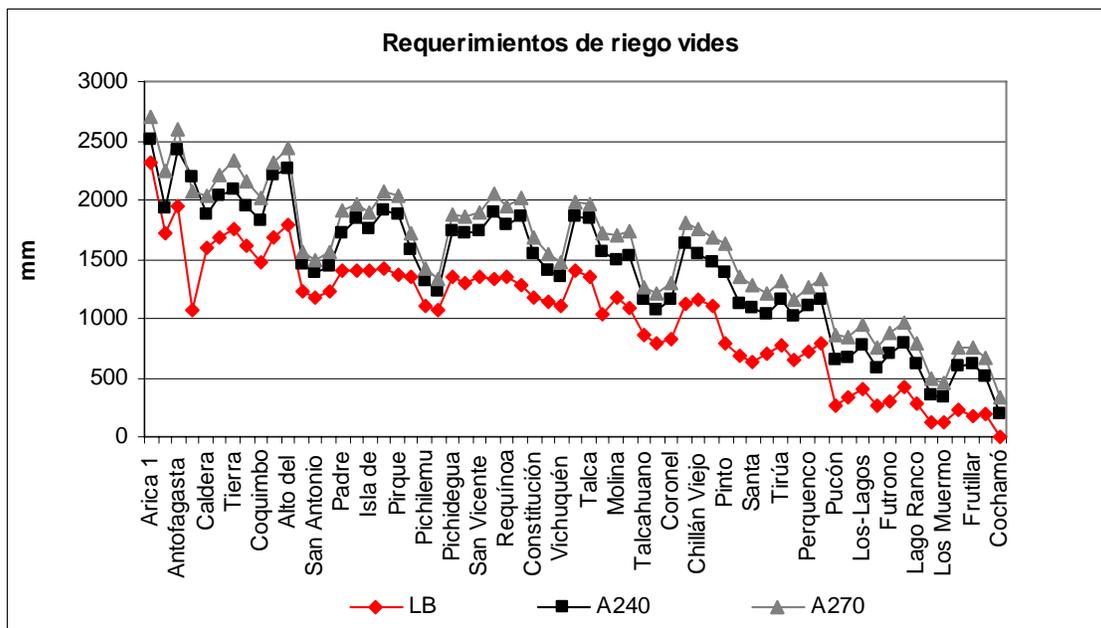


Figura 4.3.2 Requerimientos de riego para vides, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

PRODUCTIVIDAD DE VID ZONA CENTRO

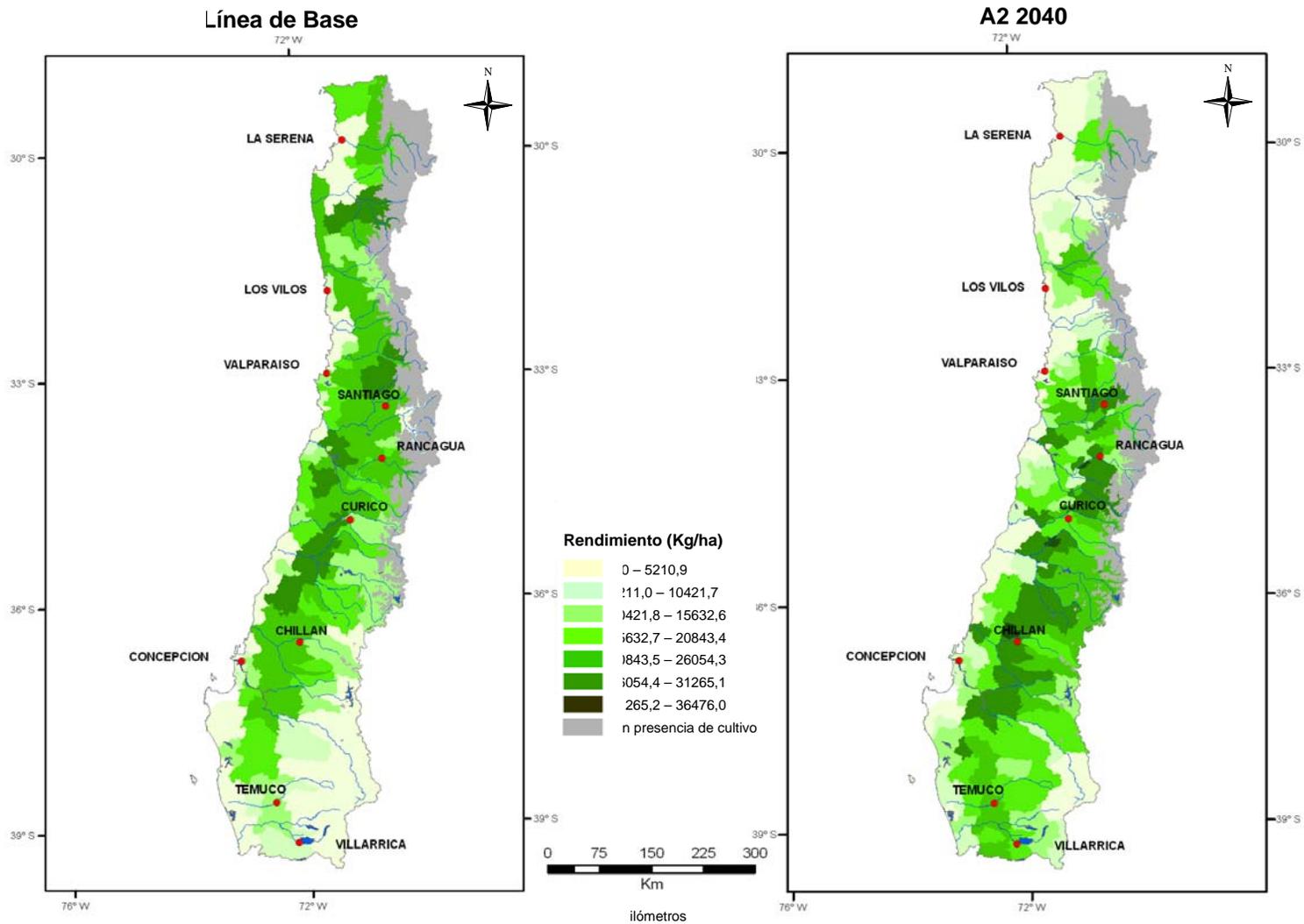


Figura 4.3.3 Productividad de vides en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

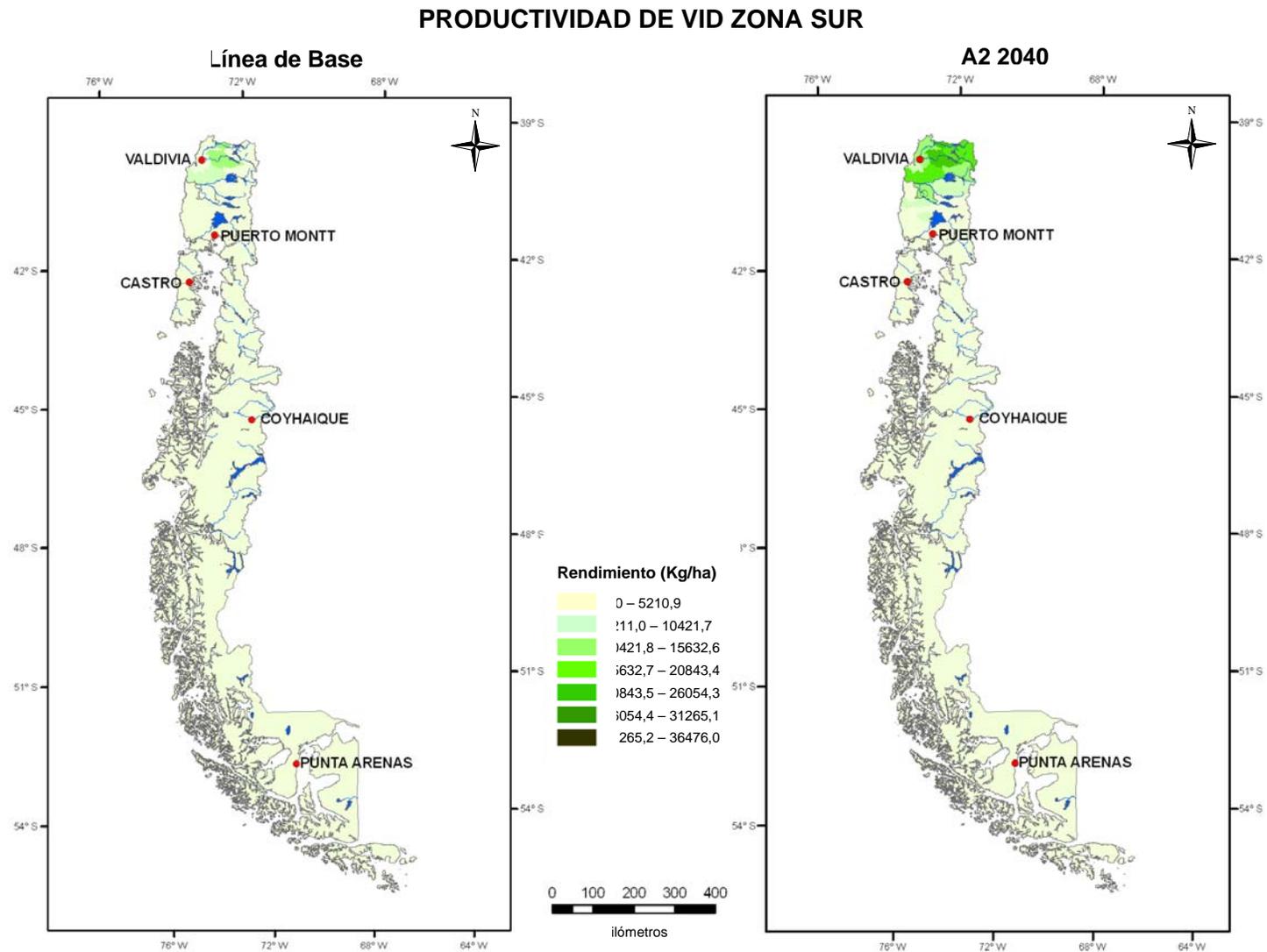


Figura 4.3.4 Productividad vides en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

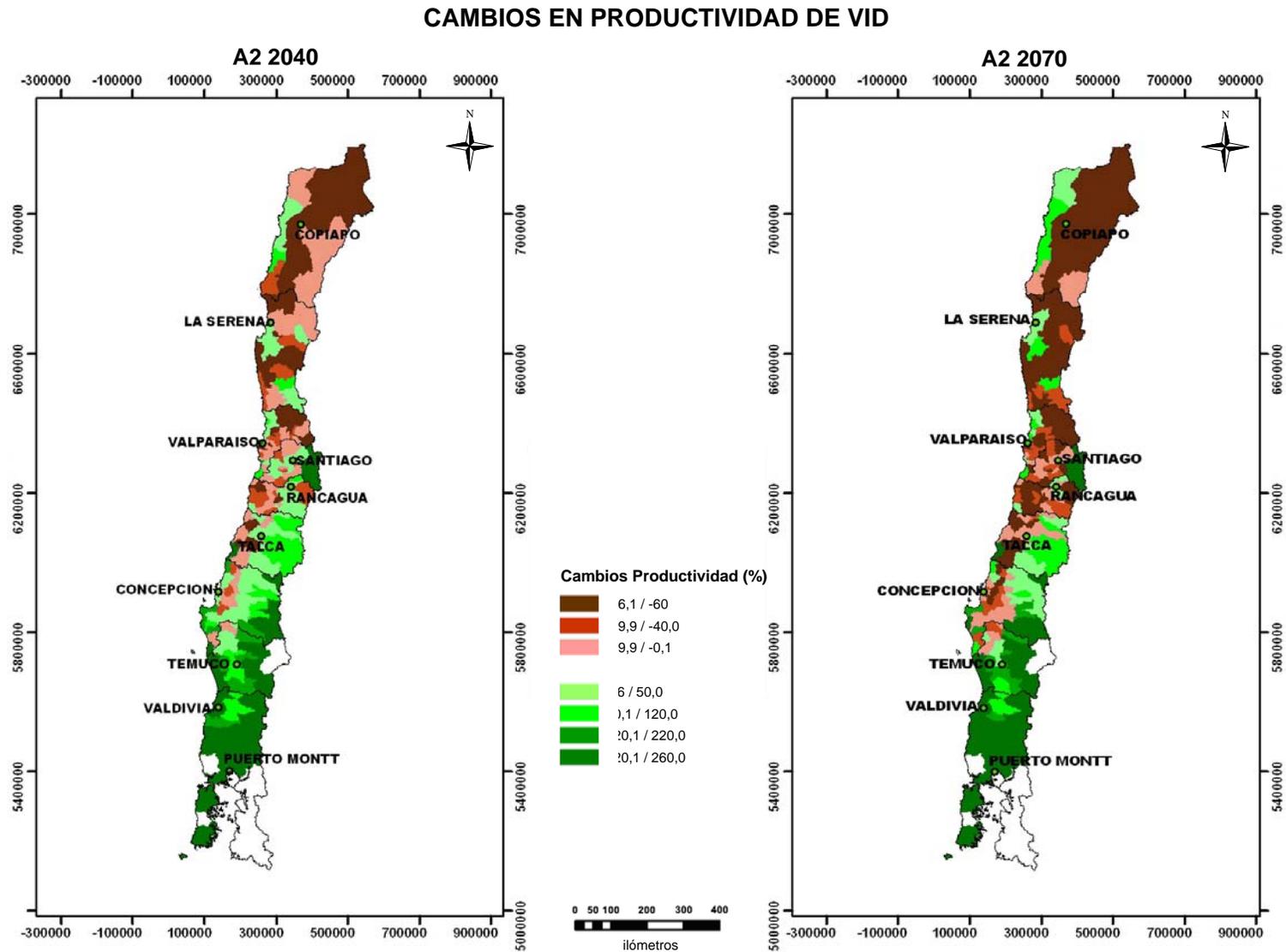


Figura 4.3.5 Cambios en la productividad de vides en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.3.2 Manzano

El potencial productivo disminuye en la mayor parte del territorio, hasta la Región de la Araucanía. Esta situación es debida a la disminución del frío invernal y al aumento de las temperaturas estivales, lo que reduce el período de fructificación y aumenta los niveles de estrés térmico. Por la costa el efecto negativo de la disminución del frío invernal acentúa esta tendencia. A partir de la Región de Los Ríos el potencial productivo se ve beneficiado por los aumentos de la temperatura.

Los requerimientos de riego aumentan en todo el territorio.

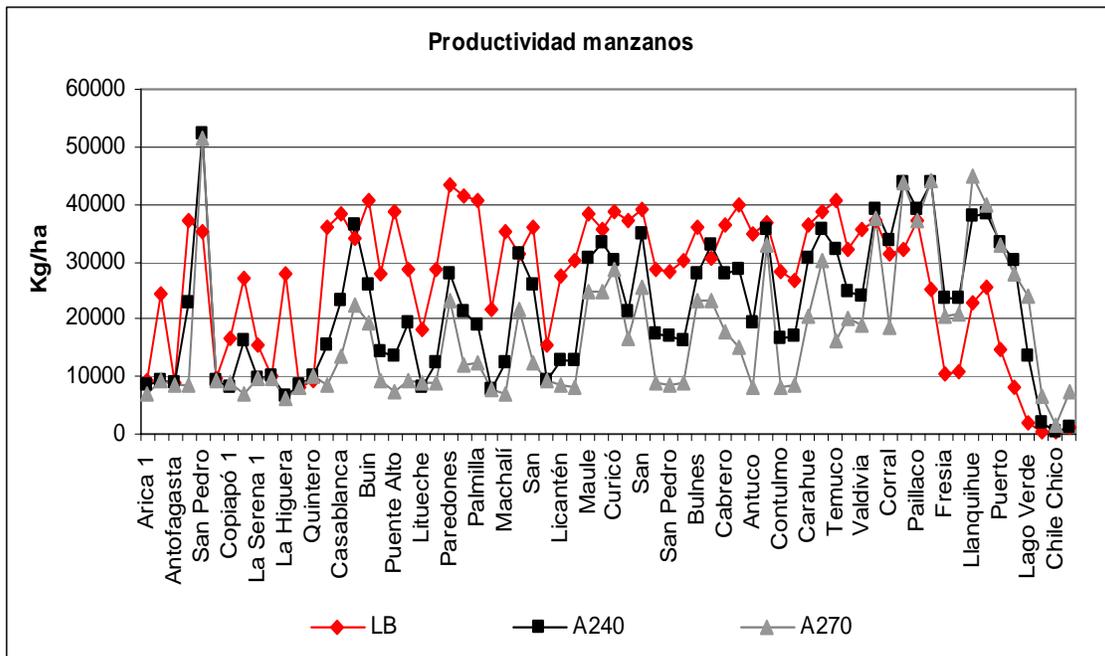


Figura 4.3.6 Productividad de manzanos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

PRODUCTIVIDAD DE MANZANO ZONA SUR

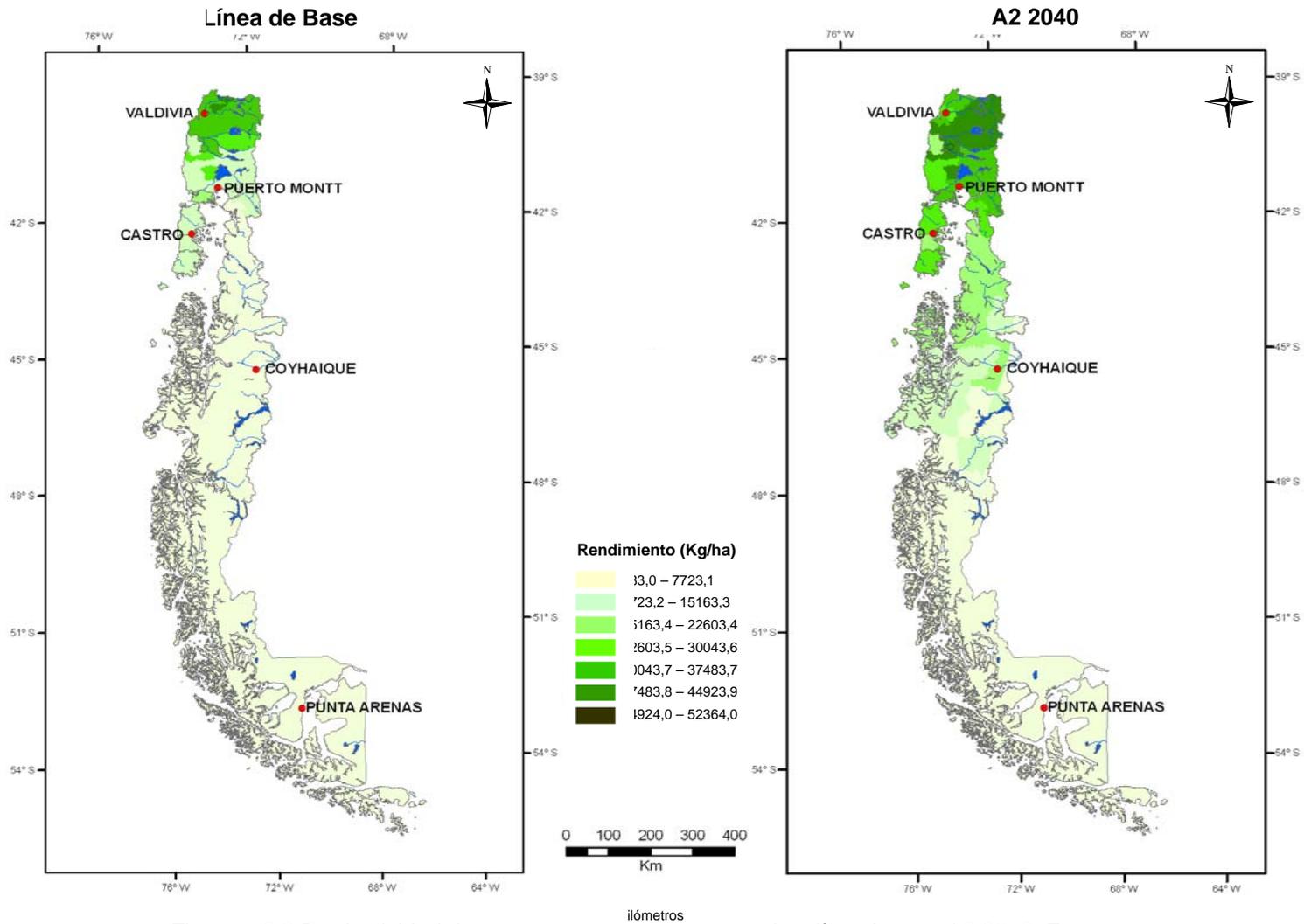


Figura 4.3.8 Productividad de manzanos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN PRODUCTIVIDAD DE MANZANO

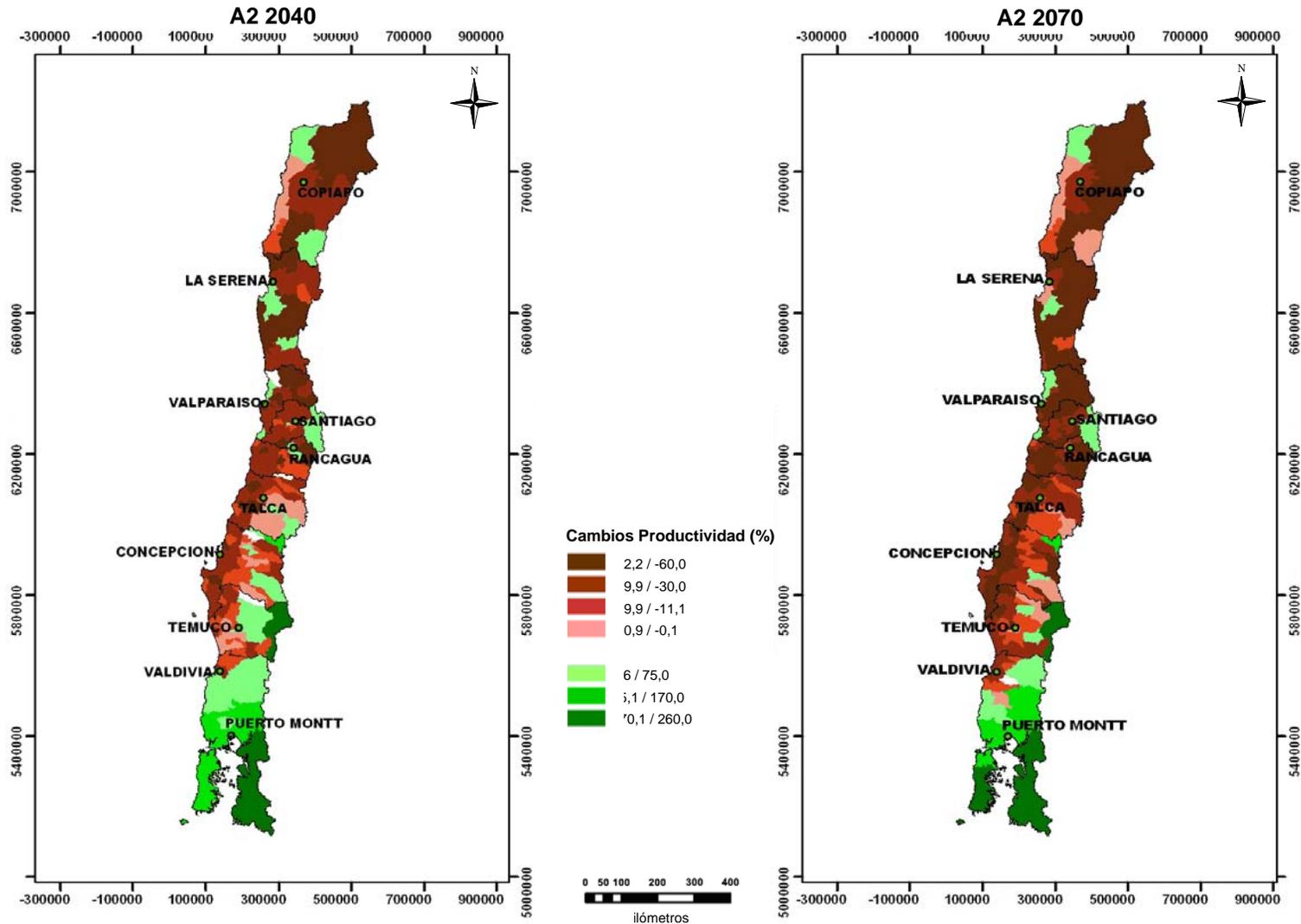


Figura 4.3.9 Cambios en la productividad de manzanos en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

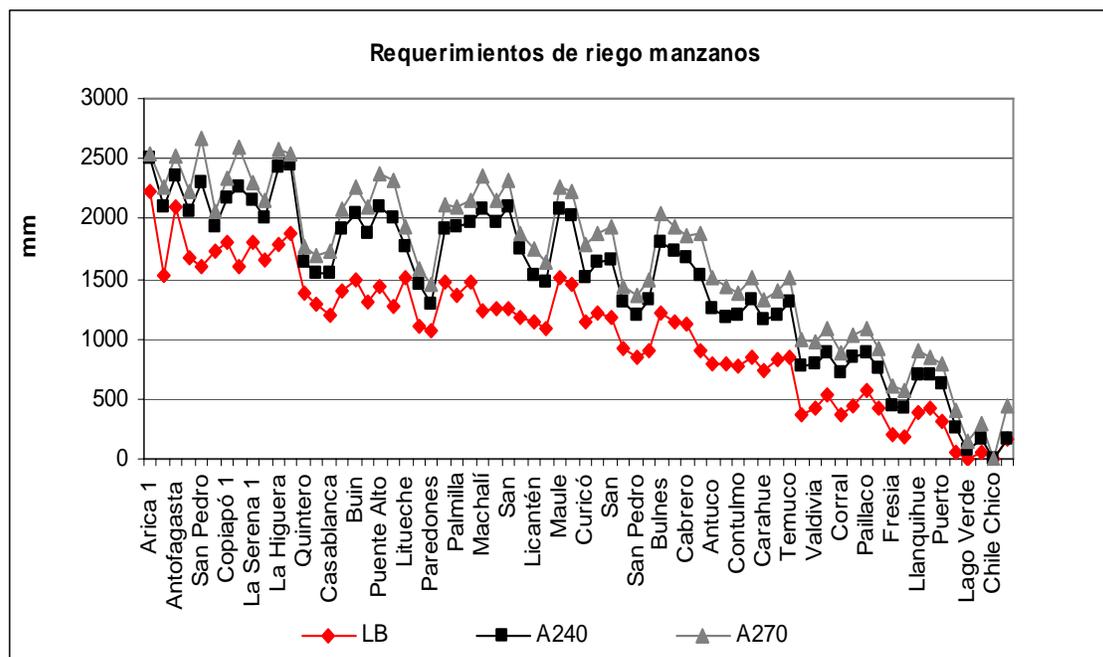


Figura 4.3.10 Requerimientos de riego en manzanos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

4.3.3 Naranjos

El aumento de las temperaturas invernales mejora 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. A este mejoramiento contribuye fuertemente la disminución de las heladas invernales y primaverales que amenazan la viabilidad de las flores. Es altamente probable que las condiciones climáticas de los nuevos escenarios mejoren la calidad de los frutos, pues el alza en las temperaturas mínimas podría reducir la acidez. En la zona norte el potencial mejora considerablemente, especialmente en los valles de la Región de Tarapacá. En la precordillera de la zona central las condiciones mejoran, haciendo viable su cultivo desde un punto de vista económico, especialmente en condiciones de laderas abrigadas de las heladas. Los requerimientos de riego aumentan en todo el territorio.

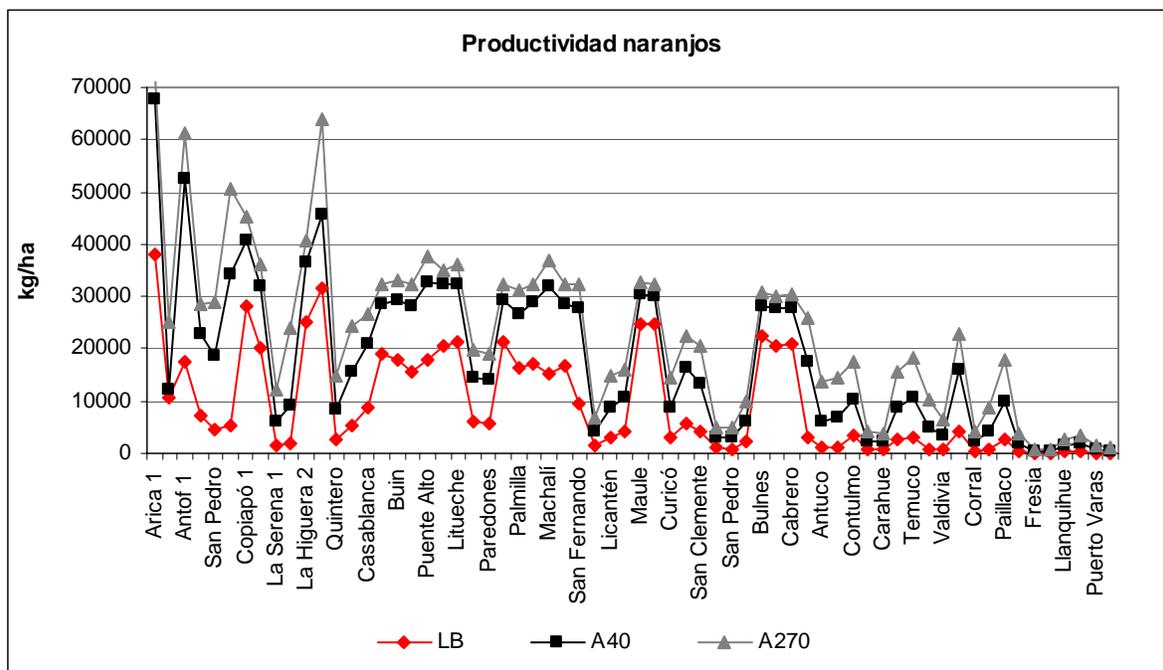


Figura 4.3.11 Productividad de naranjos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

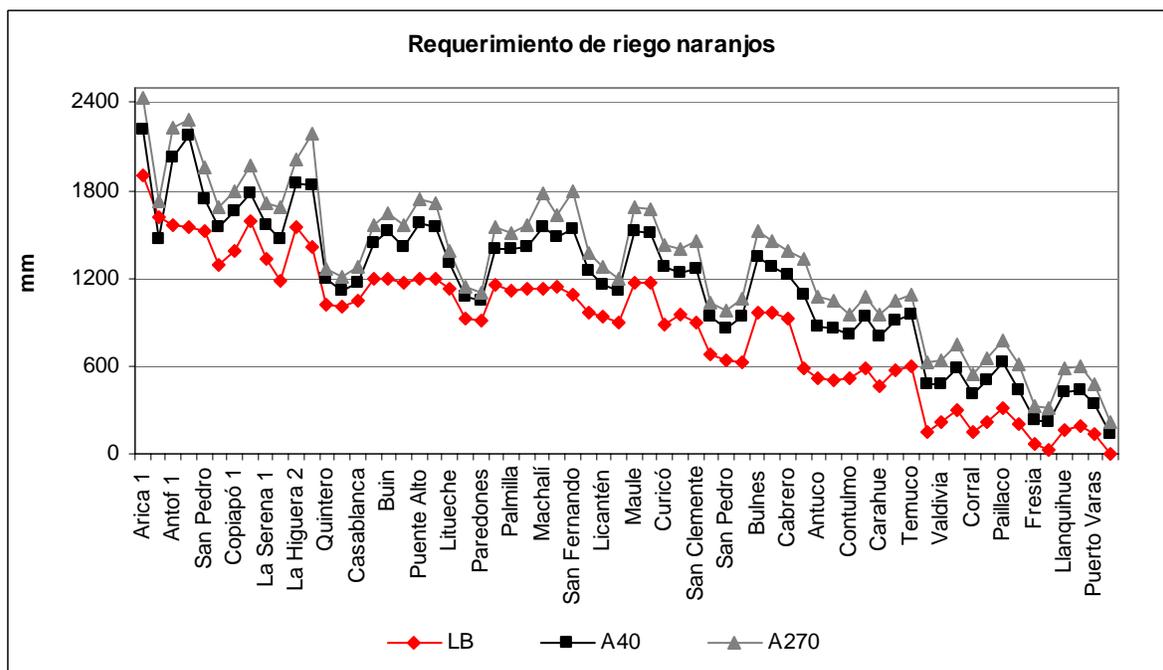


Figura 4.3.12 Requerimientos de riego en naranjos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

PRODUCTIVIDAD DE NARANJO ZONA NORTE

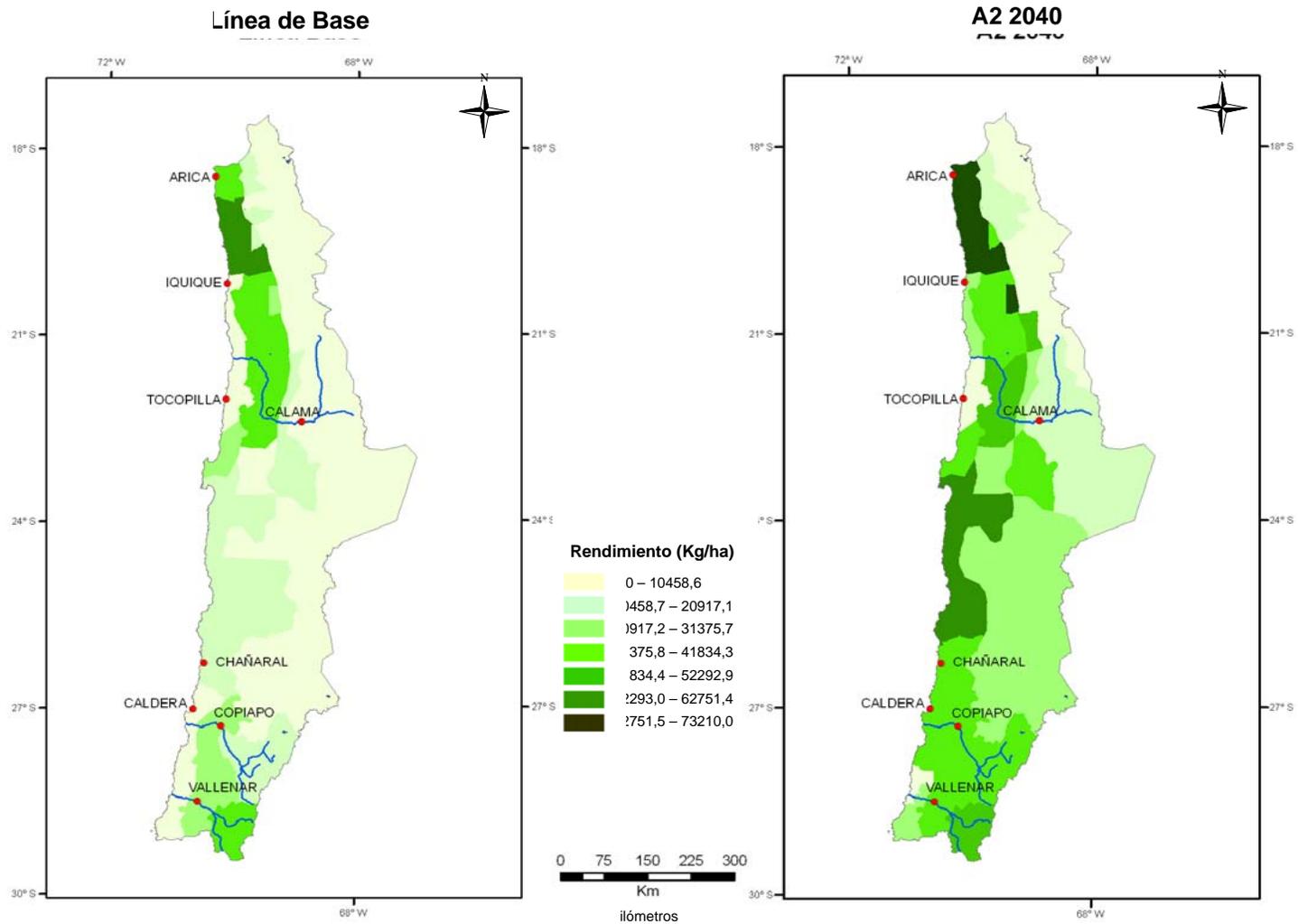


Figura 4.3.13 Productividad de naranjos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona norte

PRODUCTIVIDAD DE NARANJO ZONA CENTRO

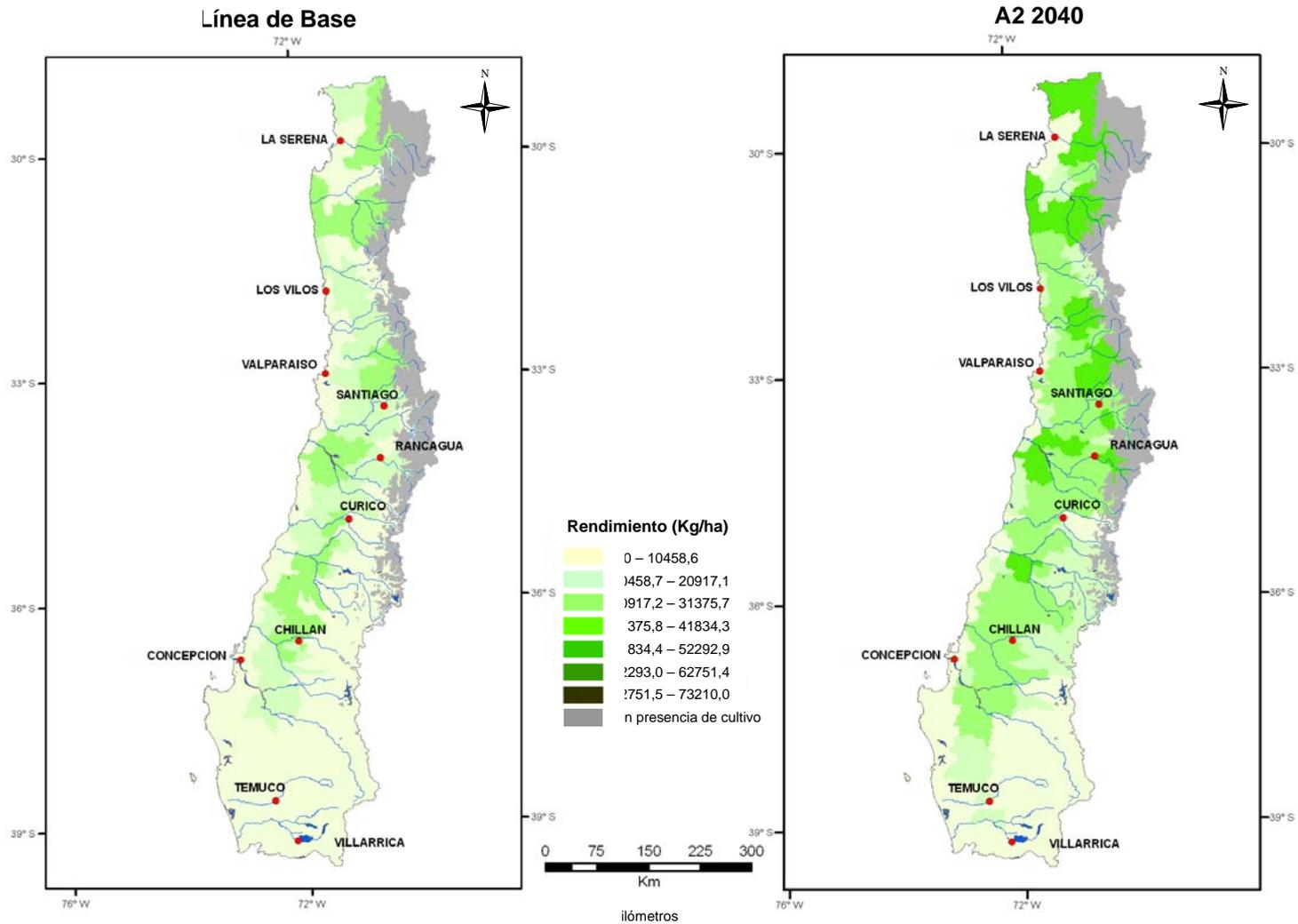


Figura 4.3.14 Productividad de naranjos en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

CAMBIOS EN PRODUCTIVIDAD DE NARANJO

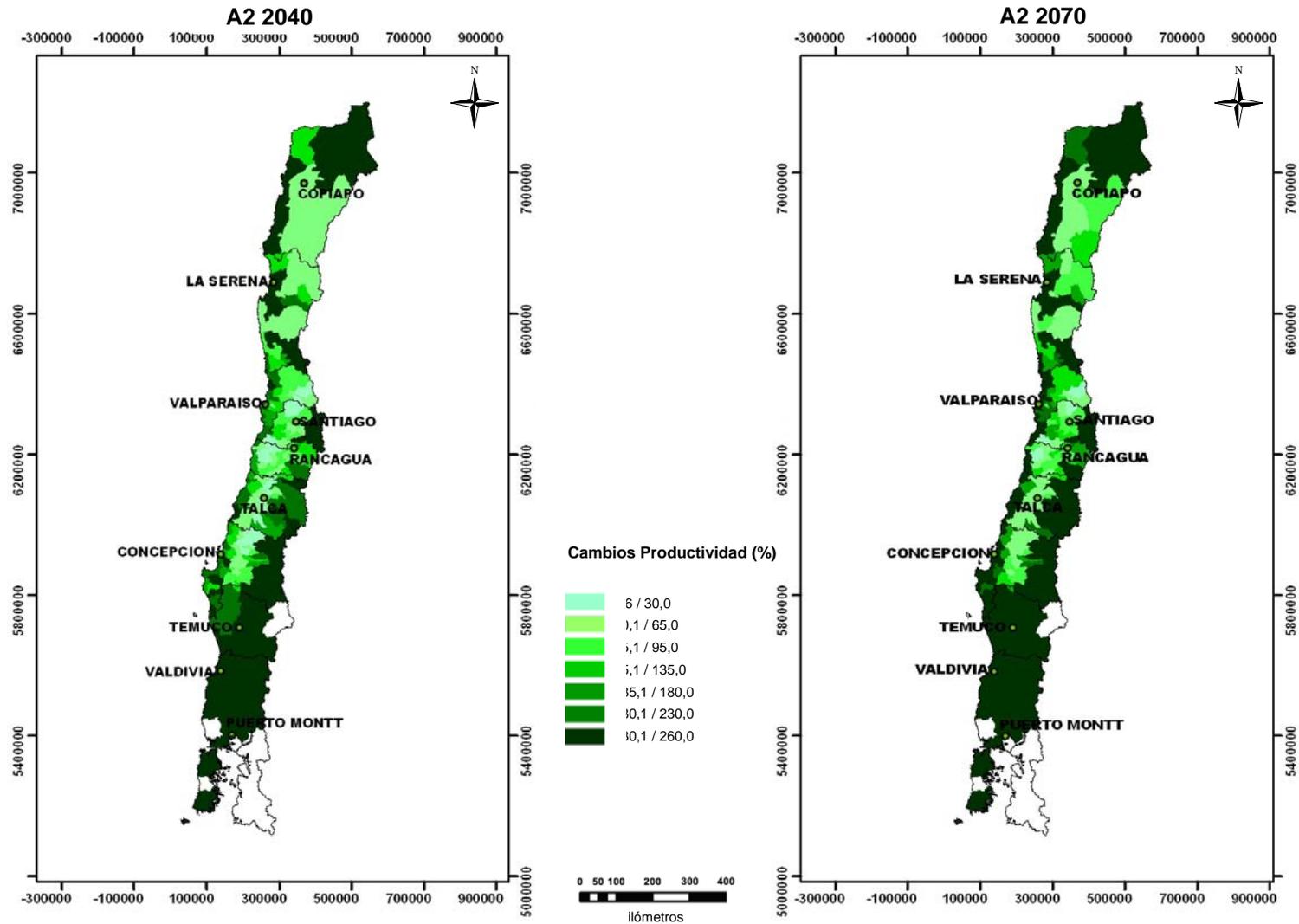


Figura 4.3.15 Cambios en la productividad de naranjos en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.3.4 Duraznero

Por ser esta una especie ecofisiológicamente similar a la vid, el panorama que presenta en duraznero, tanto en el escenario actual como en el futuro, es análogo al de las vides. Para todo el norte del país se esperan disminuciones en el potencial productivo como consecuencia del aumento de las temperaturas y disminución del frío invernal, provocando una reducción en el período de fructificación. En los valles ubicados entre las regiones de Coquimbo y de Valparaíso se esperan importantes disminuciones en la productividad en la sección baja más expuesta a la influencia oceánica, donde la disminución en la producción varía en el rango de un 10% a un 60%. En los sectores interiores, donde el invierno mantiene suficiente frío, la disminución de las heladas favorece un aumento del potencial productivo (por ejemplo, Padre Hurtado y Buin).

A partir de la Región del Maule los aumentos de temperatura mejoran considerablemente el potencial productivo hasta la Región de Los Lagos, llegando a incrementos de 100% y hasta de un 200%.

Existen algunas zonas, como Maule, Talca, Bulnes, Chillan y otras, donde la productividad aumenta en el escenario A2 2040, y luego vuelve a valores similares a la línea base en el año 2070. Esto se debe a que el aumento en las temperaturas en estas zonas tiene un efecto positivo al reducir el número de heladas, pero ulteriores aumentos de temperatura reducen el frío invernal.

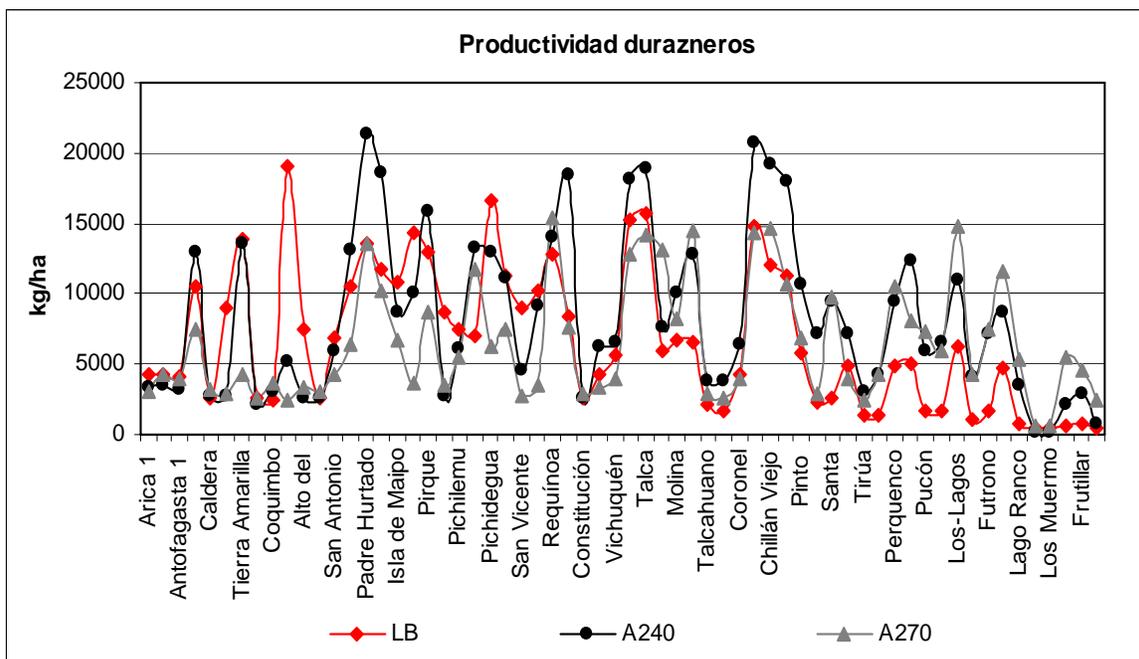


Figura 4.3.16 Productividad de durazneros, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

Como consecuencia del aumento en la evapotranspiración, los requerimientos de riego aumentan en todo el territorio.

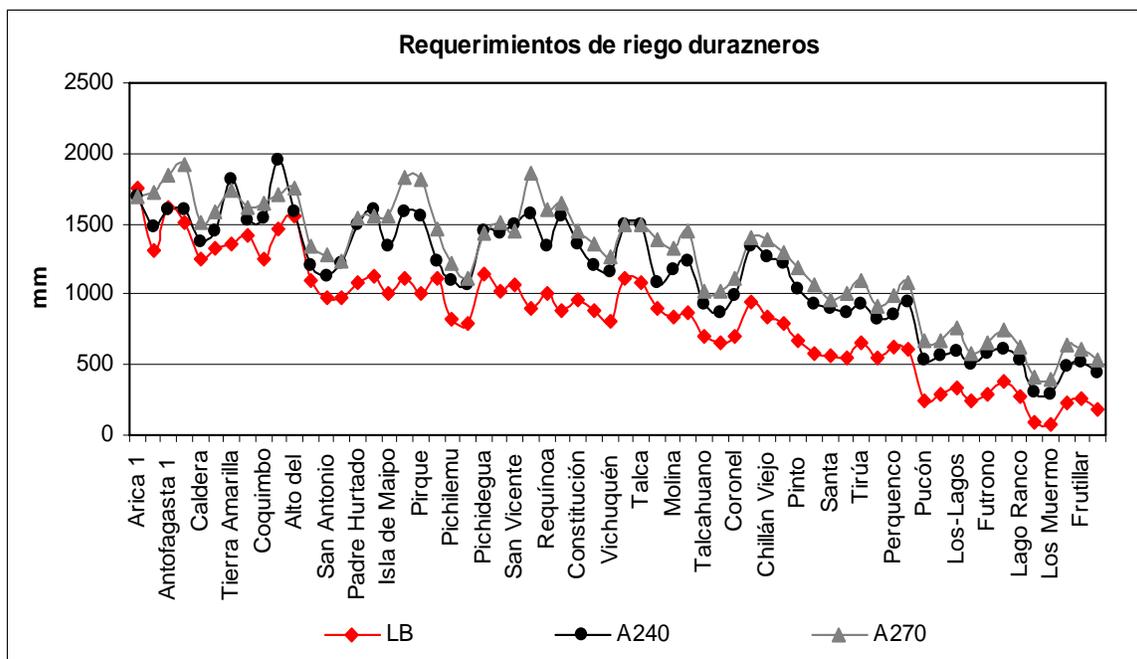


Figura 4.3.17 Requerimientos de riego para durazneros, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

PRODUCTIVIDAD DE DURAZNO ZONA CENTRO

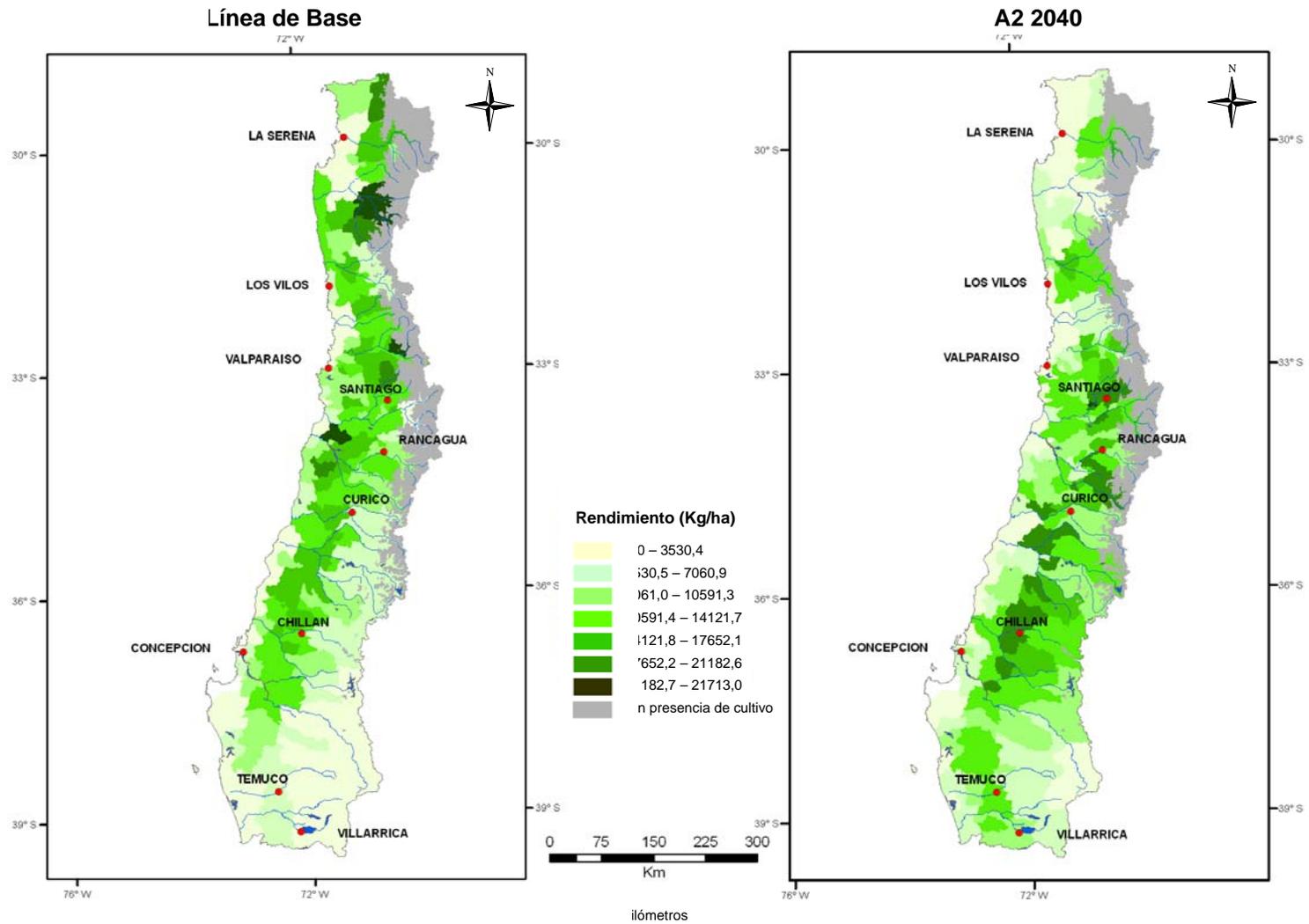


Figura 4.3.18 Productividad de durazneros en riego, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

CAMBIOS EN PRODUCTIVIDAD DE DURAZNO

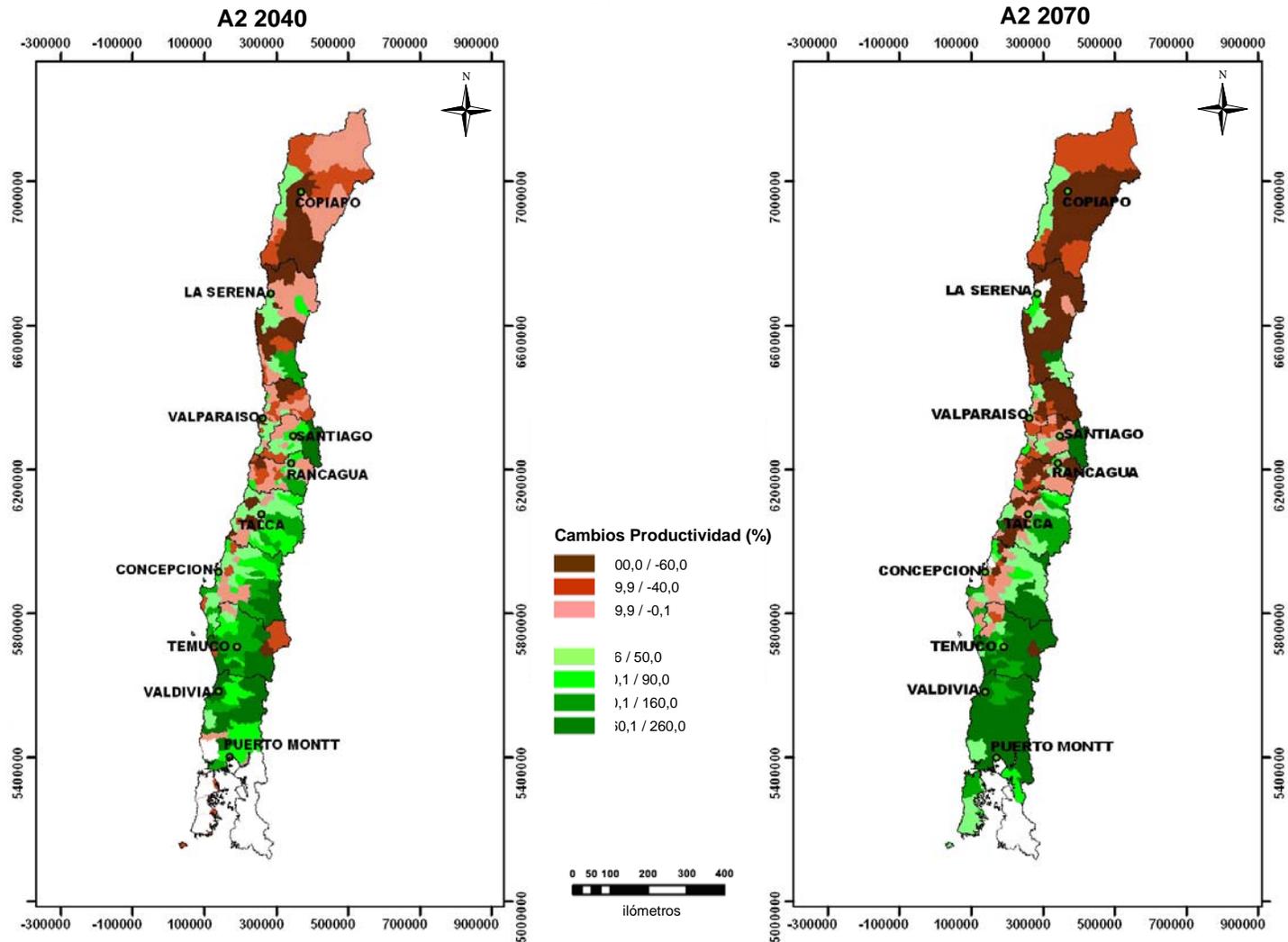


Figura 4.3.19 Cambios en la productividad de durazneros en riego, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.4 Impactos de los cambios climáticos sobre la productividad de plantaciones forestales

4.4.1 Pino radiata

En el escenario climático actual, las mayores productividades potenciales ocurren en la costa de las regiones del Bío Bío y de la Araucanía, donde se alcanzan productividades de entre 29 y 35 m³/ha año. Desde este núcleo máximo, las productividades decrecen gradualmente hacia el norte hasta hacerse insignificantes en el límite de las regiones de Valparaíso y de Coquimbo. Al sur de la Región de la Araucanía se produce igualmente un decrecimiento gradual hasta la Región de Aysén y parte de la Región de Magallanes, donde las productividades se hacen nuevamente insignificantes.

En los escenarios futuros las condiciones de producción se deterioran considerablemente en el centro-norte (zona comprendida entre la Región de Coquimbo y la Metropolitana) como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Este deterioro va disminuyendo hacia el sur hasta desaparecer en la Región de la Araucanía, a partir de la cual el potencial productivo mejora significativamente. Especiales incrementos de potencial se proyectan a partir de la Región de Los Ríos y hasta Chiloé, como consecuencia del mejoramiento en las temperaturas de primavera y otoño, que alargarán el ciclo anual de crecimiento de esta especie.

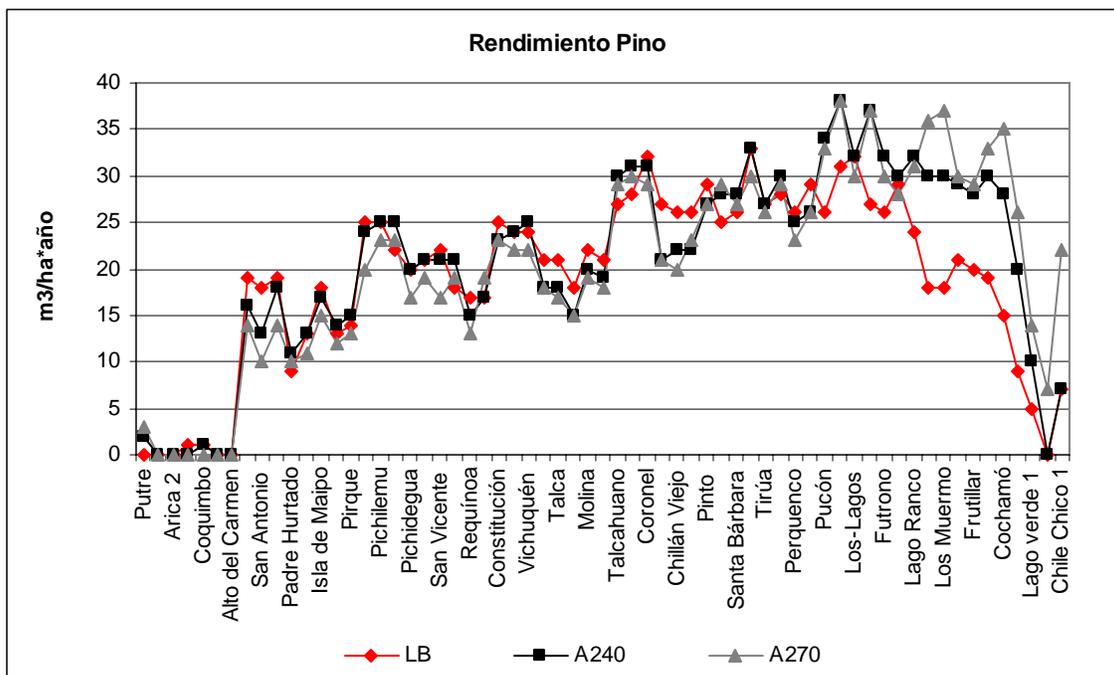


Figura 4.4.1 Productividad de pino radiata, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

PRODUCTIVIDAD DE PINO RADIATA ZONA CENTRO

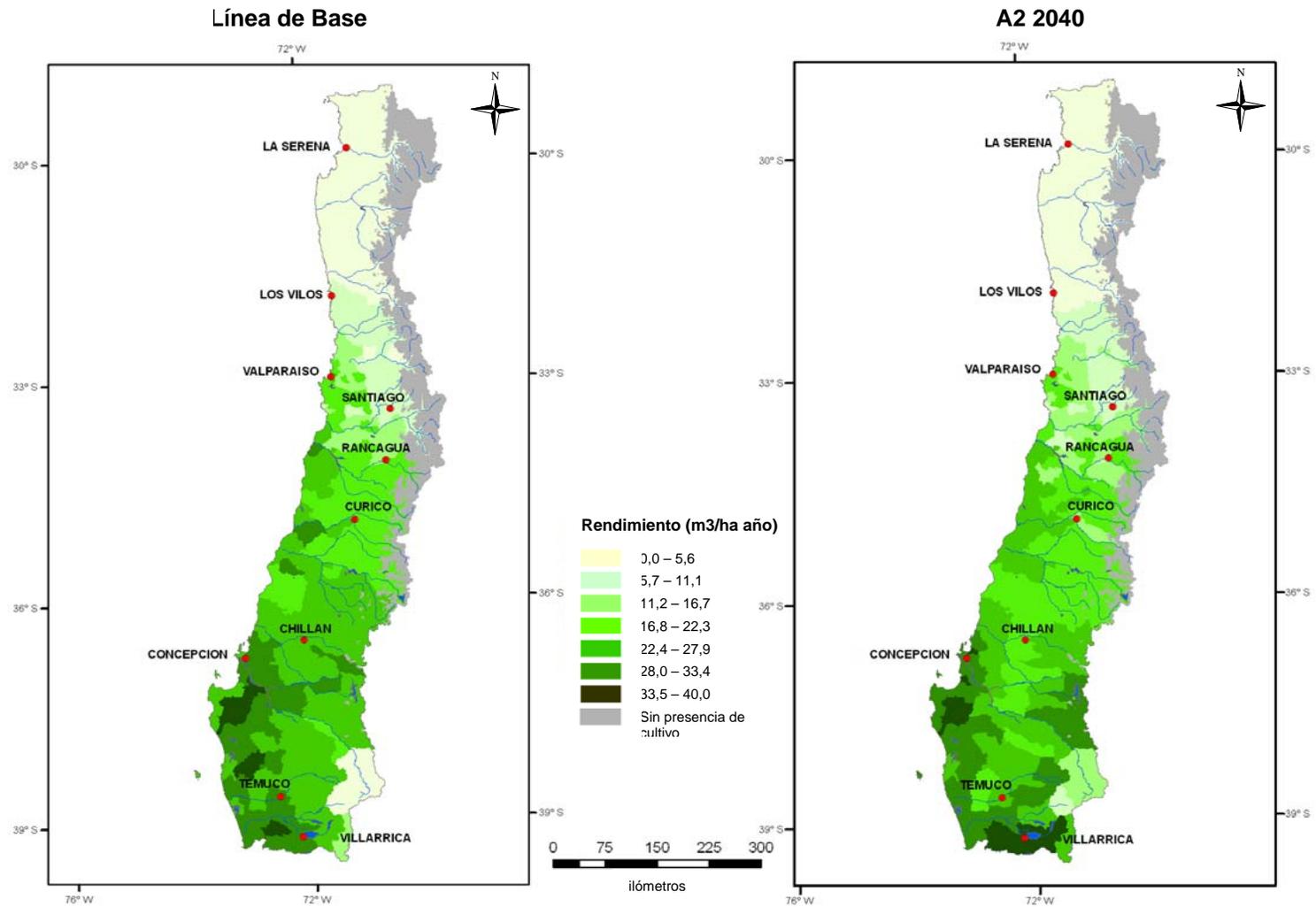


Figura 4.4.2 Productividad de pino radiata, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

PRODUCTIVIDAD DE PINO RADIATA ZONA SUR

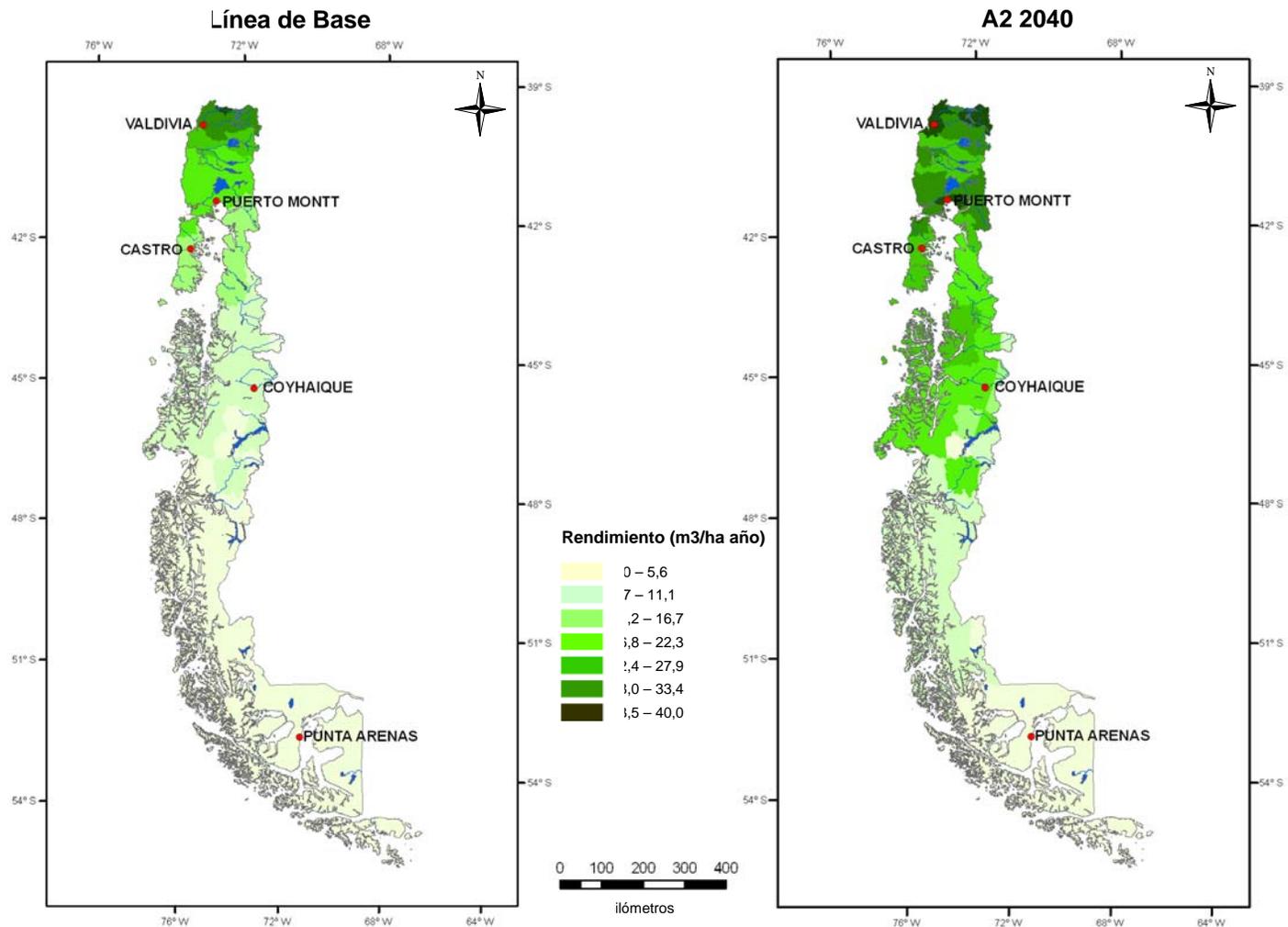


Figura 4.4.3 Productividad de pino radiata, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN PRODUCTIVIDAD DE PINO RADIATA

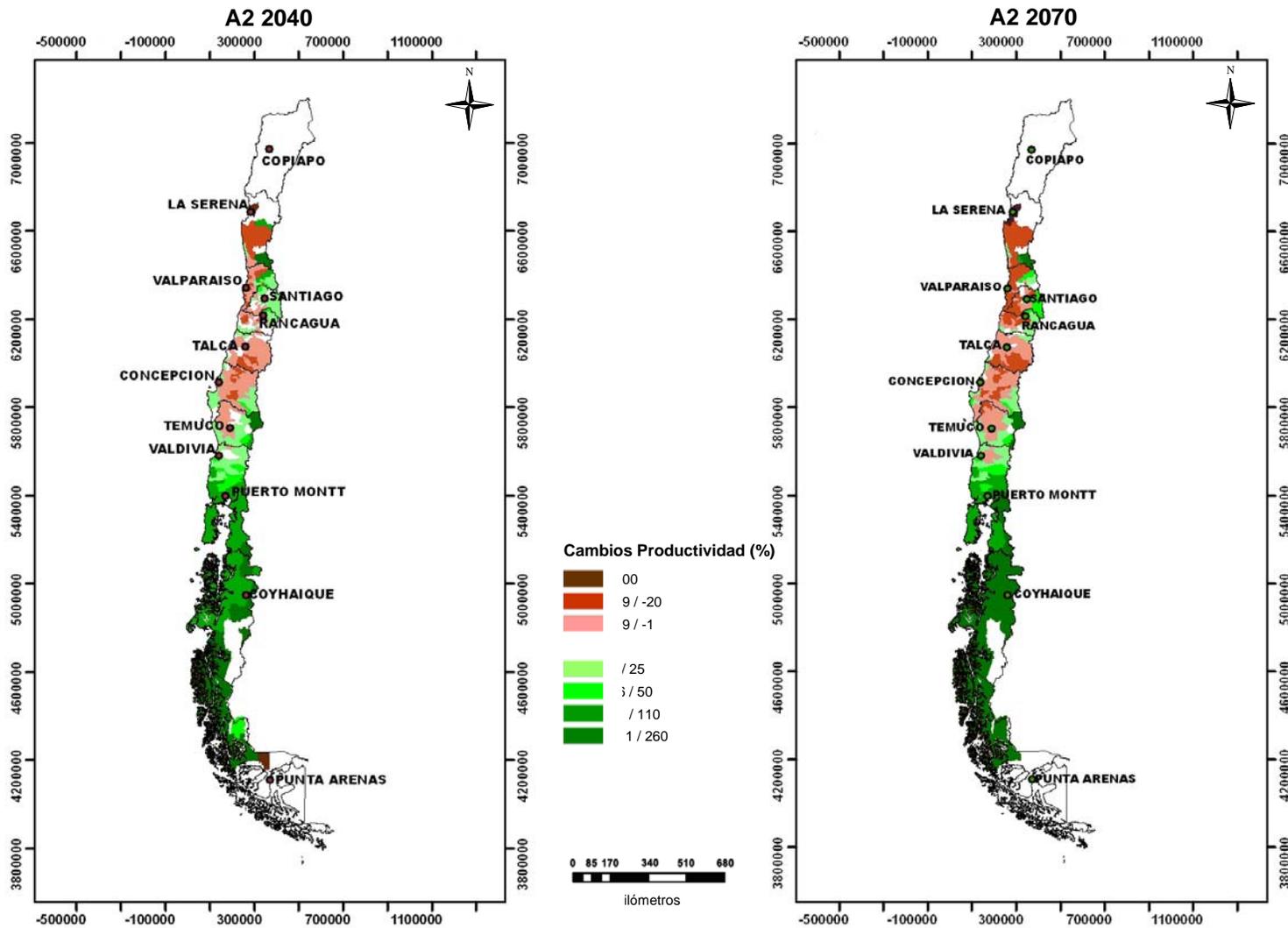


Figura 4.4.4 Cambios en la productividad de pino radiata, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.4.2 Eucaliptos glóbulos

El potencial productivo se deteriora en la Región de Coquimbo como consecuencia de la menor pluviometría. Por la costa central se registran aumentos del potencial debido al mejoramiento de las temperaturas invernales. Igual situación ocurre en la precordillera. A partir de la Región de la Araucanía se proyecta un aumento del potencial productivo de esta especie, como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas invernales y de la disminución del número e intensidad de las heladas. Las regiones de Los Ríos y de Los Lagos mejoran notablemente su potencial productivo.

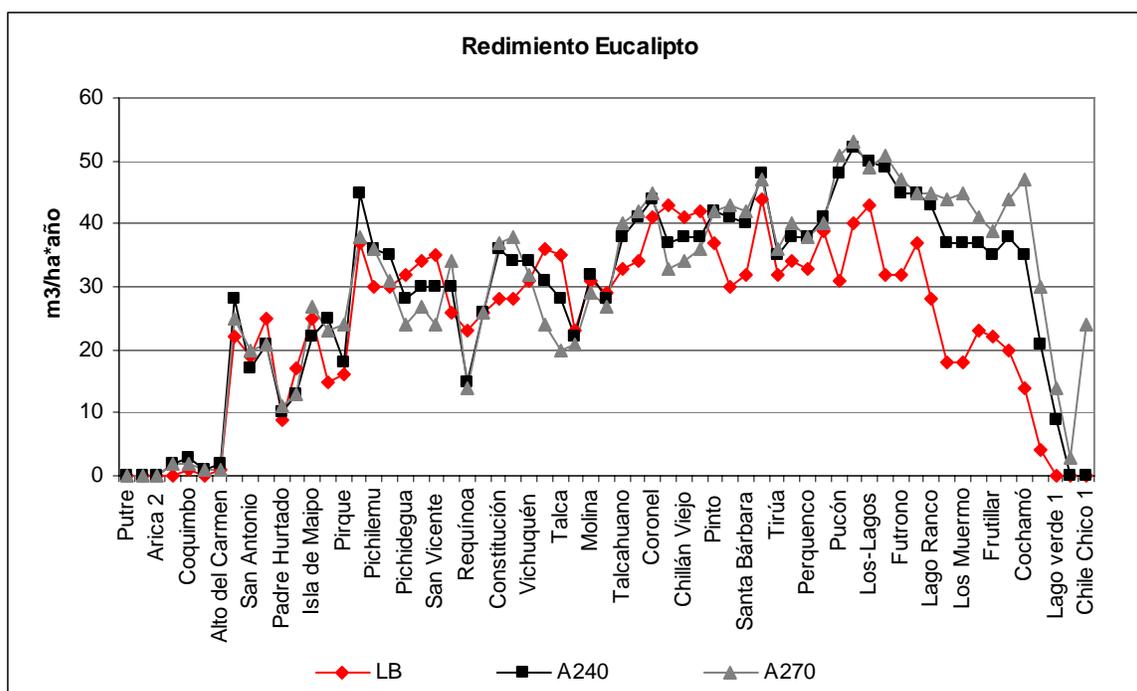


Figura 4.4.5 Productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

PRODUCTIVIDAD DE EUCALIPTO ZONA CENTRO

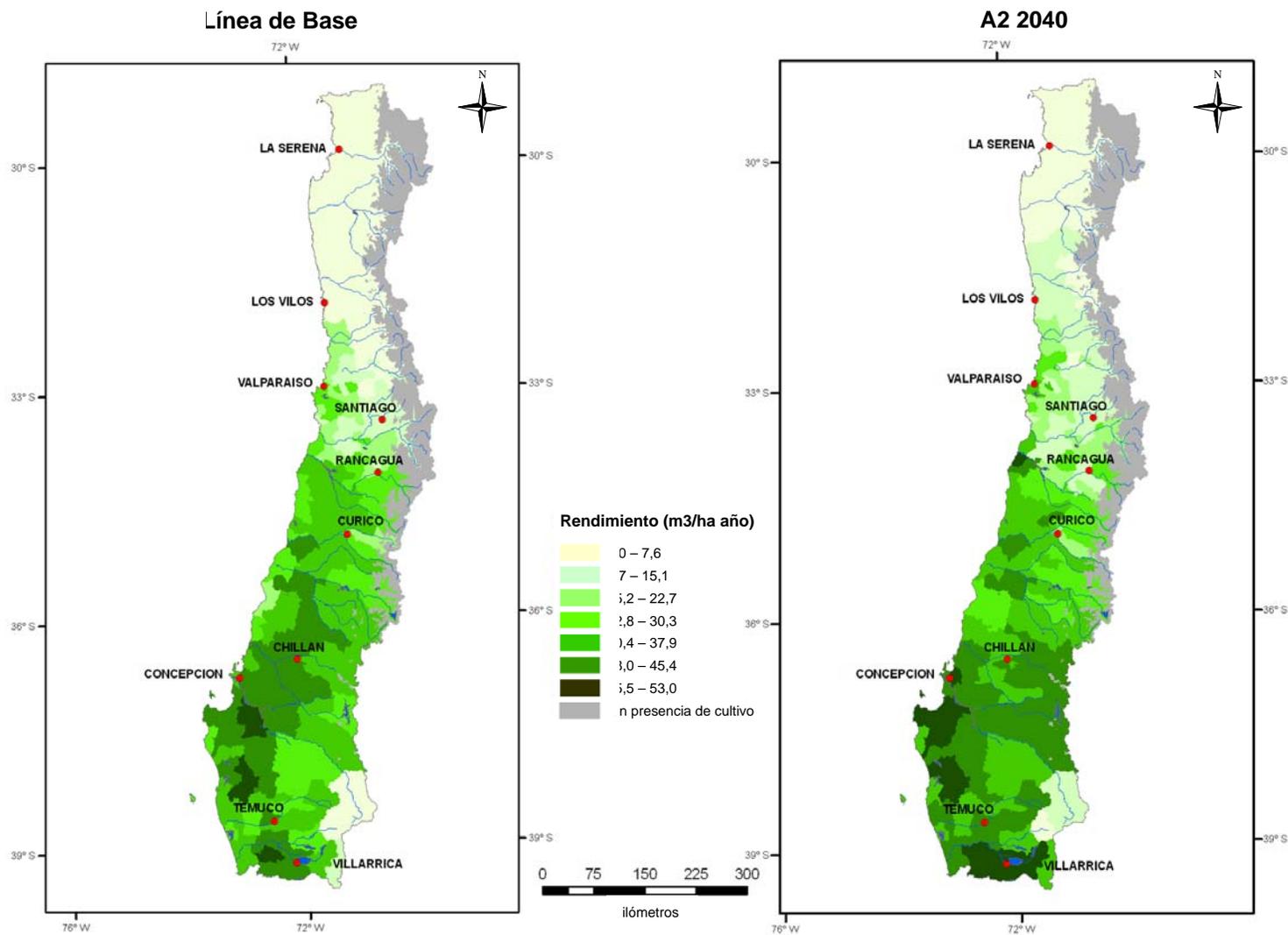


Figura 4.4.6 Productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: línea base y A2 2040. Zona centro

PRODUCTIVIDAD DE EUCALIPTO ZONA SUR

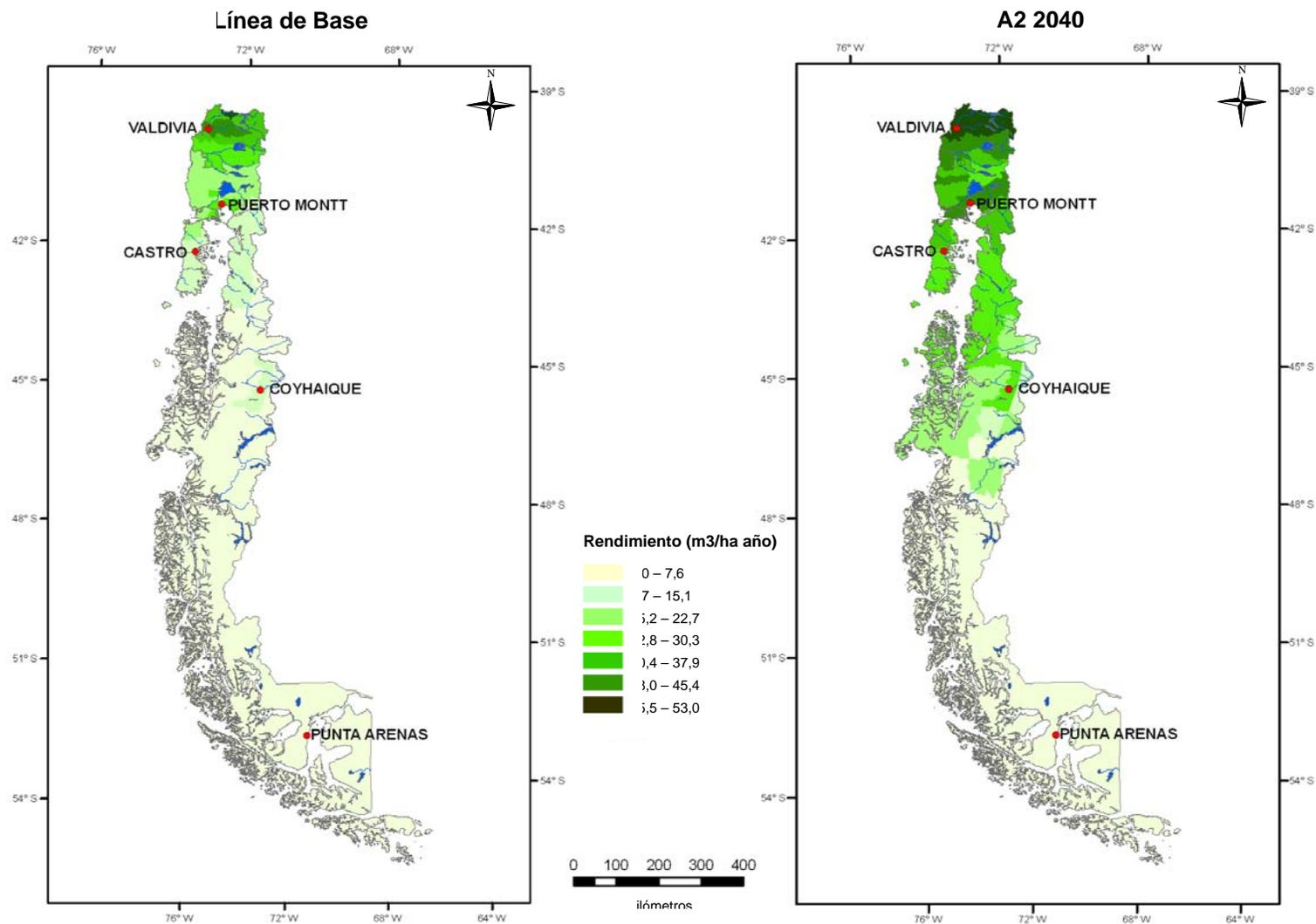


Figura 4.4.7 Productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: línea base y A2 2040. Zona sur

CAMBIOS EN PRODUCTIVIDAD DE EUCALIPTO

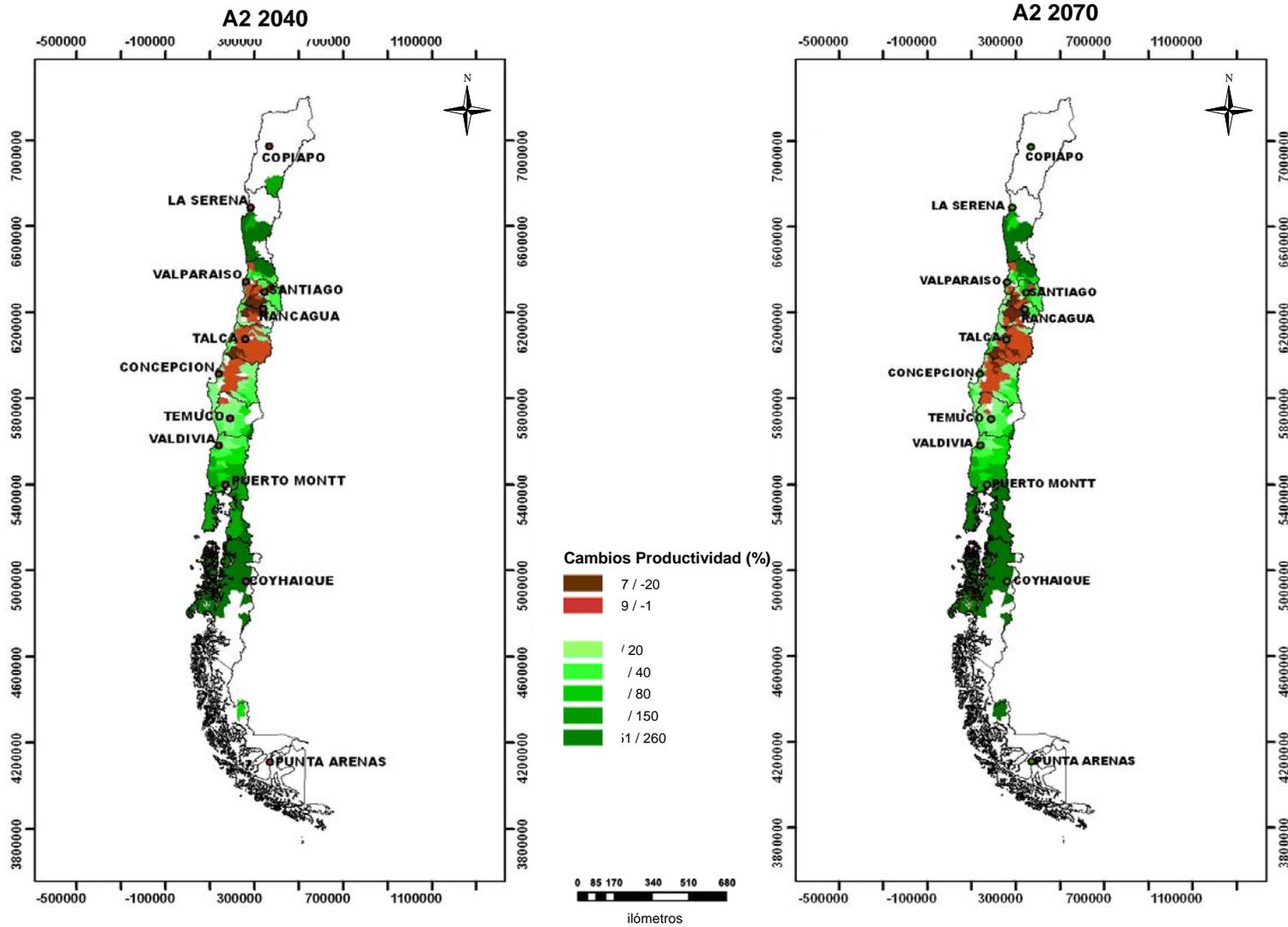


Figura 4.4.8 Cambios en la productividad de eucaliptos glóbulos, escenarios: A2 2040 y A2 2070

4.5 Síntesis de los impactos proyectados en los regímenes térmicos e hídricos

A continuación se presenta una síntesis del efecto que el calentamiento, junto a una aridización del clima, tendrá sobre distintos grupos de cultivos. La tendencia dominante corresponde al balance final esperado entre efectos positivos y negativos. El texto en negrita indica la tendencia dominante.

Tabla 4.5 Síntesis de los impactos proyectados en los regímenes térmicos e hídricos

ZONA CENTRAL (Región de Atacama a Región del Bío Bío)				
Cultivo	Calentamiento	Aridización	Tendencia dominante	Causa principal
Cultivos de verano en riego	negativo	neutro	negativo	Acortamiento del ciclo
Cultivos de invierno en riego	negativo	neutro	negativo	Acortamiento del ciclo
Cultivos de invierno en seco	positivo	negativo	negativo	Mayor incidencia de sequías
Frutales caducos en riego	negativo	positivo	negativo	Reducción del período de fructificación
Frutales persistentes en riego	positivo	neutro	positivo	Mejora en las temperaturas invernales y reducción de heladas
Plantaciones forestales	negativo	negativo	negativo	Aumento del déficit de agua y estrés térmico estival
Praderas	positivo	negativo	negativo	Aumento del déficit de agua y estrés térmico
ZONA SUR (Región de la Araucanía a Región de Los Lagos)				
Cultivos de verano en seco (papa)	positivo	negativo	positivo	Mejora en las temperaturas estivales
Plantaciones forestales	positivo	negativo	positivo	Mejoran las temperaturas alargando el período de crecimiento

4.6 Riesgos agrometeorológicos: Línea base, A2 2040, A2 2070

4.6.1 Análisis del riesgo de sequías

Los riesgos de sequía pueden tener dos dimensiones según el tipo de agricultura. En el caso de la agricultura de riego, la sequía tiene una connotación más bien hidrológica por cuanto tiene que ver con la dotación de agua disponible en canales. Esta variable sólo puede ser simulada con complejos modelos de escorrentía y redes hidrológicas. En este cálculo de riesgo sólo se hizo referencia a la sequía meteorológica, es decir, aquella que afecta directamente a los cultivos de secano como consecuencia de un déficit pluviométrico. Cabe recordar que estos riesgos ya se encuentran incluidos dentro de los cálculos de rendimiento del modelo SIMPROC.

En general en la zona central aumentarán los riesgos de sequía. En la zona sur, para las siembras de invierno, el riesgo tiende a mantenerse o disminuir levemente, esto se debe a que en esta zona sólo disminuirán las precipitaciones de primavera y verano. Además, producto del alza en las temperaturas, se acortarán los ciclos de vida de estas especies, disminuyendo la exposición de los cultivos a los meses de primavera y verano.

En el caso del trigo, los riesgos de sequía en la zona central aumentarán gradualmente en los nuevos escenarios como consecuencia de la disminución de las precipitaciones y la acentuación de la evapotranspiración. A partir de la Región de la Araucanía, en algunos sectores, se aprecia una leve disminución de estos riesgos en las siembras de otoño-invierno, como consecuencia del acortamiento del ciclo vegetativo, lo que le permite a las siembras reducir sus niveles de exposición a este azar.

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 2040, se aprecia sólo un leve aumento en los riesgos de sequía en las siembras invernales, esto como consecuencia del acortamiento del ciclo de vida con la consecuente reducción de la exposición. En las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, los riesgos se mantienen en el mismo orden de magnitud que en la actualidad.

4.6.2 Análisis del riesgo de heladas

Los riesgos de helada varían considerablemente en los nuevos escenarios climáticos. Se proyecta una sensible disminución en todas las fechas de siembra, la que se va atenuando hacia el sur. Como consecuencia de la disminución del número e intensidad de las heladas, el trigo y las papas registran disminuciones considerables de riesgo en todas las fechas de siembra, aun 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. El maíz, más sensible a las heladas, ve atenuados igualmente sus niveles de riesgo pero de una forma más moderada y manteniendo las formas actuales.

4.6.3 Análisis del riesgo de lluvias dañinas

Este riesgo está referido a precipitaciones superiores a 10 mm/día en períodos críticos como siembra, floración y cosecha. El riesgo de lluvias dañinas es, en general, bajo en Chile, especialmente en las siembras de primavera-verano. En los nuevos escenarios climáticos, se proyecta una disminución de este riesgo 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 debido a que la floración en estos casos tiende a ocurrir dentro del período de lluvias. En el centro-norte estos riesgos se mantienen por debajo de 0,15 y tienden a duplicarse en el sur del país. En todos los casos existe un riesgo próximo o igual a cero para las siembras de primavera.

4.6.4 Riesgo de sequía en trigo

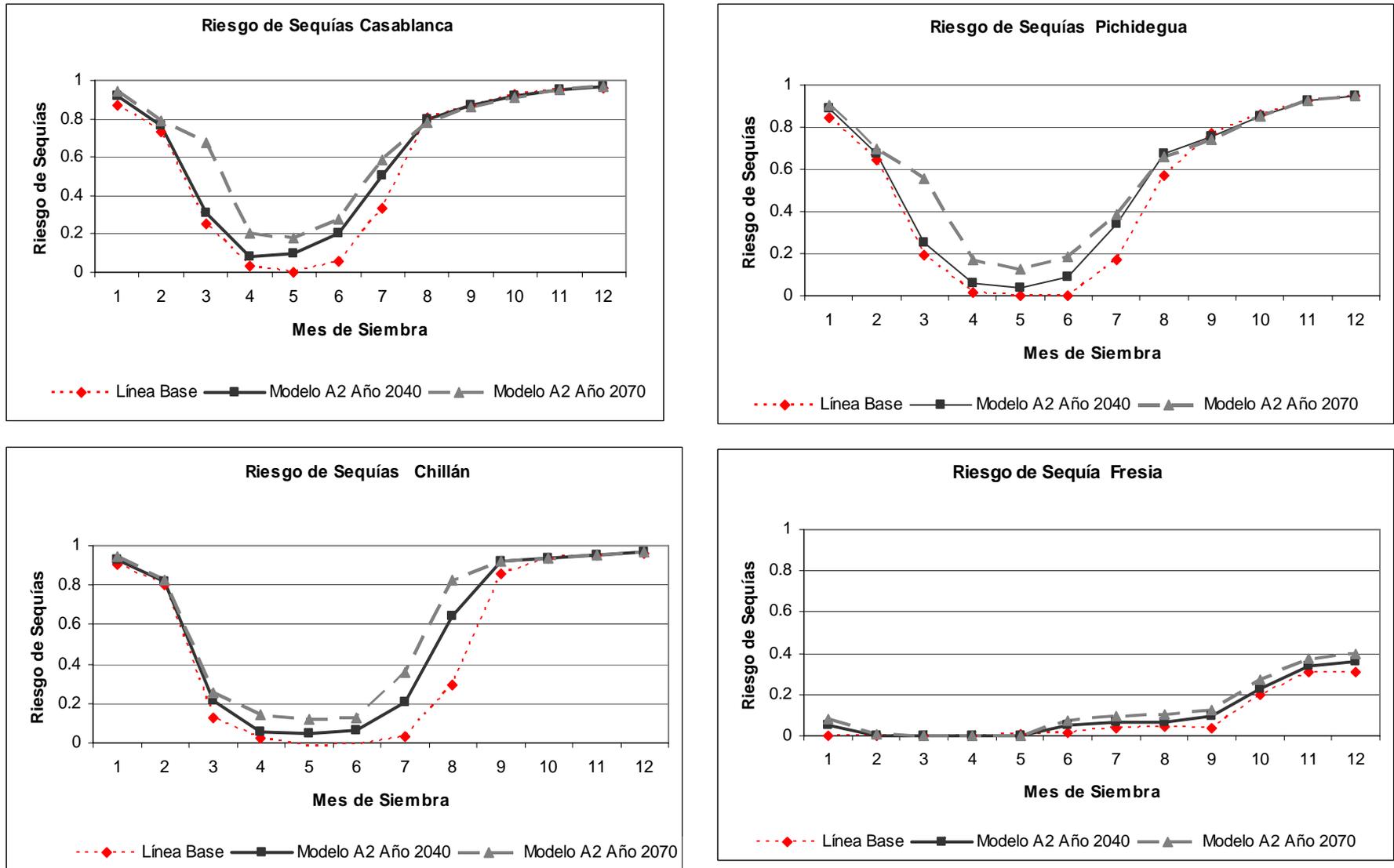


Figura 4.6.1 Riesgo de sequía en trigo para distintos meses de siembra

4.6.5 Riesgo de sequía en maíz

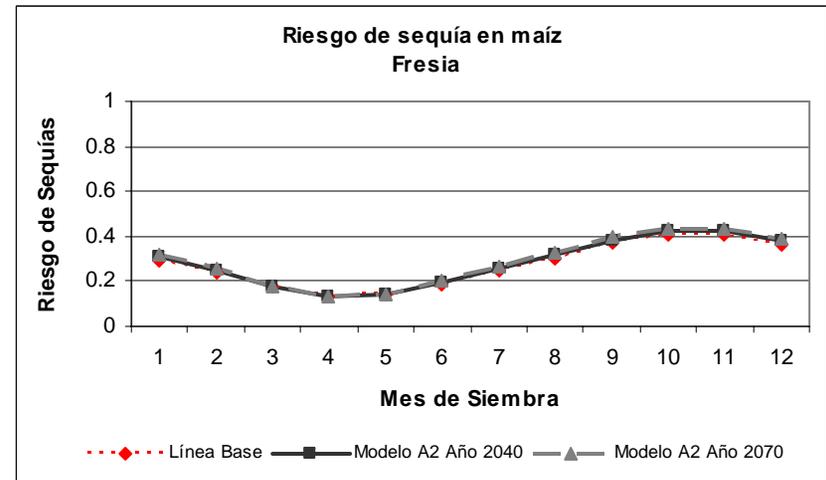
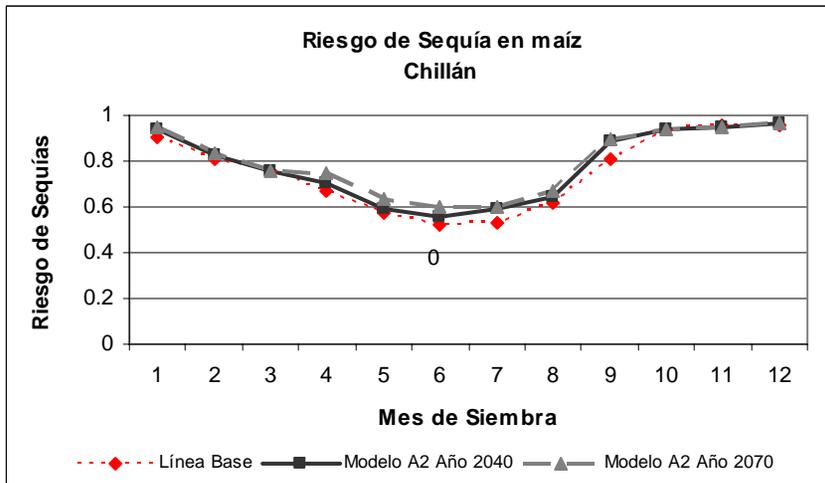
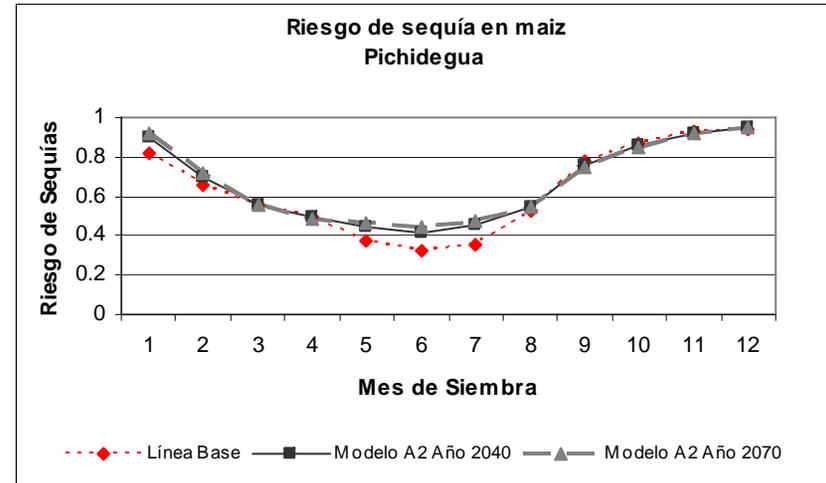
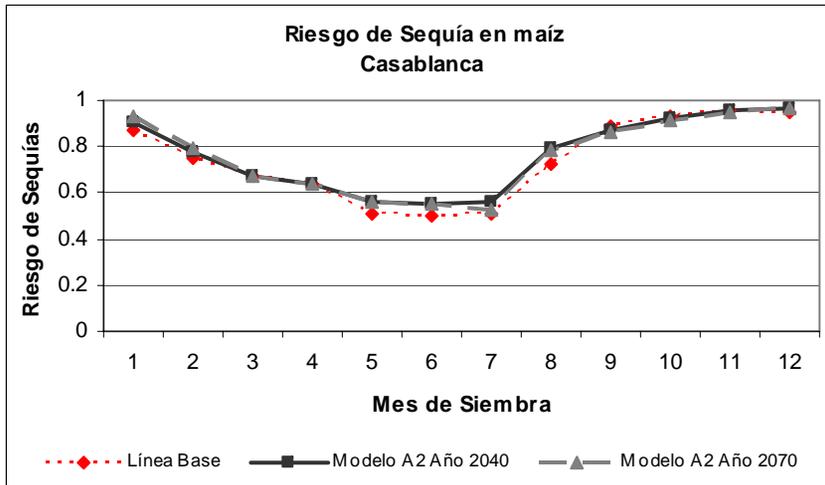


Figura 4.6.2 Riesgo de sequía en maíz para distintos meses de siembra

4.6.6 Riesgo de sequía en papas

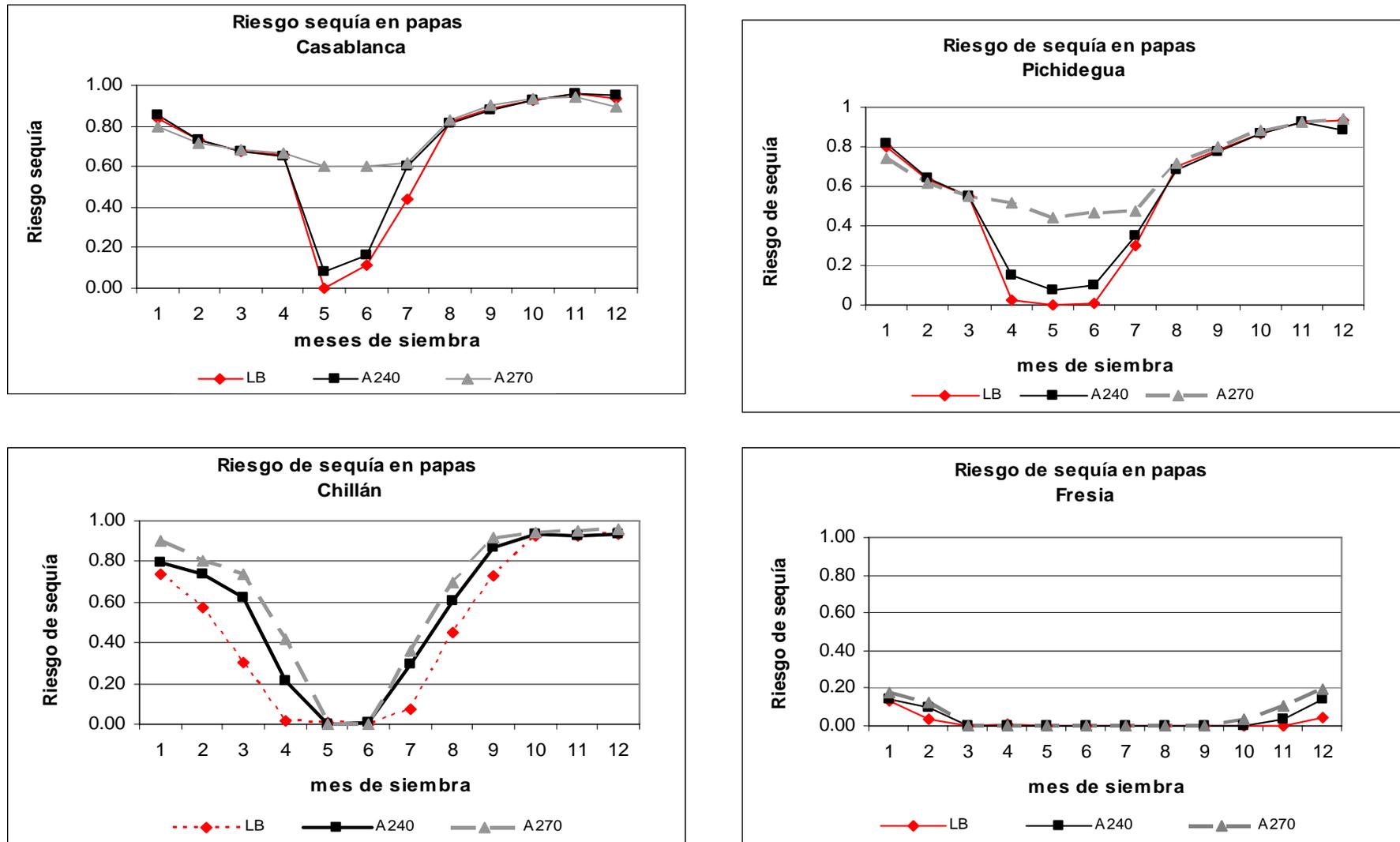


Figura 4.6.3 Riesgo de sequía en papas para distintos meses de siembra

4.6.7 Riesgo de heladas en trigo

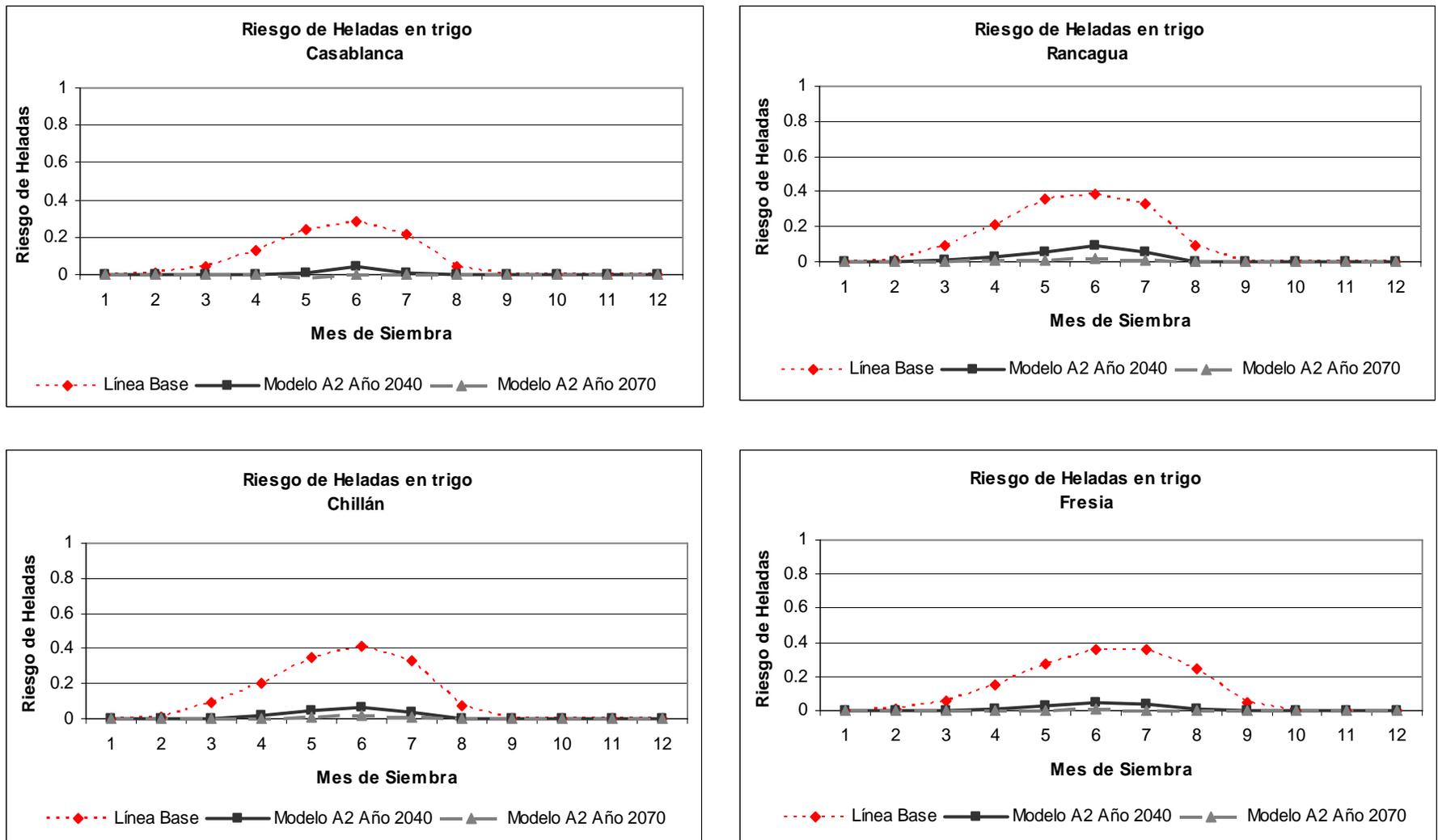


Figura 4.6.4 Riesgo de heladas en trigo para distintos meses de siembra

4.6.8 Riesgo de heladas en maíz

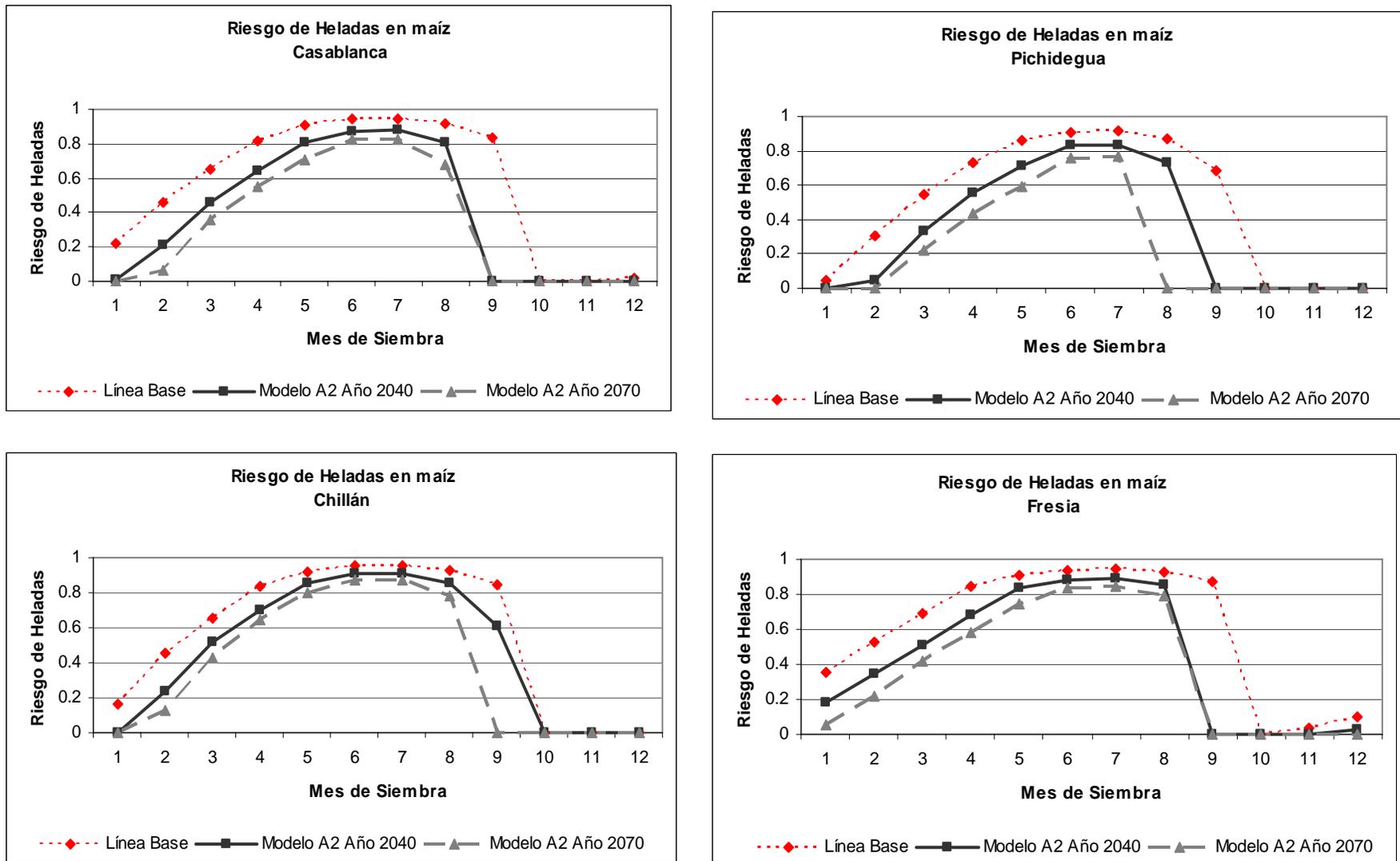


Figura 4.6.5 Riesgo de heladas en maíz para distintos meses de siembra

4.6.9 Riesgo de heladas en papas

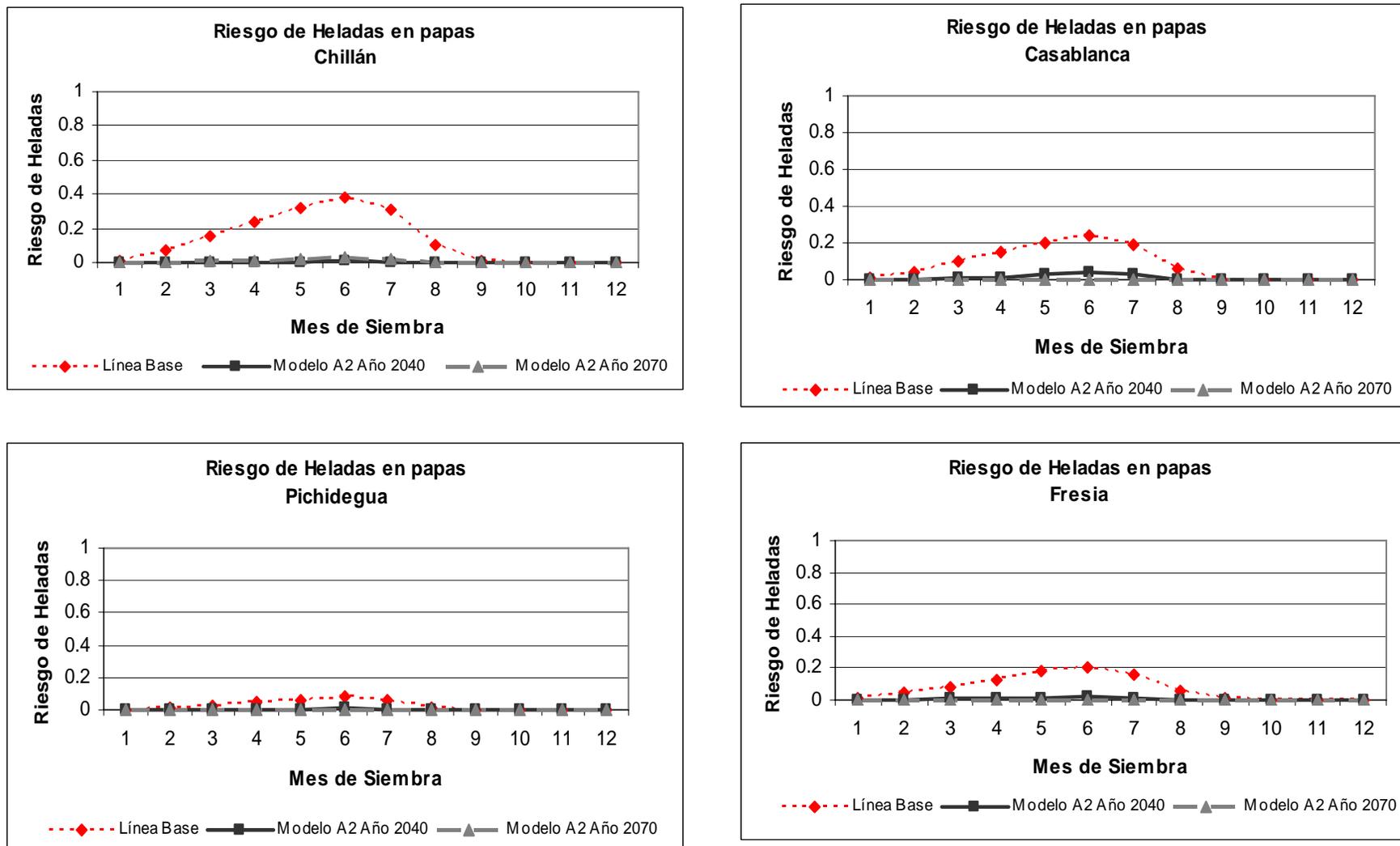


Figura 4.6.6 Riesgo de heladas en papas para distintos meses de siembra

4.6.10 Riesgo de Lluvias dañinas en trigo

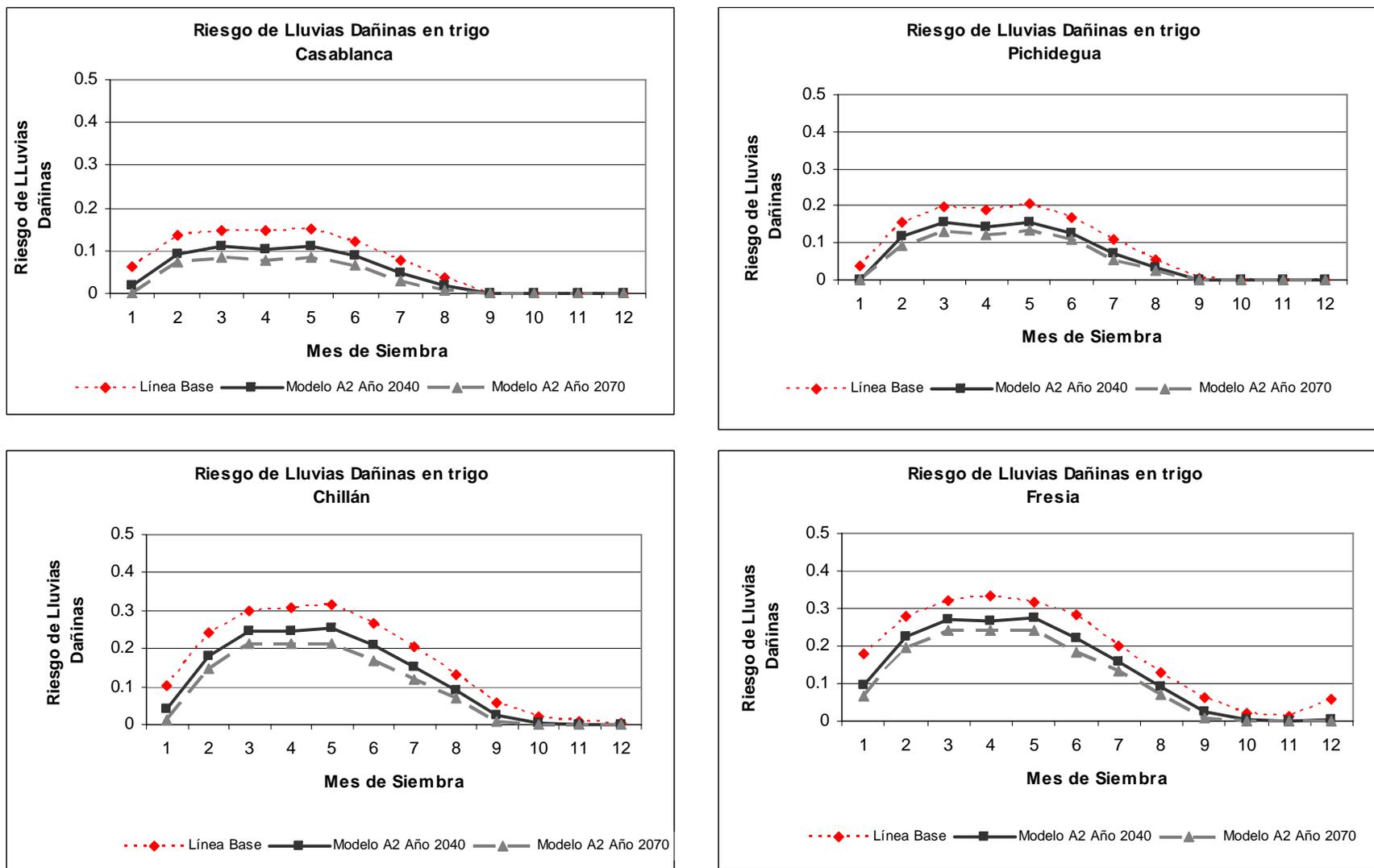


Figura 4.6.7 Riesgo de lluvias dañinas en trigo para distintos meses de siembra

4.6.11 Riesgo de lluvias dañinas en maíz

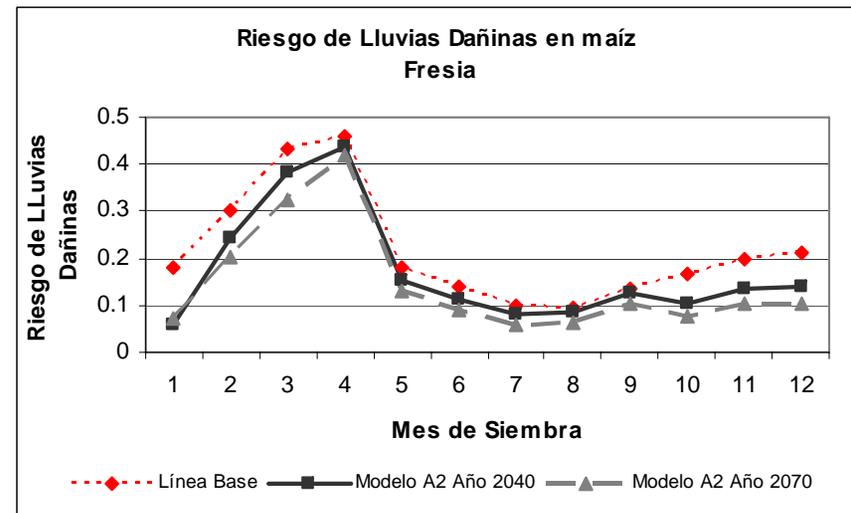
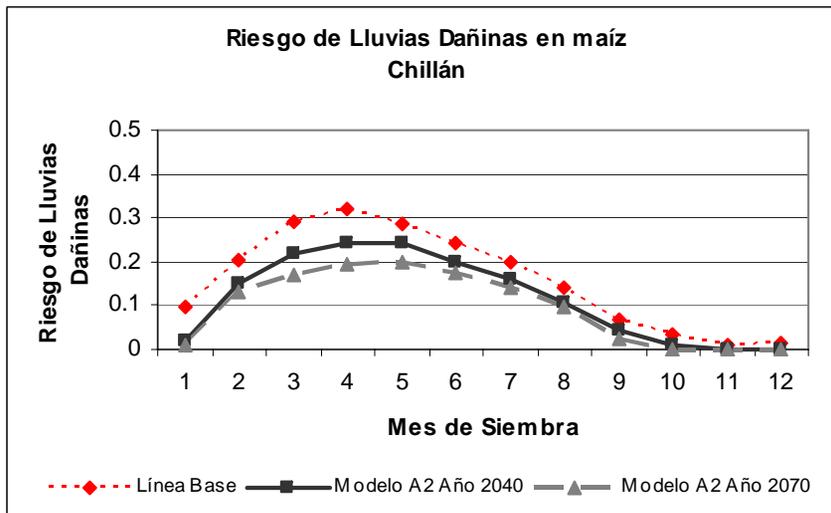
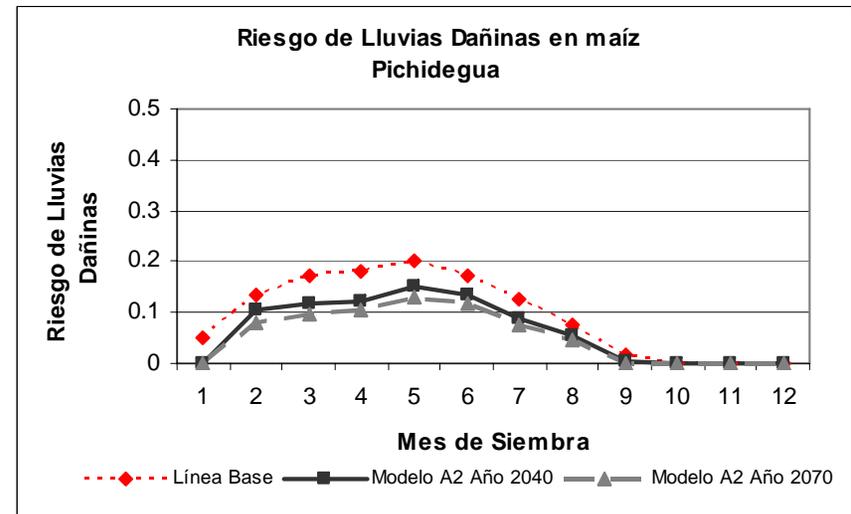
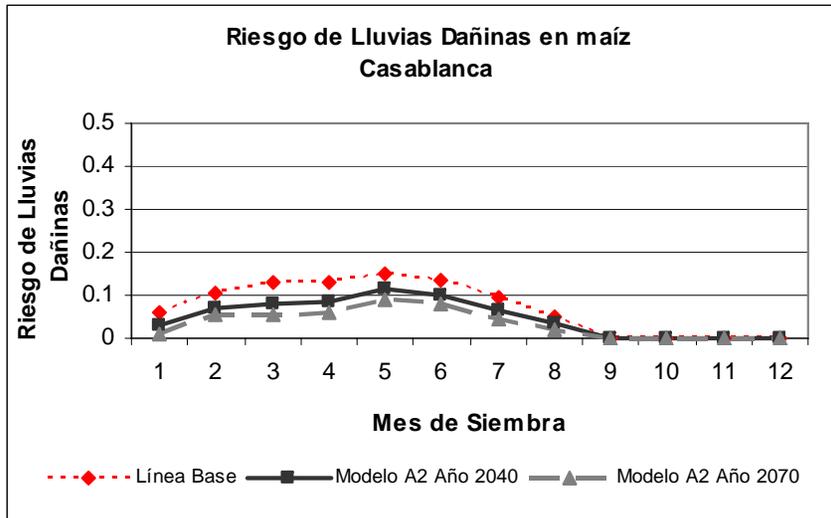


Figura 4.6.8 Riesgo de lluvias dañinas en maíz para distintos meses de siembra

4.6.12 Riesgo de Lluvias dañinas en papas

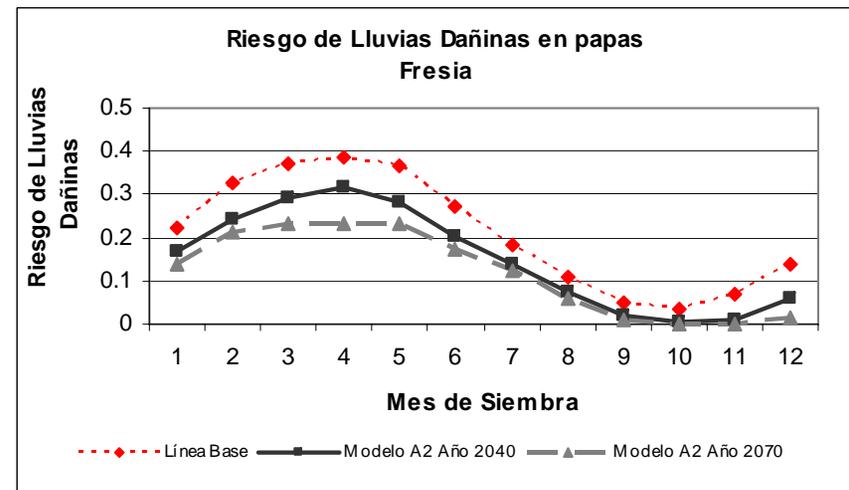
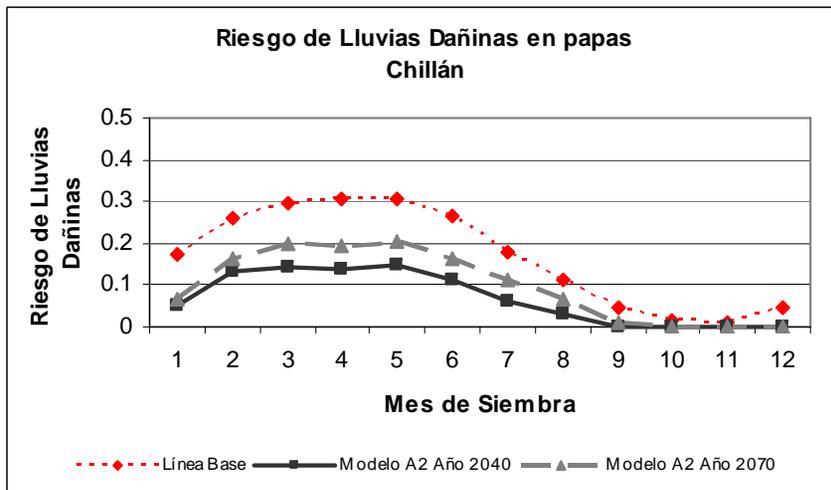
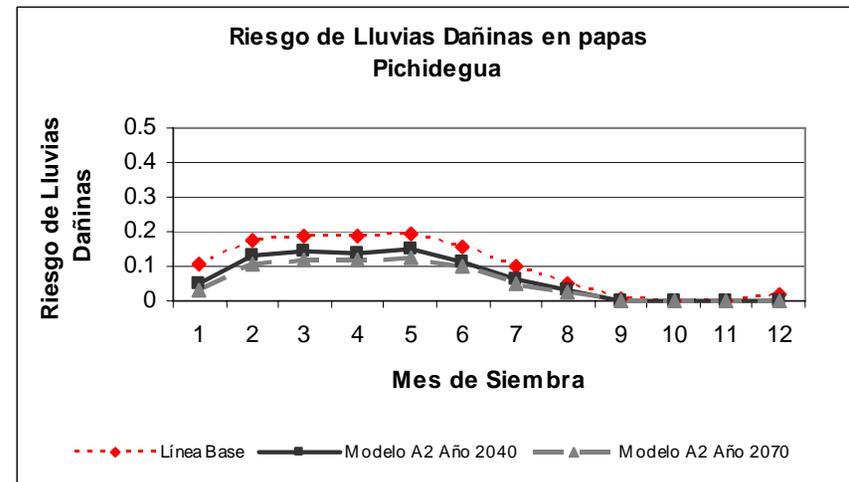
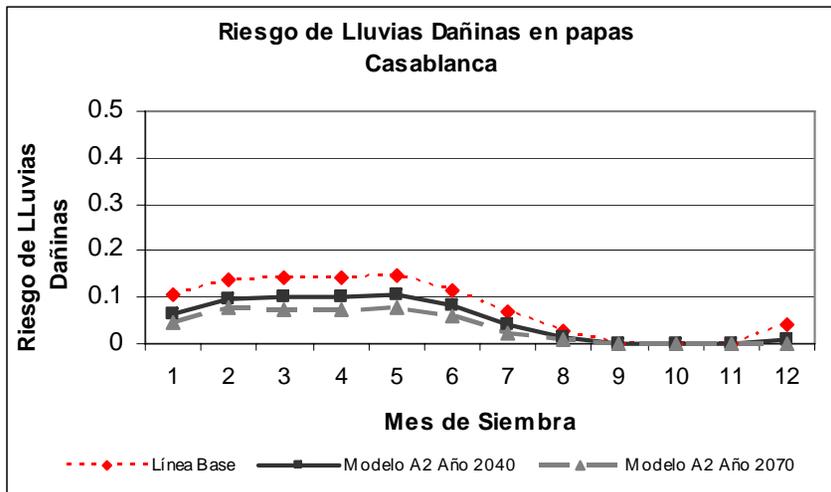


Figura 4.6.9 Riesgo de lluvias dañinas en papas para distintos meses de siembra

5 CONSIDERACIONES FINALES

La mayor parte de las regiones agrícolas del país (Atacama a Los Lagos) sufrirán una aridización como consecuencia de la declinación pluviométrica que continuará durante el siglo XXI. Junto con esta tendencia, las temperaturas seguirán subiendo, llevando los promedios actuales a crecer entre 2 °C y 4 °C en el escenario A2 al final del siglo. Además de estas modificaciones primarias, es posible que otras características secundarias se vean modificadas, como el régimen de vientos, de nubosidad y la frecuencia de eventos críticos en relación a temperaturas extremas. Este hecho podría desplazar las actuales zonas climáticas hacia el sur, especialmente en lo que se refiere a la fruticultura y la silvicultura. Una consecuencia importante del calentamiento de la zona central será el ascenso de la isoterma de 0 °C en la cordillera de los Andes, la que podría moverse varias centenas de metros hacia arriba en dicha cordillera, reduciendo la precipitación sólida en las cuencas, favoreciendo un aumento del escurrimiento invernal en perjuicio del estival. Este hecho, sumado a una menor pluviometría, podría reducir la disponibilidad de agua, especialmente en el período estival.

La declinación pluviométrica y el aumento de la temperatura tienen, sobre los cultivos de verano, un efecto negativo en los rendimientos en el centro-norte y zona central, los que se potencian mutuamente. De esta manera la agricultura de secano recibe el impacto de ambos factores en conjunto, mientras que la agricultura de riego, sólo se ve afectada por el alza en la temperatura.

Los cultivos de invierno (cereales, remolacha, arvejas, habas) se ven beneficiados por el alza en la temperatura. En el caso de los cultivos anuales, las modificaciones en el régimen térmico permitirán cambiar sus fechas de siembra, lo que reduciría en parte los efectos negativos provocados por la disminución de las precipitaciones. La atenuación del régimen de heladas permitiría adelantar en varios meses la fecha de siembra de los cultivos de verano, lo que, a su vez, posibilita el aprovechamiento de las precipitaciones invernales. Estos cambios en la fecha de siembra tendrían como única limitación la imposibilidad de sembrar en suelos húmedos, a la salida de invierno, lo que sería especialmente relevante en suelos arcillosos.

Los frutales de hoja caduca podrían extender su área de cultivo hacia las regiones del Bío Bío, de la Araucanía, de Los Ríos y de Los Lagos. El alza en la temperatura y la reducción de las heladas invernales favorecerá a las especies subtropicales, las que podrían mejorar sensiblemente su potencial en casi todas las regiones del país. El bosque plantado de pino y eucalipto ampliaría su zona de producción hacia la X Región. Por el contrario, en la zona central, regiones Metropolitana, de Valparaíso y de O'Higgins, el potencial productivo podría deteriorarse como consecuencia del aumento de la aridez.

Las praderas desde la Región de Coquimbo hasta la Región de Los Lagos, en general reducirán su potencial productivo. Existen algunas zonas en el valle central y precordillera de la zona central donde podría aumentar el rendimiento, debido a un inicio más temprano de su ciclo de crecimiento, mejorando con ello la productividad. Es posible que, a pesar de esto, el aumento en la variabilidad de las precipitaciones haga aun más difícil el ajuste de la carga animal en el futuro, impidiendo con ello una mayor productividad de los sistemas de producción animal.

Los cultivos muestran aumentos y disminuciones en necesidades de riego dependiendo de la zona del país. En general, de la Araucanía al sur, los incrementos se hacen más notables

debido a los aumentos en la evapotranspiración, producto de aumentos en los niveles de radiación solar.

Por otra parte, todos los frutales analizados presentan aumentos en los requerimientos de riego en todo el país, lo que sugiere la necesidad de crear y mejorar la infraestructura de riego de las regiones afectadas. Un aspecto de especial relevancia se refiere a los cambios negativos que podrían afectar a la hidrología de la cordillera de los Andes. El adelanto de los máximos de escorrentía hacia las estaciones de primavera e invierno reducirá fuertemente la disponibilidad de agua durante el período de mayor demanda por la agricultura en aquellas cuencas que no cuenten con obras de regulación hidrológica (Ver estudio de [Impactos en los Recursos Hídricos de Chile Frente a Escenarios de Cambio Climático](#))

En el extremo austral, un aumento en las temperaturas favorece los rendimientos, mientras que un aumento en las precipitaciones es perjudicial desde el punto de vista sanitario. En varios casos los nuevos escenarios climáticos desplazarán los períodos de siembra. El alza de las temperaturas invernales permitirá adelantar las siembras de los cultivos de verano, situación que podrá ser aprovechada sólo en la medida de que la humedad del suelo a salidas de invierno lo permita. Globalmente, se proyectan cambios positivos o negativos sobre la producción agrícola. La neutralización de los negativos requerirá de un rediseño de los sistemas de producción, especialmente en lo referente a las fechas de siembra de los cultivos anuales y al uso de variedades de ciclo largo, capaces de mantener los niveles de producción a pesar del aumento de la temperatura. El aprovechamiento de los cambios positivos requiere de un cambio en las fronteras agropecuarias así como del mejoramiento de la infraestructura de riego del país.

Una interesante externalidad positiva de los cambios climáticos podría emerger del acortamiento de los ciclos de vida de las especies cultivadas. Esto podría posibilitar la implementación de sistemas de producción basados en más de un cultivo por año, lo que permitiría mantener o aumentar la rentabilidad del plan anual de cultivos, aun en casos en que se registren disminuciones en la productividad de las especies por separado.

En lo que sigue se reseñan las principales acciones de un plan de prevención y mitigación, clasificadas según su naturaleza:

Ordenamiento territorial

Se requerirá de un plan de ordenamiento que regule de manera eficaz los usos del territorio, previniendo la excesiva exposición de la población y de las actividades productivas a los riesgos naturales. En este plan deberán estar consideradas las tendencias ambientales que podrían llevar a situaciones de crisis de no existir regulaciones, y que pueden ser aceleradas por un fenómeno de Cambio Climático. Algunas de estas tendencias son la disminución del suelo arable *per cápita*, disminución de la disponibilidad de agua, la pérdida acelerada de recursos fitogenéticos y zoogenéticos, la desertificación del territorio, la degradación del suelo (debido principalmente a la erosión) y la contaminación de las aguas superficiales. Se sugieren las siguientes acciones:

- Reforestar las cuencas hidrográficas como medida precautoria de avalanchas.
- Fomentar el cambio de uso del suelo en áreas vulnerables y donde los cambios climáticos sean negativos para la situación actual.

- Definir áreas de riesgo dando directrices que eviten la instalación de asentamientos humanos o actividades productivas en zonas sensibles. Esto dice relación especial con la escasez de agua o el riesgo de avalanchas o inundaciones.
- Elaborar e implementar un programa de protección de humedales, para aquellos que se expongan a riesgos por la menor disponibilidad de agua.
- Prevención de la salinización de los suelos en zonas áridas y semiáridas.
- Reforzamiento de los programas nacionales de acción para prevenir la desertificación y la erosión de los suelos.
- Fomento a los programas de conservación de suelos
- Estudiar las áreas más vulnerables a la pérdida de biodiversidad, estableciendo nuevas áreas protegidas que prevengan la extinción masiva de especies en riesgo.

Capacitación

Un plan de prevención y mitigación no será eficaz si no se incluye la capacitación de los distintos actores sociales que deben intervenir. Se proponen las acciones siguientes:

- Capacitación de los agricultores para un manejo eficiente del agua de riego.
- Capacitación de los profesionales responsables de los programas de transferencia de tecnología, para entregar asesorías en sistemas de riego de alta eficiencia.
- Orientar a los agricultores para el proceso de cambio de uso del suelo, así como para la adopción de nuevos calendarios de siembra en áreas sensibles.
- Crear una conciencia social sobre los impactos posibles de los cambios climáticos y de las medidas de prevención y mitigación al alcance de cada actor de la sociedad.

Investigación y estudios

El plan deberá ser alimentado permanentemente por información confiable que sirva para dimensionar los problemas y para diseñar las estrategias de acción. El plan deberá ajustarse constantemente a la cambiante realidad y a la disponibilidad de nueva información, mucha de la cual no puede ser importada desde realidades diferentes. Se propone:

- Evaluación de los recursos de aguas subterráneas en las distintas cuencas, especialmente de Santiago al norte.
- Implementación de sistemas de alerta temprana de eventos de El Niño y La Niña.
- Implementación de una red de comunicaciones y difusión que permita un fluido acceso a la información de las técnicas de riego, a información meteorológica y a las alertas

tempranas.

- Fomentar la investigación y uso de sistemas de control integrado de plagas y enfermedades.
- Estudiar el reemplazo de variedades de cultivos resistentes al estrés térmico e hídrico, que permitan atenuar el impacto de los cambios climáticos, obteniendo beneficio de ellos cuando sea posible.
- Reforzamiento de los programas tendientes a proteger la biodiversidad en áreas vulnerables (especialmente aquellas que sean afectadas por disminuciones en la precipitación).

Adecuación de la Infraestructura

El plan de mitigación deberá contemplar una importante acción de mejoramiento y ampliación de la infraestructura de regulación hidrológica, que tienda a neutralizar una posible disminución de los recursos hídricos de las zonas norte y central del país, a la vez que a prevenir el riesgo de inundaciones a lo largo de toda la geografía. Se sugieren las acciones siguientes:

- Ampliación de la capacidad de regulación hidrológica de las cuencas, mediante construcción de obras que tiendan a aumentar la capacidad de almacenamiento de agua.
- Mejoramiento de la eficiencia del sistema de distribución extra predial de agua, ampliación de la red de canales de distribución y revestimiento de los canales principales.
- Tecnificación del riego mediante un activo programa de transferencia de tecnología.
- Mejorar el sistema de afloros y partidores, con el fin de tener un mejor control de la distribución del agua.
- Mejoramiento de la red agrometeorológica nacional, ampliando su cobertura geográfica y capacitándola para generar información aplicable a la gestión de los sistemas de riego.
- Construir obras de control de escorrentía en las partes altas de las cuencas, como sistema de prevención de avalanchas e inundaciones.
- Sistemas de drenaje en regiones australes para prevenir inundaciones.
- Aumento de la inversión en sistemas de reciclaje de aguas urbanas, especialmente en las zonas central y norte del país.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alwang, J., P.B. Siegel and S.L. Jorgensen. 2001. Vulnerability: A view from different disciplines. Social Protection Discussion Paper Series, N° 0115. World Bank, p.42. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/SOCIALPROTECTION/Resources/SP-Discussion-papers/Social-Risk-Management-DP/0115.pdf> Visited: 24th January 2006.

Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente). 63 p.

IPCC (International Panel on Climate Change). 2001. Climate change 2001. Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Watson, R.T. *et al.* (Eds.), Cambridge University Press, New York, 398 p.

IPCC (International Panel on Climate Change). 2007a. Cambio climático 2007: Impacto, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. Parte de la contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Disponible en: <http://195.70.10.65/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-frontmatter-sp.pdf>

IPCC (International Panel on Climate Change). 2007b. Climate change 2007: Mitigation. Summary for policymakers. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz, B. *et al.* (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. 852 p.

IGM (Instituto Geográfico Militar). 2007. Atlas geográfico para la educación. Ed. IGM. Santiago, Chile. 256p.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) y CONADI (Corporación Nacional de Desarrollo Indígena). 2001. Agricultura mapuche. Análisis socioespacial a partir del VI Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Mapuches/Mapuches.pdf> Leído el: 10 de marzo de 2008.

CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente). 1999. Primera Comunicación Nacional bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas. 153 p.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2008. Nairobi Working Programme. Compendium on methods and tools to evaluate impacts of, and vulnerability and adaptation to, climate change. 4-111 p.

Rodríguez, M. 1989. Geografía agrícola de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 318 p.

Sánchez, A. y R. Morales. 2000. Las regiones de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 262 p.

Santibáñez, F. 1998. Simulador de la productividad de cultivos (SIMPROC). Revista de Agrometeorología, Argentina. 25 p.

Silva, G.M., G. Castellaro y F. Santibáñez. 1992. Solar radiation interception and growth of arid annual mediterranean grassland. *Avances en Producción Animal*, 17(1-2):45-51.

Santibáñez, F., G.M. Silva y G. Castellaro. 1992. Simulation of growth and development of annual mediterranean grasslands. *Avances en Producción Animal* 17(1-2):65-79.

Santibáñez, F. y J.M. Uribe. 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 66 p.

Santibáñez, F. y J.M. Uribe. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 66 p.

Santibáñez, F. 1991. Variations agroclimatiques possibles en Amerique du Sud dans le siècle XXI. *Société Météorologique de France, Paris. La Météorologie VII série* 38,17-24.

Santibáñez, F. 1994. Chapter 18: Climatic requirements of temperate crops. *In: Griffith, J. (Ed.) Handbook of agrometeorology*. Oxford University Press, New York.

7 GLOSARIO

Déficit hídrico mensual: Corresponde a los valores positivos de la diferencia entre evapotranspiración y precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego dentro del mes.

Días cálidos: Número de días cálidos por mes (días en que la temperatura máxima supera 25°C).

Emisiones: En el contexto de Cambio Climático, se entiende por emisiones la liberación de *gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles* en la *atmósfera*, en una zona y un período de tiempo específicos (IPCC, 2007).

Escenario de emisiones: Representación plausible de la evolución futura de las emisiones de sustancias que son, en potencia, radiativamente activas (por ejemplo, gases de efecto invernadero o aerosoles), basada en un conjunto de hipótesis coherentes e internamente consistentes sobre las fuerzas impulsoras de este fenómeno (tales como el desarrollo demográfico y socioeconómico, y el cambio tecnológico) y sus relaciones clave. Los escenarios de concentraciones, derivados a partir de los escenarios de emisiones, se utilizan como insumos en una simulación climática para calcular proyecciones climáticas. En IPCC (1992), se utilizó un conjunto de escenarios de emisiones como base para las proyecciones climáticas en IPCC (1996). Estos escenarios de emisiones se refieren a los escenarios IS92. En el Informe Especial del IPCC: Escenarios de Emisiones (Nakicenovic *et al.*, 2000), se publicaron nuevos escenarios de emisiones, los llamados Escenarios del IEEE. Para comprender algunos de los términos relacionados con estos escenarios, véase Escenarios del IEEE.

Escenarios del IEEE: Los Escenarios del IEEE son *escenarios de emisiones* desarrollados por Nakicenovic *et al.* (2000) y utilizados, entre otros, como base para la realización de *proyecciones climáticas* en la contribución del GTI del IPCC al Tercer Informe de Evaluación (IPCC, 2001a). Los siguientes términos son de gran importancia para comprender adecuadamente la estructura y el uso del conjunto de Escenarios del IEEE:

Conjunto (de escenarios): Escenarios que tienen un *guión* semejante desde el punto de vista demográfico, económico, social y en cuanto a cambio técnico. Los escenarios del IEEE comprenden cuatro conjuntos de escenarios: A1, A2, B1 y B2.

Grupo (de escenarios): Escenarios dentro de un conjunto que reflejan una variación constante del guión. El conjunto de los escenarios A1 incluye cuatro grupos designados A1T, A1C, A1G, y A1B que exploran estructuras alternativas de sistemas energéticos futuros. En el Resumen para Responsables de Políticas de Nakicenovic *et al.* (2000), los grupos A1C y A1G se han combinado en un grupo de escenarios A1FI 'que utiliza combustibles fósiles en gran medida'. Los otros tres conjuntos de escenarios tienen un grupo cada uno. La serie de escenarios del IEEE que se refleja en el Resumen para Responsables de Políticas de Nakicenovic *et al.* (2000) consiste en seis grupos de escenarios diferentes, todos ellos igualmente apropiados y que recogen de forma conjunta la gama de *incertidumbres* asociadas con los forzamientos impulsores y las emisiones.

Escenarios ilustrativos: Escenarios que son ilustrativos para cada uno de los seis grupos de escenarios reflejados en el Resumen para Responsables de Políticas de Nakicenovic *et al.* (2000). Incluyen cuatro marcadores de escenarios revisados para los

grupos de escenarios A1B, A2, B1, B2, y dos escenarios adicionales para los grupos A1FI y A1T. Todos los grupos de escenarios son igualmente apropiados (IPCC, 2007).

Marcador (de escenario): Escenario que se colocó originalmente, en forma de proyecto, en el sitio web del IEEE para representar un determinado conjunto de escenarios. La elección de los marcadores estaba basada en las cuantificaciones iniciales que mejor reflejaban la historia y las características de las simulaciones específicas. Los marcadores no tienen un mayor grado de probabilidad que los demás escenarios, pero el equipo de redacción del IEEE los considera ilustrativos de un guión determinado. Se incluyen en una forma revisada en Nakicenovic *et al.* (2000). Estos escenarios han sido objeto de un examen pormenorizado por parte de todo el equipo de redacción, además de un amplio proceso abierto por parte del IEEE. Los escenarios también se utilizan para ilustrar los otros dos grupos de escenarios.

Guión (de escenario): Descripción narrativa de un escenario (o conjunto de escenarios) que subraya las principales características del escenario, las relaciones entre las principales fuerzas impulsoras y la dinámica de su evolución. (IPCC, 2007)

Evapotranspiración: Proceso combinado de evaporación de la superficie terrestre y transpiración de la vegetación.

Heladas: Número promedio de heladas por mes (temperatura mínima menor que 0 °C).

Horas de frío: Horas mensuales en que la temperatura permanece por debajo de 7 °C, lo que corresponde al umbral de frío requerido por especies de hoja caduca para romper en forma satisfactoria el receso invernal.

Horas de frescor: Horas con temperaturas menores a 10 °C.

Respiración: Proceso por el que los organismos vivos convierten la materia orgánica en dióxido de carbono, emitiendo energía y consumiendo oxígeno (IPCC, 2007).

Suma de días-grados: Suma de temperaturas efectivas ($T > 10$ °C). Constituye un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo y maduración de las especies vegetales. La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con la mayor suma de temperaturas efectivas.

ANEXO I: Divisiones Comunales

División comunal – Zona Norte Grande

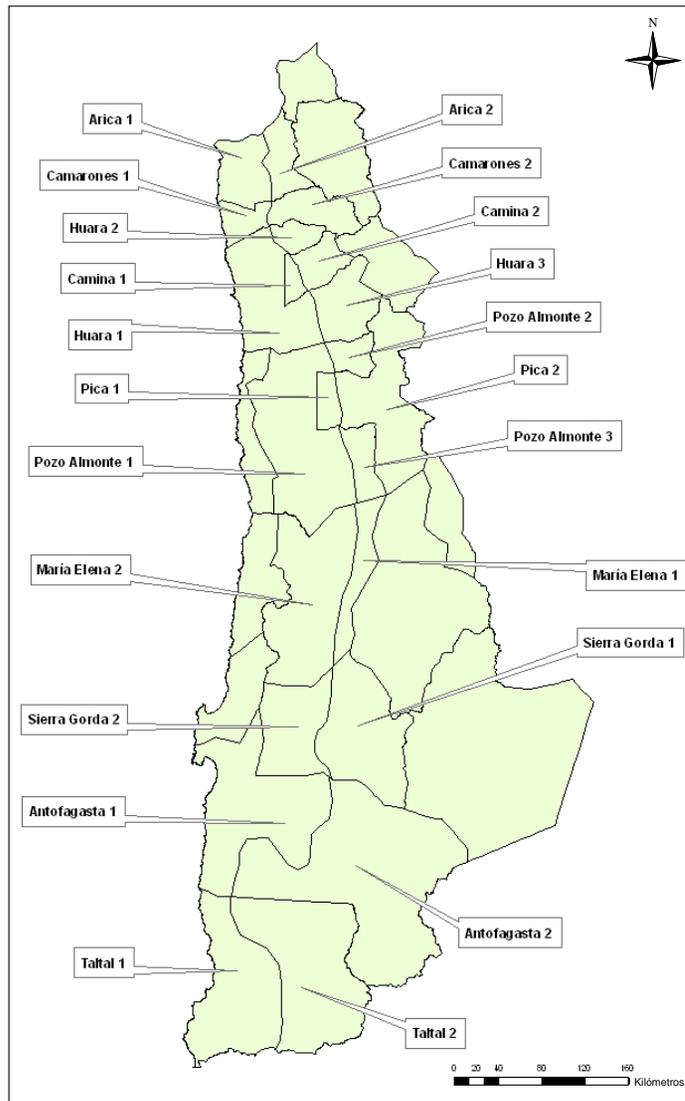


Figura I.1 Divisiones comunas Norte Grande

División comunal – Zona Norte Chico

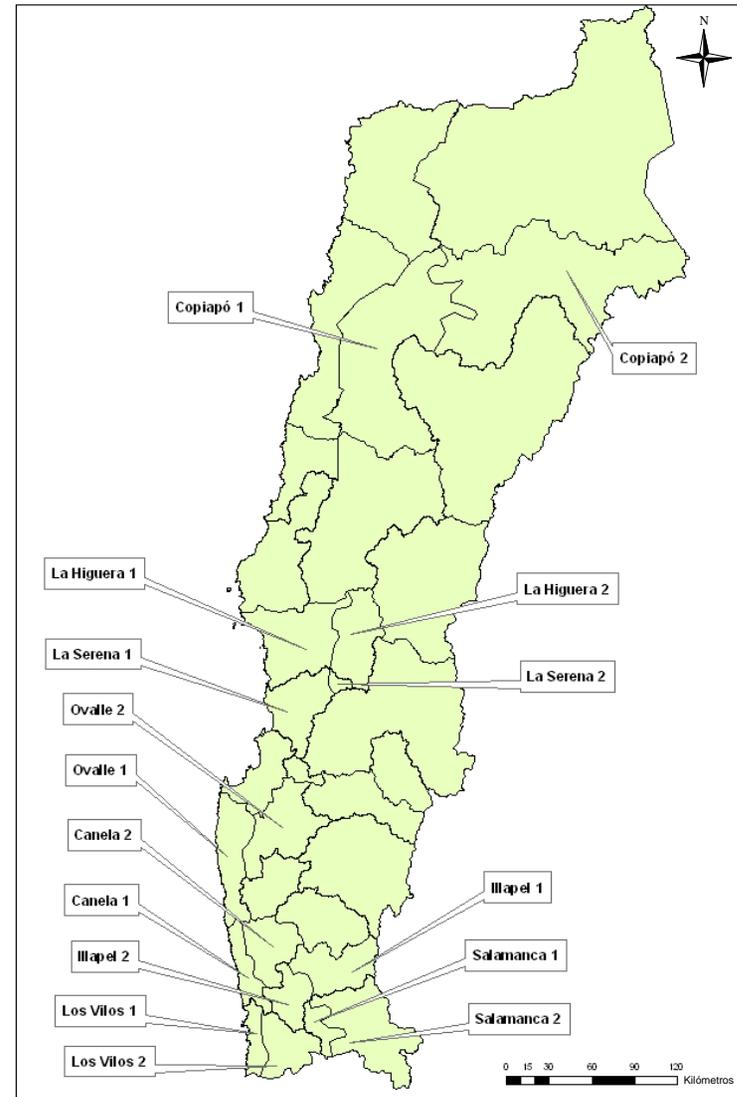


Figura I.2 Divisiones comunas Norte Chico

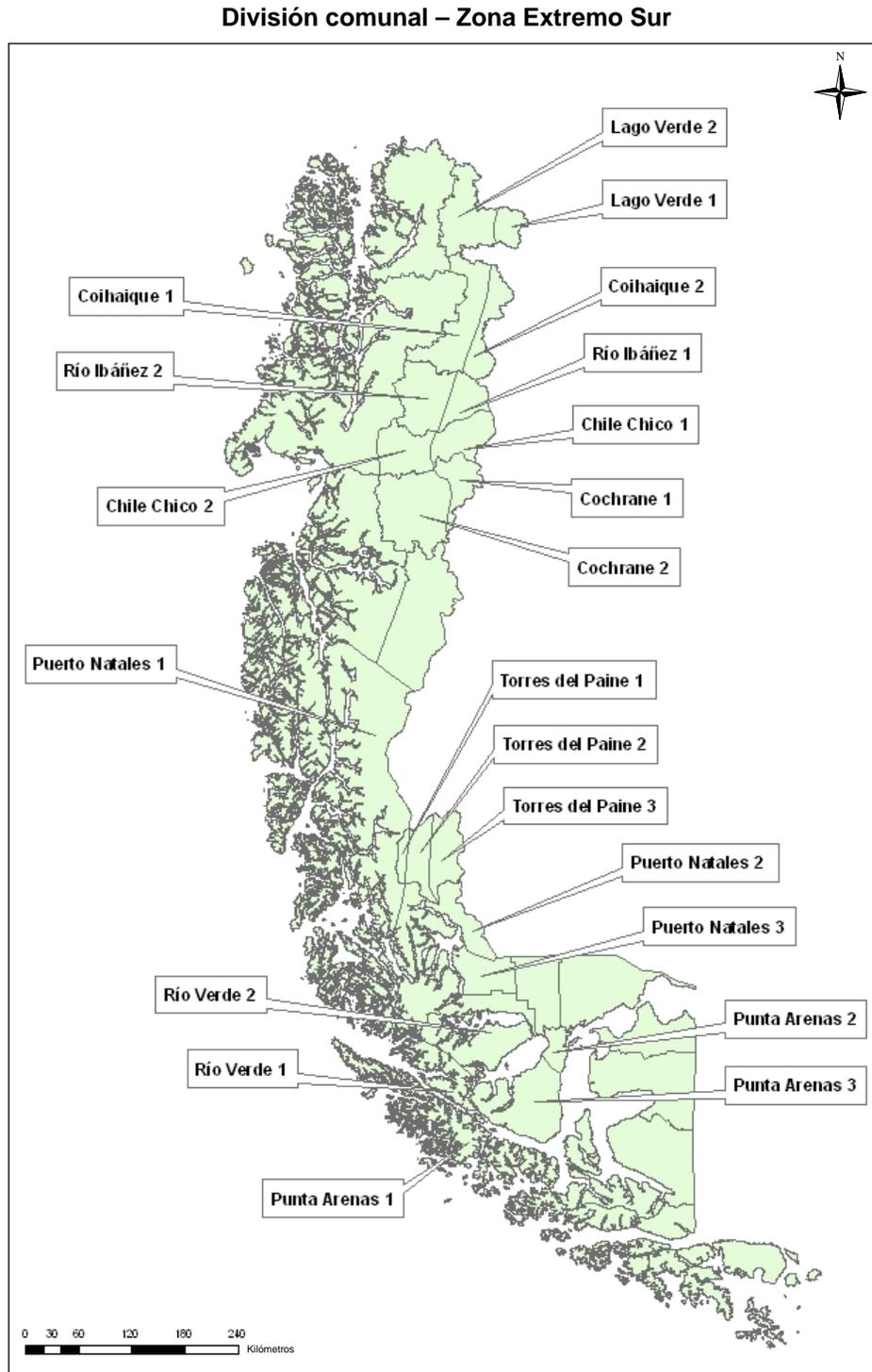


Figura I.3 Divisiones comunas Zona Austral

ANEXO II: Tablas resumidas de productividad por comunas

Tabla II.1 Productividad de trigo en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	9	8	9	9	0	4,5	8,6	2,2	5,1	0	629	741	552	685,9
	Valle Central	Arica 1	6	10	10	10	10	5,2	2,8	2,6	3	2,8	519,3	610	627	599	616,4
	Precordillera	Arica 2	4	6	1	7	7	11	5,5	3,8	7,1	4,9	844	568	572	693	596,5
II	Costa	Antofagasta 1	4	5	6	5	6	10,2	6	4,1	7	5,3	691,4	492	492	555	532,8
	Valle Central	Antofagasta 2	10	4	4	4	4	10,4	10,2	9,7	10,2	10,2	1204	1095	1207	1183	1223
	Precordillera	San Pedro Atacama	8	6	5	7	6	7,5	7,3	8	7,2	7,4	788,3	835	946	858	894,2
III	Costa	Caldera	4	5	6	5	5	8,8	6,6	5,5	7,2	6,2	462,7	426	422	471	404,4
	Valle Central	Copiapó 1	4	5	6	4	5	9,7	7,1	6	7,7	6,6	569,4	491	494	520	484,6
	Precordillera	Tierra Amarilla	5	4	4	4	4	9,8	10	9,5	10	9,6	775,6	775	803	813	790,5
IV	Costa	La Serena 1	5	4	4	4	4	9,9	8,7	8	9,1	8,6	531,7	463	459	499	484,6
		Coquimbo	4	4	5	4	4	9,6	8,4	7,4	8,7	8	435,9	435	456	436	434,8
	Valle Central	La Higuera 2	5	4	5	4	4	9,5	8,5	7	9	8,3	571	509	535	553	539,1
	Precordillera	Alto del Carmen	4	6	7	5	6	9,2	5,6	4	6,7	5,4	490,8	408	469	436	433,4
V-RM	Costa	Quintero	5	4	5	4	5	9,8	8,7	7,8	8,9	8,5	309,3	238	276	229	287,5
		San Antonio	5	4	4	4	4	9,4	8,8	8,7	9	8,8	304,2	245	274	267	245,5
		Casablanca	5	4	4	5	4	9,8	9,3	9,1	9,5	9,4	299,4	269	263	311	274,7
	Valle Central	Padre Hurtado	5	4	4	5	4	8,9	8,9	9	9,2	9,1	354,4	277	305	372	282,1
		Buín	5	4	4	4	4	9	9	8,9	8,9	9,1	308,3	281	312	263	287,5
		Isla de Maipo	5	4	4	4	4	10,1	9,4	9,2	9,7	9,4	334,4	263	287	291	270,5
Precordillera	Puente Alto	5	4	4	4	4	9,6	9,4	8,7	9,5	9,1	351,6	292	238	272	256,1	
	Pirque	5	4	4	4	4	8,9	9,4	9	9,4	9,4	341,2	290	292	273	296,6	
VI	Costa	Litueche	4	4	4	4	4	9,1	8,5	8	8,8	8,5	231,5	207	177	233	206,7
		Pichilemu	5	4	4	5	4	9,8	9,3	9,2	9,7	9,4	214	239	262	253	241,1
		Paredones	6	5	5	5	5	9,9	9,3	9,3	9,7	9,3	320,6	258	284	235	213,2
	Valle Central	Pichidegua	5	4	4	4	4	9,2	9	8,9	9	9,1	231,3	256	277	244	261,1
		Palmilla	5	4	4	4	4	9,2	9,1	9,2	9,4	9,2	215,6	252	276	261	247,1
		San Vicente	5	4	4	4	4	9,7	9,3	8,9	9,3	9,3	230,2	260	244	243	260,8
	Precordillera	Machalí	5	4	4	4	4	9,7	9,6	9,2	9,3	9,5	305,2	274	249	258	282
		Requínoa	6	4	4	5	4	9,1	9	9,1	9,3	9,1	376,2	271	301	346	276
	San Fernando	6	4	4	5	4	9,2	9,3	9,2	9,2	9,1	358,7	304	300	314	271,7	

Tabla II.1 Productividad de trigo en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	5	4	5	5	4	10,8	9,7	9,4	10,2	9,7	249,3	257	332	274	261,1
		Licantén	5	5	4	5	5	10,5	9,5	9,4	10	9,5	249,3	278	273	273	246
		Vichuquén	5	5	4	5	5	10,3	9,5	9,4	10	9,5	233,9	269	265	243	231,7
	Valle Central	Maule	5	4	4	4	4	8,6	8,9	8,9	8,8	9	224	261	286	238	267,2
		Talca	5	4	4	4	4	8,5	8,9	8,9	8,7	9	220,9	262	290	240	265,5
	Precordillera	Curicó	9	5	5	5	5	10,8	9,5	9,7	8,7	9,2	776,7	297	353	292	305,1
		Molina	11	5	4	5	5	8,7	9,4	9,4	9,5	9,4	720,8	245	277	269	250,2
VIII	Costa	San Clemente	11	5	4	4	4	9,9	9,5	9,4	8,8	9	726	283	269	225	225,3
		Talcahuano	10	5	4	5	5	10,3	9,8	9,3	9,8	9,8	673,8	208	211	177	205,4
		San Pedro	10	5	4	5	5	10,3	9,8	9,3	9,8	9,7	606,8	186	203	164	190,6
		Coronel	10	4	4	5	4	9,1	9	9,1	9,3	9	570,4	162	201	160	160,3
	Valle Central	Bulnes	5	4	4	4	4	8	8,6	8,8	8,8	8,7	146,9	202	241	209	207,7
		Chillán Viejo	5	4	4	4	4	8	9	8,9	8,9	8,7	151	226	233	210	203,5
		Cabrero	5	4	4	4	4	8,2	8,5	8,7	8,7	8,6	142,4	191	224	202	194,1
	Precordillera	Pinto	10	4	4	4	4	10,3	8,9	9,3	8,6	8,9	616,8	132	189	133	145,9
		Antuco	9	4	4	4	4	9,8	8,9	9,2	8,4	8,7	530,9	146	162	127	128,3
		Santa Bárbara	10	4	4	11	4	10	8,3	8,8	8,2	8,4	544,2	132	149	632	140,4
IX	Costa	Contulmo	10	4	4	4	4	8,7	8,3	8,4	8,2	8,3	457,1	85,8	139	72,2	111,7
		Tirúa	10	5	4	5	5	9,7	8,8	8,5	8,8	8,8	592	187	188	152	193,8
		Carahue	9	5	5	5	5	10	8,7	8,7	8,5	8,7	452,2	153	194	127	155,1
	Valle Central	Perquenco	10	5	5	9	5	9,9	7,9	8	7,9	8	579,7	170	188	545	175,2
		Temuco	11	5	4	5	4	9	8,4	8,4	8,3	8,2	507,6	187	189	157	152,6
Pucón	4	10	4	10	10	3,9	7	6,6	7,9	6,4	0	366	0	378	368,6		
XIV	Costa	Valdivia	10	10	4	10	4	7,2	7,1	7,1	7,6	6,9	222,8	374	32,6	358	0
		Los-Lagos	10	9	9	9	9	8,4	6,8	6,4	6,5	6,4	286,9	354	393	319	343,8
	Valle Central	Corral	4	10	4	10	10	4,3	7,6	6,7	8,4	7,4	0	355	0	335	391,7
		Futroneo	10	10	9	10	10	8,2	6,7	6,4	7,2	6,3	235	399	363	383	393,8
	Precordillera	Paillaco	10	9	4	9	9	9,3	6,9	6,6	7,2	6,9	360	375	80,9	373	396,4
Lago Ranco	9	9	9	10	10	7,6	7,7	6,9	8,3	7,3	227,6	346	370	402	427,6		
X	Costa	Fresia	4	9	10	4	9	3,3	7,2	9,3	5,4	6,6	0	233	340	0	301,9
		Los Muermo	4	9	10	4	10	3,5	7,4	9,1	5,4	6,9	0	218	320	0	257,6
	Valle Central	Llanquihue	9	10	9	9	10	9,6	9,4	8	9,6	9,1	210,8	450	422	377	486,7
		Frutillar	9	10	10	9	10	9,6	9,4	8,4	9,9	9,4	250,9	461	518	430	492,3
	Precordillera	Puerto varas	9	10	9	9	10	8,3	9,4	8,2	9,7	9,2	174,1	382	364	330	417,4
		Cochamó	0	10	10	4	10	0,9	4,9	8,2	3	5,1	0	131	222	0	168,1

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	Costa	La Serena 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Coquimbo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	La Higuera 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Alto del Carmen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V-RM	Costa	Quintero	4	4	4	4	4	4,6	3,4	1,7	4,5	4,1
		San Antonio	4	4	0	4	4	4,3	3,4	0,2	3,9	4
		Casablanca	4	4	4	4	4	4,4	4,1	3,6	4,3	4,4
	Valle Central	Padre Hurtado	5	4	4	4	4	2,2	2,8	1,9	3,3	3,6
		Buín	4	4	4	4	4	3,2	2,9	1,4	3,9	3,9
	Precordillera	Isla de Maipo	4	4	4	4	4	4,7	4,3	3,8	4,6	4,5
		Puente Alto	4	4	0	4	4	3,5	3,5	0,2	4,3	4,4
VI	Costa	Pirque	4	4	4	4	4	2,7	3,8	1,8	4,2	4,4
		Litueche	4	4	4	4	4	5,8	5,5	2,3	5,5	5,7
		Pichilemu	4	4	4	4	4	6,1	5,5	5	5,6	5,5
	Valle Central	Paredones	4	4	4	4	4	5,5	5,3	5,1	5,5	5,5
		Pichidegua	4	4	4	4	4	5,4	4,7	4,3	4,9	4,8
		Palmilla	4	4	4	4	4	5,6	4,8	4,6	5,3	5
		San Vicente	4	4	4	4	4	5,6	4,7	4,1	5,1	5
	Precordillera	Machalí	4	4	4	4	4	4,7	5,1	2,2	4,8	4,9
		Requinoa	4	4	4	4	4	3,3	3,6	2,9	4,2	4,1
		San Fernando	4	4	4	4	4	4,4	4,4	4,3	4,5	4,5

Tabla II.2 Productividad de trigo en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Tabla II.2 Productividad de trigo en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	4	4	4	4	4	7	5,5	5,2	5,9	5,4
		Licantén	4	4	4	4	4	6,3	5,5	5	5,6	5,5
		Vichuquén	4	4	4	4	4	6,5	5,5	5	5,9	5,5
	Valle Central	Maule	4	4	4	4	4	5,1	4,5	4,3	4,9	4,6
		Talca	4	4	4	4	4	4,8	4,5	4,1	4,7	4,5
	Precordillera	Curicó	4	4	4	4	4	5,7	5,1	4,6	5,7	5,2
		Molina	4	4	4	4	4	6,8	5,7	5,1	6	5,8
San Clemente		4	4	4	4	4	6,2	5,8	5,3	6,2	5,8	
VIII	Costa	Talcahuano	4	4	4	4	4	8,1	7,1	6,3	7,8	7,2
		San Pedro	4	4	4	4	4	8,3	7,6	6,6	8	7,5
		Coronel	4	4	4	4	4	8,4	7,4	6,6	8,2	7,7
	Valle Central	Bulnes	4	4	4	4	4	6,9	5,8	5,2	6,3	5,8
		Chillán Viejo	4	4	4	4	4	6,6	6	5,3	6,2	5,8
		Cabrero	4	4	4	4	4	7,1	6	5,4	6,4	6
	Precordillera	Pinto	4	4	4	4	4	5,8	7,7	7,1	7,8	7,6
		Antuco	4	4	4	4	4	6	7,9	7,5	7,8	7,9
		Santa Bárbara	4	4	4	4	4	3,9	7,5	7,3	7,2	7,7
IX	Costa	Contulmo	4	4	4	4	4	7,7	8	7,4	8,1	7,9
		Tirúa	4	4	4	4	4	7,5	7,2	6,3	7,8	7,2
		Carahue	4	4	4	4	4	6,9	7,6	7	7,8	7,8
	Valle Central	Perquenco	4	4	4	4	4	5,1	6,6	6,1	6,7	6,8
		Temuco	4	4	4	4	4	6,8	7	6,2	7,4	6,9
		Pucón	4	4	4	4	4	3,9	6,1	6,6	5,6	6,2
XIV	Costa	Valdivia	4	4	4	4	4	4,9	6,8	7,1	6,4	6,9
		Los-Lagos	4	4	4	4	4	2,6	5,7	6,3	5,1	5,8
	Valle Central	Corral	4	4	4	4	4	4,3	6,3	6,7	5,8	6,4
		Futroneo	4	4	4	4	4	1,3	4,6	5,6	3,7	4,8
	Precordillera	Paillaco	5	4	4	4	4	3	6	6,5	5,4	6,1
		Lago Ranco	4	4	4	4	4	1,6	4,8	5,8	4,1	5,1
X	Costa	Fresia	4	4	4	4	4	3,3	5,9	6,7	5,4	6,1
		Los Muermo	4	4	4	4	4	3,5	5,9	6,6	5,4	6
	Valle Central	Llanquihue	5	4	4	4	4	2,4	5,4	6,3	4,6	5,6
		Frutillar	5	5	4	4	4	2,7	5,8	6,4	4,7	5,6
	Precordillera	Puerto varas	4	4	4	4	4	3,1	5,7	6,6	5	5,9
		Cochamó	0	4	4	4	4	0,9	4,3	5,5	3	4

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	6	6	6	6	6	15	10,8	8	12,8	10,5	608,1	464	447	519	488,5
	Precordillera	Arica 2	9	8	4	7	2	10,8	14,8	13,6	14,6	14,7	876,5	778	607	836	730,6
II	Costa	Antofagasta 1	9	6	5	6	5	15,3	15	13,5	15,4	15,1	682,4	594	543	655	610,1
	Valle Central	Antofagasta 2	0	10	9	10	10	0,5	13,2	14,1	13,4	12,6	0	1001	1028	1086	951,1
	Precordillera	San Pedro Atacama	10	9	9	9	9	13,5	11,4	11,8	12,7	11,5	679	659	699	716	672,3
III	Costa	Caldera	8	7	5	7	5	14,3	13	14,2	14	14,3	597,6	500	434	546	457,4
	Valle Central	Copiapó 1	8	7	5	7	6	14,9	13,5	14,4	14,7	14,8	658,5	564	506	620	561,5
	Precordillera	Tierra Amarilla	10	8	8	9	8	15,1	13,1	13,3	14,5	14,1	813,2	754	776	814	791
IV	Costa	La Serena 1	10	8	8	9	9	14,5	15	14,9	15,4	14,6	822,9	714	713	768	744,4
		Coquimbo	10	8	7	8	8	15,4	14,5	14,2	15,6	14,9	709,7	624	562	639	643,7
	Valle Central	La Higuera 2	10	8	7	8	8	15,2	13,7	13,8	14,7	14,2	774,2	713	664	749	736,1
	Precordillera	Alto del Carmen	9	6	6	6	5	15,3	15,2	14,9	15,1	15,4	697,1	494	452	538	448,2
V-RM	Costa	Quintero	10	9	7	8	8	15,1	16,1	14,5	15,9	15,2	691,4	642	432	554	553,1
		San Antonio	10	8	8	9	8	15,6	14,9	14,3	16,1	15,3	654,2	521	528	617	528,9
		Casablanca	10	9	8	10	9	14,6	16	15,8	15	16,3	725,2	636	576	675	650,4
	Valle Central	Padre Hurtado	10	10	8	9	9	15,9	13,5	12,4	14,8	13,6	740,4	663	582	695	659,8
		Buín	10	9	8	10	9	15,5	13,9	13,2	13,8	14,2	695,5	685	615	667	702,9
		Isla de Maipo	10	8	8	10	9	15,7	15,3	14,9	14,9	15,4	776,1	621	636	720	721,4
	Precordillera	Puente Alto	10	8	8	10	8	15,6	14,8	14,3	13,8	13,1	740,9	647	666	686	599,6
Pirque		10	8	8	10	9	16,1	14,4	14,2	13,8	14,6	741	624	657	687	716,6	
VI	Costa	Litueche	10	8	8	8	8	15	13,2	14,1	14,6	13,4	621	467	521	500	469,3
		Pichilemu	9	9	9	10	9	14,2	16,2	15,9	15,8	16,4	613,3	634	631	694	631,1
		Paredones	9	9	10	9	9	14,1	15,7	15,5	16,1	15,9	617	610	639	623	606,8
	Valle Central	Pichidegua	9	9	8	9	9	15,6	14	13	13,4	14,3	620,7	649	560	620	662,6
		Palmilla	10	9	8	9	9	15,4	13,5	12,6	15,2	13,7	663,1	644	557	634	630,7
		San Vicente	10	8	8	10	8	15,8	14,2	13,4	14,2	14,5	666,2	559	571	640	573
	Precordillera	Machalí	10	8	8	10	8	15,2	14,5	14,2	13,9	12,6	751,5	616	653	705	566,2
		Requínoa	10	10	8	9	9	15	13,8	12,4	14,7	13,4	715,1	696	599	682	692,6
		San Fernando	10	9	8	9	9	14,9	13,4	12,7	14,7	13,8	773,3	701	620	730	720,9

Tabla II.3 Productividad de maíz en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Tabla II.3 Productividad de maíz en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	9	10	9	9	9	13	15,6	16	15	15,5	738,2	873	804	772	809,3
		Licantén	9	9	9	9	9	13,5	15,4	15,8	15,5	15,8	691,5	673	685	703	678,5
		Vichuquén	9	9	8	9	9	14	15,4	15,7	15,8	15,6	632,5	653	569	647	652,1
	Valle Central	Maule	9	10	8	9	9	15,2	12,5	13	14,4	12,5	578,4	643	583	627	631,6
		Talca	9	10	8	9	9	14,9	12,4	12,9	14,2	12,4	576,2	643	585	628	628,5
	Precordillera	Curicó	10	10	9	10	10	8,4	14,7	15,5	13,5	15,4	760,2	920	814	880	930,3
		Molina	10	10	9	9	10	13,4	15,7	14,7	15,9	16,2	759	744	690	676	755,8
VIII	Costa	San Clemente	10	9	10	9	9	11,9	15,9	14,6	16	16,4	781,1	715	794	694	723,5
		Talcahuano	9	9	10	9	9	11,2	15,7	15,9	15	16,1	517,9	624	710	603	634,3
		San Pedro	9	9	9	9	10	10,6	16,1	15,7	15,2	15,2	473	588	590	584	677,8
	Valle Central	Coronel	9	9	9	9	9	12,8	15,7	15,8	15,9	16	441,2	546	578	518	553,5
		Bulnes	9	9	10	9	9	15,6	13,8	12,7	13,3	14	493,6	599	669	552	620,5
		Chillán Viejo	10	9	10	9	9	15,4	13,5	12,7	15,1	13,6	620,3	568	650	608	592,3
	Precordillera	Cabrero	10	9	10	10	9	15,7	13,8	12,6	14,5	13,9	595,4	555	613	628	562,5
		Pinto	10	10	9	10	11	10	15,5	15,1	15,2	15,2	533,5	710	644	689	764,1
		Antuco	10	10	10	9	10	6,8	15,4	15,7	13,7	16	471,1	689	689	554	707,7
		Santa Bárbara	10	10	10	10	10	7,1	15,5	15,4	13,8	15,7	467,2	676	674	662	683,3
IX	Costa	Contulmo	10	9	9	9	9	12,5	15,6	15,6	15,9	16,2	473,3	474	527	482	518
		Tirúa	9	9	9	9	10	10,1	15,3	14,8	13,6	15,2	448	624	638	545	747,1
		Carahue	9	9	9	9	10	9,2	14,6	16,2	14,1	14,4	348,7	537	597	498	662,1
	Valle Central	Perquenco	10	9	10	10	9	9,6	15,4	14,9	14,3	14,8	518,9	554	663	653	544,3
		Temuco	9	9	9	9	10	12,1	15,6	15,9	15,9	14,7	428,3	553	597	537	638
	Precordillera	Melipeuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XIV	Costa	Pucón	10	10	11	10	10	5,1	13,9	14,3	13,1	14,5	127,5	401	487	356	430,5
		Valdivia	10	10	9	10	10	8,5	15	15,9	13,5	14,5	181,3	414	373	368	437,3
	Valle Central	Los-Lagos	10	9	10	10	10	11,1	15	14,4	15,4	14,7	246,9	333	468	428	448,3
		Corral	10	10	10	10	10	6,1	13,3	15,3	11,7	14,5	127,2	363	458	313	407,5
		Futroneo	10	10	10	10	10	7,4	14,2	14,9	13,6	15,1	191,2	428	470	397	458,6
	Precordillera	Paillaco	10	10	10	10	10	9,1	15,1	15,1	14,1	14,4	309,5	499	522	474	497,8
		Lago Ranco	10	10	10	10	10	5,7	13	15,5	11,1	14,2	173	408	492	382	437,1
X	Costa	Fresia	0	10	10	10	10	0,2	7,5	10,3	5,6	7,4	0	197	309	177	231,8
		Los Muermo	0	10	10	10	10	0,2	7,8	10,4	6,1	8	0	184	287	149	208,7
	Valle Central	Llanquihue	10	9	9	10	9	3,9	10	13,5	8	10,5	148,5	315	408	349	355,1
		Frutillar	0	10	9	10	10	0,4	9,1	12,6	7,4	9,9	0	426	412	374	453,5
	Precordillera	Puerto varas	10	9	9	10	9	3,4	9,6	13,1	7,3	10,5	85,5	265	354	275	306
		Cochemó	0	10	10	10	10	0,3	6,7	11,8	3,6	3,3	0	102	179	68,4	152,3

Tabla II.4 Productividad de maíz en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	Costa	La Serena 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Coquimbo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	La Higuera 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Alto del Carmen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V-RM	Costa	Quintero	0	5	5	5	5	0,1	2,7	3,1	2,2	2,8
		San Antonio	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
		Casablanca	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
	Valle Central	Padre Hurtado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Buín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Isla de Maipo	0	0	5	0	0	0	0,1	1,4	0	0,1
		Puente Alto	0	0	5	0	5	0	0,1	1,9	0	1,4
VI	Costa	Pirque	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
		Litueche	0	5	5	5	4	0,1	2,7	3,6	2,2	3,3
		Pichilemu	0	0	5	0	0	0,1	0,1	1,6	0,1	0,1
	Valle Central	Paredones	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
		Pichidegua	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1
		Palmilla	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Precordillera	San Vicente	0	5	5	0	5	0,1	1,1	1,6	0,1	1,3
		Machalí	0	0	5	0	0	0	0,1	3,1	0,1	0,1
		Requinoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		San Fernando	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1

Tabla II.4 Productividad de maíz en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	0	5	5	5	5	0,1	1,6	2,2	1,4	1,7
		Licantén	0	0	5	0	5	0,1	0,1	1,6	0,1	1,3
		Vichuquén	0	0	5	0	0	0,1	0,1	1,5	0,1	0,1
	Valle Central	Maule	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
		Talca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Curicó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Molina	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		San Clemente	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
VIII	Costa	Talcahuano	0	0	4	0	0	0,1	0,1	1,4	0,1	0,1
		San Pedro	0	4	4	0	4	0,1	1,2	1,6	0,1	1,2
		Coronel	0	4	4	0	4	0,2	1,4	2,6	0,2	1,7
	Valle Central	Bulnes	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Chillán Viejo	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Cabrero	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	Precordillera	Pinto	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
		Antuco	0	0	4	0	0	0,1	0,2	1,9	0,2	0,2
Santa Bárbara		0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	
IX	Costa	Contulmo	0	4	4	0	4	0,3	1,1	2,7	0,3	1,9
		Tirúa	0	0	4	0	4	0,2	0,2	1,9	0,2	1,4
		Carahue	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
	Valle Central	Perquenco	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Temuco	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
XIV	Costa	Pucón	10	0	0	0	0	2,1	0,3	0,3	0,4	0,3
		Valdivia	10	0	0	0	0	2,2	0,3	0,4	0,4	0,3
	Valle Central	Los-Lagos	9	0	0	0	0	1,8	0,5	0,3	0,3	0,4
		Corral	10	0	0	0	0	2,6	0,3	0,3	0,9	0,3
		Futroneo	9	0	0	0	0	1,4	0,3	0,4	0,3	0,3
	Precordillera	Paillaco	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
		Lago Ranco	9	0	0	0	0	1,2	0,3	0,3	0,2	0,3
X	Costa	Fresia	10	9	9	9	9	2,2	1,6	1,4	1,2	1,1
		Los Muermos	10	9	9	9	9	2,4	2	1,5	1,7	1,7
	Valle Central	Llanquihue	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
		Frutillar	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
	Precordillera	Puerto varas	10	0	0	0	0	1,6	0,8	0,9	0,2	0,6
		Cochamó	11	10	10	10	10	1,4	4,3	2,7	2,8	1,2

Tabla II.5 Productividad de papas en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)					
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	5	6	6	6	6	32,7	15,6	11,3	19,3	15	655,4	521	510	568	544	
	Precordillera	Arica 2	9	7	1	6	2	44,1	38,7	29,4	44,8	35,5	956,6	817	742	880	782	
II	Costa	Antofagasta 1	7	5	5	5	5	40,6	37,2	27,9	40,5	34,2	758,2	652	621	715	651	
	Valle Central	Antofagasta 2	10	9	8	9	9	20,7	37,5	35,1	40,2	35	1108	1116	1105	1174	1085	
	Precordillera	San Pedro Atacama	9	9	8	9	9	32,9	23,8	19,4	26,5	22,1	792,6	732	761	747	699	
III	Costa	Caldera	7	5	5	5	5	40,6	37,2	27,9	40,5	34,2	758,2	652	621	715	651	
	Valle Central	Copiapó 1	10	9	8	9	9	20,7	37,5	35,1	40,2	35	1108	1116	1105	1174	1085	
	Precordillera	Tierra Amarilla	9	8	7	8	7	40,9	33,7	34,1	35,5	34,1	892,6	844	851	896	849	
IV	Costa	La Serena 1	9	7	7	8	7	47	38,9	37,7	41,5	38,9	906,2	720	725	809	741	
		Coquimbo	8	8	6	7	7	45,4	38,4	36,3	39,5	38,2	728,6	726	575	649	661	
	Valle Central	La Higuera 2	9	7	6	8	6	40,1	34	34,2	34,3	34,5	865,6	744	689	823	687	
	Precordillera	Alto del Carmen	7	5	6	5	5	38,8	34,4	25,2	37,9	32,8	704,5	515	516	568	509	
V-RM	Costa	Quintero	9	8	8	8	8	46,3	41,1	37,8	43,1	40,8	710,8	632	636	636	642	
		San Antonio	9	8	8	8	8	44,2	36,7	33,9	38,5	36,7	674,9	577	587	606	583	
		Casablanca	9	9	8	9	9	47,5	40,5	37,7	43,3	39,8	757,6	708	635	755	720	
	Valle Central	Padre Hurtado	9	9	8	9	8	42,8	32,9	31,6	36	32,7	773	748	711	783	673	
		Buín	9	8	8	9	8	41,6	32,8	30,7	34,3	32,9	734,3	684	695	747	706	
		Isla de Maipo	9	8	8	8	8	46,4	37,6	34,8	39,5	37,2	791,3	695	706	711	712	
	Precordillera	Puente Alto	9	8	7	8	7	43,9	35	34,1	36,9	34,6	773,3	723	623	710	600	
		Pirque	9	8	7	8	8	42,4	33,8	32,6	35,2	33,8	763,5	703	606	701	714	
VI	Costa	Litueche	9	8	7	8	7	36	30,1	30,7	32,8	30,4	639,5	530	448	560	413	
		Pichilemu	9	9	8	9	9	46,9	43	40,3	45	43	703,4	690	604	697	687	
		Paredones	9	9	9	9	9	45,7	44,9	40,9	46,5	43,5	679,3	697	677	699	667	
	Valle Central	Pichidegua	9	8	8	9	8	39,6	32,2	29,8	32,6	32	691,9	624	636	706	634	
		Palmilla	9	9	8	8	8	43	33,3	32,1	35,3	33,4	693,3	733	678	581	597	
		San Vicente	9	8	8	8	8	42,4	34,6	31,6	36,5	34,5	684,4	633	649	625	645	
	Precordillera	Machalí	9	8	7	8	8	44,8	34,1	32,5	35,4	32,6	753,6	692	578	680	700	
		Requínoa	9	9	8	9	9	44,8	34,3	32,2	37,4	33,5	759,7	777	734	772	792	
		San Fernando	9	8	8	9	8	45,2	32,3	29,7	36,5	31,8	747,8	662	714	820	671	

Tabla II.5 Productividad de papas en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego				Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)						
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	
VII	Costa	Constitución	8	8	8	8	9	46,5	49,7	46,3	50	49,1	648,5	762	763	727	898,2	
		Licantén	9	9	8	9	9	45,2	46,7	42,1	48,3	46,2	721,5	773	658	793	779,7	
		Vichuquén	9	9	9	9	9	47,1	46,4	41,9	47,9	46,3	689,3	751	734	728	752,5	
	Valle Central	Maule	9	8	8	8	8	34,7	28,4	28,1	29,8	28,9	620	596	660	569	598,9	
		Talca	9	9	8	9	8	36,1	28,5	28,3	30,1	28,7	656,5	722	665	671	600,7	
	Precordillera	Curicó	9	9	9	9	9	34,7	47,7	44,2	46,6	47,2	646,8	903	904	831	881,1	
		Molina	9	9	9	9	9	46,6	42	37,8	44,5	41,8	695,7	736	776	743	737	
		San Clemente	9	9	9	9	9	42,6	44,3	39,1	47,3	44,2	662,7	794	807	797	804,2	
VIII	Costa	Talcahuano	9	9	9	9	9	40,3	48,3	46,4	47,4	48,5	514,5	675	691	635	683,7	
		San Pedro	9	9	9	9	9	39,1	48,6	46,4	47,7	47,4	472,7	632	664	618	628,7	
		Coronel	9	9	9	9	9	44,4	45,1	40,9	46,8	43,6	464,5	616	634	577	607,4	
	Valle Central	Bulnes	9	9	8	9	8	39,4	30	28,4	32,5	29,9	556,2	644	575	641	560,8	
		Chillán Viejo	9	9	8	9	8	41,8	32,3	30	34,4	30,9	599,8	655	594	649	540,9	
	Precordillera	Cabrero	9	8	8	9	8	39,6	30,4	28,4	33,1	30,3	549,8	497	524	619	506,9	
		Pinto	9	9	9	10	10	23,4	41,1	35,3	43,2	37,9	435,9	658	683	698	760	
		Antuco	9	9	9	9	9	26,7	46,6	41,4	45,4	45,3	372,8	610	638	629	640	
IX	Costa	Santa Bárbara	9	9	9	9	9	26,4	45,9	41,1	43,5	44,2	360,2	592	620	576	611,6	
		Contulmo	9	9	9	9	9	38	40,8	37,5	42,6	40,4	368,9	514	567	512	560	
		Tirúa	9	9	9	9	9	35,9	45,4	43,6	44,8	44,5	445,5	665	712	603	671,1	
	Valle Central	Carahue	9	9	9	9	9	34,5	44,7	43,8	43,7	45,5	358,5	574	625	509	593,2	
		Perquenco	9	9	9	9	9	35,3	44,2	41	44,4	43	423,4	612	661	581	614,3	
		Temuco	9	9	9	9	9	40,7	41,5	38,2	43	41	439,3	601	649	566	622,7	
	XIV	Costa	Pucón	11	10	10	12	10	9,8	25,5	36,7	10,3	30,5	82,7	318	434	199	358,5
			Valdivia	11	10	9	9	10	12,6	37,9	39,9	27	38,8	118	330	408	280	374
Valle Central		Los-Lagos	9	9	9	9	9	26,5	36,4	31,9	36,4	34,7	186,4	367	406	333	381,3	
		Corral	11	9	10	9	10	10,6	29,4	38,4	21,1	27,2	82,5	273	393	238	315,6	
		Futroneo	9	9	9	9	10	16,5	36,5	34,9	30,4	35,5	129,4	350	400	310	394,4	
Precordillera		Paillaco	9	9	9	9	9	30,3	38,9	35,3	39,7	38,9	211,7	412	455	382	441,4	
		Lago Ranco	9	9	9	9	9	16,1	39	39,1	32,5	36,9	121,6	311	391	301	352,7	
		Costa	Fresia	11	9	9	11	9	5,8	18,2	32,3	11	14,4	18,8	149	229	131	191,3
Los Muermo	11		9	9	11	9	6,3	18,8	32,6	11,2	16,3	17,3	137	219	130	154,1		
X	Valle Central	Llanquihue	9	9	9	9	9	14,8	35	41	30,1	36	103,8	303	412	269	339,2	
		Frutillar	9	9	9	9	9	11	33,1	40,4	28,4	35	122,7	311	418	284	357,7	
	Precordillera	Puerto Varas	9	9	9	9	9	12,4	33,8	40,7	28	35,3	66,2	235	342	216	273,1	
		Cochamó	0	11	9	11	11	0	11,7	14,2	9,7	12,4	0	52	143	42,7	98,8	

Tabla II.6 Productividad de papas en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	Costa	La Serena 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Coquimbo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	La Higuera 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precordillera	Alto del Carmen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V-RM	Costa	Quintero	5	4	4	4	4	3,6	6,7	7,2	6,4	7,9
		San Antonio	0	4	0	0	4	0	3,2	0	0	4,1
		Casablanca	0	0	4	0	0	0	0	3,6	0	0
	Valle Central	Padre Hurtado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Buín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Isla de Maipo	0	4	4	0	4	0	3,3	4,9	0	4,5
Puente Alto		0	4	5	0	4	0	3,6	4,2	0	6,3	
VI	Costa	Pirque	0	0	4	0	4	0	0	3,5	0	4,2
		Litueche	4	4	4	4	4	4,8	8,5	7,3	7,9	10
		Pichilemu	0	4	4	4	4	0	4,7	5,9	3,9	5,4
	Valle Central	Paredones	0	0	4	0	0	0	0	3,2	0	0
		Pichidegua	0	4	4	4	4	0	3,3	4,5	3,1	4,3
		Palmilla	0	4	4	0	4	0	3,1	4,2	0	4,2
		San Vicente	0	4	4	4	4	0	4,5	5,1	4,7	5,5
	Precordillera	Machalí	0	4	4	0	4	0	5,3	5,7	0	5
		Requinoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		San Fernando	0	0	4	0	0	0	0	3,4	0	0

Tabla II.6 Productividad de papas en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	4	4	4	4	4	4,6	6,7	7,9	6,6	7,2
		Licantén	0	4	4	4	4	0	5	6	4,5	5,9
		Vichuquén	0	4	4	4	4	0	4,6	5,5	4,2	5,3
	Valle Central	Maule	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Talca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Curicó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Molina	0	0	4	0	4	0	0	3,5	0	3,6
San Clemente		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VIII	Costa	Talcahuano	0	4	4	4	4	0	5,7	6,8	4,8	6,2
		San Pedro	0	4	4	4	4	0	6,6	7,7	5,2	6,9
		Coronel	0	4	4	4	4	2	7,4	9,3	5,9	8,1
	Valle Central	Bulnes	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0
		Chillán Viejo	0	0	4	0	0	0	0	3,6	0	0
		Cabrero	0	4	4	0	4	0	3,3	5,2	0	4,1
	Precordillera	Pinto	0	3	4	0	4	0	3,5	8	0	4,2
Antuco		0	4	4	0	4	0	4,2	7,7	1,7	5	
Santa Bárbara		0	0	3	0	0	0	0	3,1	0	0	
IX	Costa	Contulmo	9	4	4	4	4	3,2	6,7	9,3	5,5	7,7
		Tirúa	0	4	4	5	4	1,2	5,5	7,2	4,7	6,3
		Carahue	0	0	4	0	4	2,7	0	5,6	2	4
	Valle Central	Perquenco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Temuco	0	4	4	0	4	0	3,2	5,4	0	4,1
	Precordillera	Melipeuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pucón		11	9	4	0	0	7,4	3,9	4,2	2,3	0	
XIV	Costa	Valdivia	11	9	3	9	3	8,1	5,7	4,9	6,1	3,2
		Los-Lagos	9	9	0	9	0	11	3,5	1,4	4,3	1,4
	Valle Central	Corral	11	9	3	9	9	7,9	7,3	3,9	6,7	4
		Futrono	9	9	0	9	0	8,7	4,3	1,1	5	0,5
	Precordillera	Paillaco	9	0	0	0	0	8,7	2,5	0	2,5	0
		Lago Ranco	9	9	0	9	0	8,7	6,1	1,4	5,6	2,9
X	Costa	Fresia	11	9	9	11	9	5,8	9	9,9	6,6	5,8
		Los Muermo	11	9	9	11	9	6,3	9,9	10,7	7,1	7,6
	Valle Central	Llanquihue	9	9	0	9	0	8,7	5,2	2,9	6	2,8
		Frutillar	9	9	0	9	0	5,6	3,4	2,6	3,8	2,7
	Precordillera	Puerto Varas	9	9	8	9	9	9,3	9	3,5	8,2	4,2
		Cocharco	11	11	9	11	11	4,9	9,9	7	9	8,6

Tabla II.7 Productividad de frejol en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)					
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	10	9	9	10	9	2,8	2,3	2,1	2,5	2,3	586	609,1	625,6	622,2	616,7	
	Precordillera	Arica 2	10	2	1	2	2	2,3	3,2	3,8	3	3,3	521,2	478,1	545,7	486,8	504,6	
II	Costa	Antofagasta 1	8	9	9	9	9	3,6	3,1	2,8	3,2	3	530,3	584	608,5	586,1	593,7	
	Valle Central	Antofagasta 2	0	9	7	10	9	0,1	3	3,2	3	3,1	0	689,9	749,4	689,1	704,5	
	Precordillera	San Pedro Atacama	10	9	9	9	9	3,9	3,7	3	3,8	3,7	601,9	640,2	625,4	642,8	647,8	
III	Costa	Caldera	7	7	7	7	8	4,4	3,6	3,5	3,6	3,3	447,1	416,3	405,5	420,2	474,3	
	Valle Central	Copiapó 1	8	7	7	7	6	4,1	4,3	3,9	3,4	3,2	508,7	470,1	461	469,6	396,2	
	Precordillera	Tierra Amarilla	9	8	8	8	7	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	597	692,6	685,7	690,7	661	
IV	Costa	La Serena 1	8	7	8	9	8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	556,4	503,1	580,2	618,7	557,1	
		Coquimbo	9	8	9	8	8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	514,9	514,8	579,2	493,2	528,1	
	Valle Central	La Higuera 2	9	8	7	8	8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	633,2	638,7	550	623,3	652,5	
	Precordillera	Alto del Carmen	8	8	7	8	8	4,5	4,2	4	4,3	4,2	531,9	575,6	502,6	556,3	588	
V-RM	Costa	Quintero	8	9	8	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	390,6	480,8	432,2	493,9	486,6	
		San Antonio	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	443,9	503,6	498,4	501,1	506	
		Casablanca	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	490,1	512,9	551,1	518,8	525,5	
	Valle Central	Padre Hurtado	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	591	621,2	664,2	610,4	628,7	
		Buín	9	9	8	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	527,1	646,6	602,4	612,9	664,1	
		Isla de Maipo	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	585,9	611,6	657,2	591,1	623,6	
	Precordillera	Puente Alto	9	9	8	9	7	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	526,5	673,9	587,1	625,7	428,3	
Pirque		10	9	8	9	8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	593,8	661,7	579,1	625,7	521,2		
VI	Costa	Litueche	9	8	8	8	7	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	481	407,2	452,5	444,1	333,6	
		Pichilemu	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	429	464,4	499,5	443,2	461,1	
		Paredones	9	9	9	10	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	416,4	451,8	484,2	505,9	447,3	
	Valle Central	Pichidegua	9	9	8	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	490,3	598,9	547,4	573	610	
		Palmilla	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	460,3	596,6	648,6	538,4	581,7	
		San Vicente	8	9	8	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	422,8	603,8	510	566,4	614,3	
	Precordillera	Machalí	9	9	8	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	519,9	658,2	574,2	617,9	676,1	
		Requinoa	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	572,9	634,1	691,5	589,3	649,1	
		San Fernando	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	550,4	652,5	743,1	624,9	671,2	

Tabla II.7 Productividad de frejol en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)					
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	
VII	Costa	Constitución	9	9	9	8	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	436,9	537,7	586	436,7	554,4	
		Licantén	9	9	9	8	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	436,9	495,4	543,3	422,3	497,1	
		Vichuquén	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	416,9	478,9	518,7	442	477,6	
	Valle Central	Maule	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	491	630,4	681,2	577,6	635,4	
		Talca	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	493,4	635,6	684,7	582,8	636,8	
	Precordillera	Curicó	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	487,6	576,7	643,3	520,9	590	
		Molina	9	8	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	431,8	453,5	580,3	543,2	529,8	
		San Clemente	10	9	8	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	467,6	575,7	535,3	534,1	546,7	
	VIII	Costa	Talcahuano	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	336,1	416,6	427,1	385,5	428,4
San Pedro			9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	307,4	367	420,4	376,6	379,3	
Coronel			9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	287,2	388,7	444,2	351,2	400	
Valle Central		Bulnes	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	389	551,3	627,6	517,9	576	
		Chillán Viejo	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	430,4	525,8	603,5	518,6	551,9	
		Cabrero	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	412,9	510,3	577	493,3	520,8	
Precordillera		Pinto	10	9	9	10	10	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	334,9	462,9	557,3	500,7	557,2	
		Antuco	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	312,9	406,5	461,2	387,9	442,6	
		Santa Bárbara	10	9	9	10	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	296,6	393,1	444,5	414,8	419,5	
IX	Costa	Contulmo	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	266,5	336,9	407,9	317,9	375,4	
		Tirúa	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	287,8	413,2	446,7	371,3	407,3	
		Carahue	9	9	9	9	9	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	232,8	358,7	391,3	322,6	385,7	
	Valle Central	Perquenco	10	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	321	398,8	436,8	376,3	429,1	
		Temuco	9	9	9	9	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	264	385,6	449	387,4	414,1	
	Precordillera	Melipeuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Pucón	10	10	10	10	10	3,3	4,5	4,5	4,5	4,5	64	248,2	310,4	216,1	287,5	
	XIV	Costa	Valdivia	10	10	9	10	10	4,1	4,5	4,5	4,5	4,5	98,3	248,2	250	217,4	280,4
			Los-Lagos	10	9	9	10	9	4,2	4,5	4,5	4,5	4,5	145,1	246,3	293,1	268,3	277,4
Valle Central		Corral	10	10	10	10	10	3,6	4,5	4,5	4,4	4,5	63,2	210	268,7	180,9	243,6	
		Futroneo	10	10	9	10	10	3,8	4,5	4,5	4,5	4,5	110,1	268,1	291,6	236,7	296,8	
Precordillera		Paillaco	10	9	9	9	9	4,1	4,5	4,5	4,5	4,5	172,5	274,4	312,1	241,7	296,2	
		Lago Ranco	10	9	9	10	10	3	4,5	4,5	4,1	4,5	106,5	191,4	266,6	228,1	272,3	
X	Costa	Fresia	10	10	10	10	10	1,5	3,9	4,2	3,6	3,9	8,6	124,3	181,8	109,8	150,6	
		Los Muermo	10	10	10	10	10	1,6	3,8	4,2	3,7	3,9	0	114,2	174	97,7	131,4	
	Valle Central	Llanquihue	9	10	9	10	9	1,9	4,4	4,5	4,1	4,5	83,7	236,7	251,7	213,8	229,6	
		Frutillar	10	10	9	10	9	1,6	4,2	4,5	3,9	4,3	110,1	244,4	257,5	227,2	228,4	
	Precordillera	Puerto Varas	9	9	9	10	9	2,2	4,2	4,5	3,9	4,3	58,1	161,7	209,5	173,8	195,6	
		Cochamó	10	10	10	10	10	0,5	3,7	4,2	2,1	3,8	0	49,6	119,7	28,7	80,7	
XI	Central	Lago Verde 2	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	
		Lago verde 1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	
	Patagonia	Chile Chico 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Chile Chico 1	0	0	9	10	9	0	0	3,5	1,2	1,9	0	0	146,6	100,2	113,2	

Tabla II.8 Productividad de remolacha en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	10	0	0	0	0	17,1	0	0,1	0	0	611	0	0
	Valle Central	Arica 1	4	5	5	4	5	45,2	25,6	18,2	30,2	24,2	663,7	526	524	578	556,9
	Precordillera	Arica 2	7	7	7	3	7	60,4	48,8	37,9	54,7	45,5	940,7	861	779	885	860,2
II	Costa	Antofagasta 1	3	4	4	3	4	62,4	47,3	37,6	53	44,6	718,7	658	616	706	668,8
	Valle Central	Antofagasta 2	8	5	3	6	5	56,2	54,1	54	53,5	54,2	1204,5	1142	1160	1239	1247
	Precordillera	San Pedro Atacama	11	1	1	12	1	44,5	33,7	33,3	34,3	34,3	812	809	819	797	820,8
III	Costa	Caldera	3	3	4	3	3	53,4	47,5	42,3	50,3	45,9	494,4	497	506	524	509,2
	Valle Central	Copiapó 1	3	3	4	3	3	54,8	49,5	43,1	51,8	45,7	565,3	564	588	609	574
	Precordillera	Tierra Amarilla	11	4	3	4	3	49,7	54,4	58,4	54,6	57,2	901,1	800	833	834	819
IV	Costa	La Serena 1	5	4	3	4	3	57,9	53,5	52,3	53,9	52,7	573,5	547	542	541	526
		Coquimbo	5	3	3	4	3	57,5	52,6	48,9	53,4	52	529,5	474	502	505	507,9
	Valle Central	La Higuera 2	5	3	3	3	3	49,4	53,2	46,9	52,9	50,8	657,8	595	607	593	594,2
	Precordillera	Alto del Carmen	3	4	5	4	4	55,2	40,8	30,5	45,8	39,1	528,5	487	469	568	488,6
V-RM	Costa	Quintero	5	4	4	5	4	56,5	51,9	50,3	53,7	51,8	353,7	293	315	392	296,8
		San Antonio	6	4	4	5	4	51	49,9	49,7	49,7	50,3	407,5	290	322	364	292,5
		Casablanca	10	5	4	5	5	53,1	53	51,3	53,1	50,7	770,3	406	316	403	373,9
	Valle Central	Padre Hurtado	11	5	4	5	4	48,3	47	48,8	46	48,2	762,3	446	373	429	344,8
		Buín	11	4	4	5	4	46,7	47,9	49,5	47,8	49,1	737	349	385	429	361
		Isla de Maipo	10	4	4	5	4	52,5	51,8	51,7	51,4	52,2	863,7	331	359	413	339,2
	Precordillera	Puente Alto	10	4	3	4	3	49,3	52,3	54,1	52,1	53	850,1	366	350	341	312,6
Pirque		11	4	3	4	4	48,3	51,2	53,9	50,1	51,8	757,8	362	351	342	372	
VI	Costa	Litueche	5	4	3	4	3	48,5	49,2	50,5	49,2	49,6	288,7	300	277	292	256
		Pichilemu	6	5	4	5	5	56,2	53,9	51	54	54	408,2	349	283	306	320,8
		Paredones	9	5	5	6	5	56,1	52,7	53	52,2	53,1	703,9	337	368	401	301,2
	Valle Central	Pichidegua	5	4	4	4	4	45,7	48,3	49,1	47,9	48,8	325,7	322	349	305	328,2
		Palmilla	11	4	4	5	4	47,5	48,8	49,8	48,4	49,3	710,7	322	356	335	310,1
		San Vicente	5	4	4	4	4	52,2	51,2	51,4	51,1	51,4	351,4	326	353	304	328,4
	Precordillera	Machalí	10	4	3	4	4	52,1	52	55,9	49,8	51,3	835,8	350	326	328	362,9
		Requínoa	10	5	4	5	4	50,5	47,8	49,6	46	48,4	822,4	450	377	406	350,1
		San Fernando	10	5	4	5	5	53,2	46,8	48,9	45,3	46,8	816,8	437	389	392	427,2

Tabla II.8 Productividad de remolacha en riego, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Riego					Rendimiento Riego (ton/ha)					Requerimiento Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	7	5	5	6	5	62,8	58,2	56,3	59,8	58	579,6	376	443	526	388,1
		Licantén	7	5	5	5	5	61	55,9	54,2	56,8	55,8	565,8	369	418	335	350,4
		Vichuquén	7	5	5	5	5	59,2	55,4	54,3	56	55,5	533,9	355	397	298	329,1
	Valle Central	Maule	12	4	4	4	4	39,3	43,5	46,3	42	45,4	590,9	327	362	297	335,7
		Talca	12	4	4	4	4	39,2	42,4	46	40,4	44,9	590,8	329	364	298	334,4
	Precordillera	Curicó	9	10	10	9	10	51	53,6	49,5	55,4	54	717,4	974	1010	882	970,6
		Molina	9	5	5	10	5	57,2	49,2	49	49,7	50	737,8	351	371	879	363,5
San Clemente		9	11	5	10	11	57,2	49,7	47,5	53	48,7	709,2	795	369	897	830,6	
VIII	Costa	Talcahuano	9	6	5	9	5	54,8	56,9	55,3	56,8	55,7	539,5	407	296	660	259,7
		San Pedro	8	6	5	9	5	54,1	56,7	55,3	56,8	55,9	468,8	378	282	640	241,7
		Coronel	9	5	5	5	5	57,1	52,8	52,4	52,6	52,9	502,7	250	297	216	253,1
	Valle Central	Bulnes	11	4	4	5	4	44,7	42,5	45,1	40,2	43	607,4	258	312	288	270,2
		Chillán Viejo	11	5	4	5	4	47,4	42,7	45,5	40,5	43,6	635	305	300	289	261,8
		Cabrero	11	4	4	5	4	44,9	43,3	45,3	42	44	602,7	243	288	274	247,9
	Precordillera	Pinto	9	10	4	10	4	32,8	44	47,9	50	43	476,5	767	220	731	179
Antuco		9	10	5	9	10	41,9	52,7	50,6	52,8	49,2	421,6	660	293	666	712,4	
Santa Bárbara		9	10	11	9	10	41,8	52,1	45,9	51,3	50,5	413,1	644	649	628	684	
IX	Costa	Contulmo	9	10	4	10	4	49,4	43,9	45,6	48,2	44,3	391,7	604	160	576	134,2
		Tirúa	9	9	5	9	5	50,9	51,7	51,6	54,1	52	461,5	713	304	632	261,5
		Carahue	9	9	5	9	10	49,9	52,7	50,6	54,5	50,6	377,4	617	251	534	629,2
	Valle Central	Perquenco	9	10	11	9	10	50,6	49,5	44,8	50,3	47,6	459,6	664	655	619	693,8
		Temuco	9	5	6	10	5	54,2	45,2	45,2	49,1	45,9	467,9	241	391	635	258,5
	Precordillera	Melipeuco	0	10	10	0	10	0	7,1	16,8	1,9	6	0	143	264	0	196,2
XIV	Costa	Pucón	11	4	10	4	10	18,3	27,8	41,8	23	38	100,2	17,1	466	0	376,8
		Valdivia	9	9	10	9	10	22,6	39,7	43,1	32,5	47,7	151,2	355	472	313	390,9
	Valle Central	Los-Lagos	9	10	11	10	10	32,1	41,7	35,2	45,2	39,2	212,3	432	467	384	456,6
		Corral	11	9	10	4	9	19,4	29,8	39,9	24,7	31,1	100	306	411	0	343,5
		Futrono	9	9	10	9	10	30,7	43,4	39,2	39,5	42,8	164,5	375	477	339	421,7
	Precordillera	Paillaco	9	10	11	9	10	46,9	46	39,8	47	44,4	238,1	474	493	421	498,9
Lago Ranco		9	9	10	9	9	31,9	50,7	45,9	41,4	46,2	158,9	338	459	324	380,1	
X	Costa	Fresia	9	9	9	9	9	16,5	33,7	45,1	25,8	30,8	33,8	172	242	158	204,8
		Los Muermos	9	9	9	9	9	18,7	34,3	44,4	28,1	32,8	16,2	159	231	131	166,3
	Valle Central	Llanquihue	9	9	9	9	9	40,3	49,8	52,2	45,8	51	134,3	330	449	291	366,1
		Frutillar	9	9	9	9	9	40,1	47,8	52,6	44,2	49,3	165,6	339	455	316	378,3
	Precordillera	Puerto varas	9	9	9	9	9	35,8	48,9	52,3	43,7	50,1	96,4	256	363	239	309,4
		Cochamó	11	4	4	11	4	12,8	15,4	25,6	18,2	14,6	0	0	0	41	0

Tabla II.9 Productividad de remolacha en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	Costa	La Serena 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Coquimbo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valle Central	La Higuera 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Precordillera	Alto del Carmen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V-RM	Costa	Quintero	4	4	4	4	4	25	23,2	19	24	22,6
		San Antonio	4	4	4	4	4	19	20,6	11,8	20,5	21
		Casablanca	4	4	4	4	4	14	20,9	20,4	19,4	20,7
	Valle Central	Padre Hurtado	0	4	4	4	4	0,1	14,3	14,3	13,5	16
		Buín	4	4	4	4	4	7	16,4	13,6	16,2	17,1
		Isla de Maipo	4	4	4	4	4	17	20,8	19,9	19,9	20,2
	Precordillera	Puente Alto	4	4	4	4	4	9,3	19,6	13,4	20,2	19,4
Pirque		0	4	4	4	4	0,1	18,9	14,6	18,5	18,7	
VI	Costa	Litueche	4	4	4	4	4	26	24,1	24,3	24,6	24,7
		Pichilemu	4	4	4	4	4	26	25,9	23,9	26,1	25,7
		Paredones	4	4	4	4	4	17	23,9	23,8	24	24,8
	Valle Central	Pichidegua	4	4	4	4	4	20	20,2	19,8	20,6	20,4
		Palmilla	4	4	4	4	4	20	20	19,6	22	21,8
		San Vicente	4	4	4	4	4	23	21,1	20,2	22,3	21,6
	Precordillera	Machalí	4	4	4	4	4	14	21,9	22,3	20,1	20,4
		Requínoa	0	4	4	4	4	0,1	16,1	16,7	15,4	16,9
		San Fernando	4	4	4	4	4	7,3	17	17,4	15,6	17,1

Tabla II.9 Productividad de remolacha en seco, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Mes Óptimo Secano					Rendimiento Secano (ton/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	4	4	4	3	3	32	26	23,1	29,4	25,9
		Licantén	4	4	4	4	4	27	25,4	23,1	26	25,4
		Vichuquén	4	4	4	4	4	28	26,3	23,8	27,9	25,9
	Valle Central	Maule	4	4	4	4	4	10	17	17,1	18,2	17,6
		Talca	4	4	4	4	4	6,6	16	16,3	16,8	17,3
	Precordillera	Curicó	4	4	4	4	4	6,3	16,3	15,8	17,1	17,6
		Molina	4	4	4	4	4	19	22,9	20,4	23,5	23,6
San Clemente		4	4	4	4	4	8,1	21,3	20,5	21,6	22,5	
VIII	Costa	Talcahuano	4	4	3	4	4	32	32,8	31,7	34,8	33,8
		San Pedro	4	4	3	4	4	33	35,3	33,7	36,3	35,2
		Coronel	4	4	3	4	4	35	34,5	35,9	36,9	35,5
	Valle Central	Bulnes	4	4	4	4	4	16	23,5	20,9	24,4	23,6
		Chillán Viejo	4	4	4	4	4	14	24,3	21,6	23,8	23,7
		Cabrero	4	4	4	4	4	22	25,2	22,7	26	25,6
	Precordillera	Pinto	4	4	3	4	4	6,8	31	34,6	29,8	31
		Antuco	4	4	3	4	4	12	32,9	35,2	30,9	33,7
		Santa Bárbara	0	4	4	4	4	0,7	27,5	31,2	22,3	29,6
		Contulmo	4	4	3	4	4	32	36,9	36,2	37,5	36,7
IX	Costa	Tirúa	4	4	3	4	4	31	33,2	33,1	34,9	33,5
		Carahue	4	4	4	4	4	21	33,3	32,8	33,6	34,5
		Perquenco	5	4	4	4	4	6,7	23	24,6	20,8	25,2
	Valle Central	Temuco	5	4	3	4	4	21	29,7	28,4	30	30,1
		Melipeuco	0	10	10	0	0	0	4	7,1	1,2	2,5
	Precordillera	Pucón	11	4	4	4	4	16	27,8	34,5	23	29,6
		Valdivia	9	4	4	4	4	14	33	37,6	28,4	34
XIV	Costa	Los-Lagos	9	4	4	4	4	13	17	25,9	10,4	19,6
		Corral	11	4	4	4	4	17	29,7	36,1	24,7	30,9
	Valle Central	Futrono	9	4	4	10	4	17	7,1	18,9	4,6	9,7
		Paillaco	9	4	4	5	4	16	19,1	26,2	13,9	21
		Lago Ranco	9	5	4	9	4	17	10	20,6	9,1	11,7
		Fresia	9	4	4	4	4	16	25,3	34,1	19,7	27,4
X	Costa	Los Muermo	9	4	4	4	4	19	25,3	33,9	19,7	27,2
		Llanquihue	9	5	5	9	5	23	18,8	26,1	12,3	17,4
	Valle Central	Frutillar	9	5	5	5	5	20	19,3	24,5	10,9	18,8
		Puerto Varas	9	5	5	5	5	25	25	31,3	17,3	23,3
	Precordillera	Cochamó	11	4	4	11	4	13	15,4	25,6	17,2	14,6

Tabla II.10 Productividad de praderas, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Rendimiento (kg/ha*año)			
			LB	A240	A270	B240
XV	Costa	Putre	311	320	238	318
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	0	0
IV	Costa	La Serena 1	35	0	0	0
		Coquimbo	39	8	0	0
	Valle Central	La Higuera 2	0	0	0	0
		Precordillera	Alto del Carmen	0	0	0
V-RM	Costa	Quintero	1845	2258	2198	2144
		San Antonio	1559	1755	1729	1854
		Casablanca	1535	1535	1530	1532
	Valle Central	Padre Hurtado	1498	1723	1853	1614
		Buín	1549	1791	1932	1913
		Isla de Maipo	1683	2180	2159	2038
		Puente Alto	1586	2268	2427	2163
Precordillera	Pirque	1490	2167	2351	2083	
VI	Costa	Litueche	1988	2247	2415	2114
		Pichilemu	1802	1836	2004	1767
		Paredones	1740	1776	1829	1768
	Valle Central	Pichidegua	1799	1790	1792	1792
		Palmilla	1743	1966	2181	1818
		San Vicente	1912	2170	2104	2048
		Machalí	1691	2520	2743	2086
	Precordillera	Requinoa	1526	1964	1989	1824
		San Fernando	1438	1857	2164	1649

Tabla II.10 Productividad de praderas, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Rendimiento (Kg/ha*año)				
			LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	2022	1979	2147	2015	1983
		Licantén	1871	1870	1870	1872	1873
		Vichuquén	1912	1910	1912	1898	1827
	Valle Central	Maule	1709	1892	2072	1771	1952
		Talca	1705	1885	1952	1771	1949
	Precordillera	Curicó	1928	1527	1544	1673	1558
		Molina	1928	1780	1727	1927	1813
VIII	Costa	S. Clemente	2101	1966	1899	1875	1818
		Talcahuano	2201	2055	1875	2170	2081
		San Pedro	2316	2313	1995	2183	2333
	Valle Central	Coronel	2461	2308	2104	2527	2325
		Bulnes	2094	1853	1753	2016	1885
		Chillán Viejo	2073	1850	1760	2009	1885
	Precordillera	Cabrero	2071	1825	1730	2018	1851
		Pinto	2590	2448	2672	2475	2466
		Antuco	2337	2447	2423	2247	2504
		S Bárbara	2280	2303	2249	2114	2357
IX	Costa	Contulmo	2632	2378	2209	2286	2413
		Tirúa	2191	1983	1834	2205	2024
		Carahue	2405	2180	2061	2113	2255
	Valle Central	Perquenco	1997	1781	1647	2021	1827
		Temuco	2212	1977	1693	2208	2019
	Precordillera	Melipeuco	1851	1763	1610	1776	1492
Pucón		3464	2785	2312	2989	2834	
XIV	Costa	Valdivia	3495	2696	2465	2820	2640
		Los-Lagos	2811	2135	1967	2370	2172
	Valle Central	Corral	3523	2781	2295	2973	2749
		Futroneo	2929	2247	2119	2447	2283
	Precordillera	Paillaco	2574	1897	1964	1978	1880
		Lago Ranco	2822	2190	2040	2395	2234
X	Costa	Fresia	3494	3774	3379	3506	3340
		Los Muermo	3671	3732	3177	3518	3486
	Valle Central	Llanquihue	2804	2185	2071	2345	2141
		Frutillar	2520	2002	1995	2105	2168
	Precordillera	Puerto Varas	3029	2509	2314	2639	2547
XI	Central	Cochamó	3782	3699	3723	3677	3476
		Chile Chico 2	1960	3160	4226	3393	3987
	Patagonia	Lago Verde 2	5815	5647	4112	5838	5689

	Chile Chico 1	2810	2341	2489	2654	2644
--	---------------	------	------	------	------	------

Tabla II.11 Productividad de duraznos, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	459	466	593	459	496	281	311	417	290	359
	Valle Central	Arica 1	4266	3290	3009	3934	3202	1746	1685	1693	1793	1675
	Precordillera	Arica 2	4211	3433	4261	4185	3577	1307	1475	1717	1540	1570
II	Costa	Antofagasta 1	4160	3163	3920	4343	2748	1613	1601	1845	1840	1522
	Valle Central	Antofagasta 2	10571	12988	7484	13249	11010	1515	1603	1921	1666	1653
	Precordillera	San Pedro Atacama	7295	17633	24713	18675	16593	1442	1808	2052	1809	1820
III	Costa	Caldera	2551	2718	3196	3419	2373	1251	1373	1503	1499	1298
	Valle Central	Copiapó 1	9022	2714	2898	3256	3725	1331	1455	1579	1593	1722
	Precordillera	Tierra Amarilla	13903	13578	4275	16093	7346	1361	1809	1743	1782	1783
IV	Costa	La Serena 1	2530	2108	2534	2674	3135	1421	1528	1623	1641	1719
		Coquimbo	2370	3069	3621	2675	2777	1243	1547	1653	1406	1504
	Valle Central	La Higuera 2	19092	5126	2512	8741	3599	1461	1950	1704	1716	1948
V-RM	Precordillera	Alto del Carmen	7415	2609	3363	3767	2449	1550	1589	1747	1789	1546
	Costa	Quintero	2633	2516	2979	2478	2359	1090	1210	1345	1155	1212
			San Antonio	6874	6006	4195	7520	4198	978	1128	1284	1205
		Casablanca	10549	13067	6328	11075	12118	970	1223	1229	1143	1235
Valle Central	Padre Hurtado	13633	21361	15184	15481	21471	1078	1496	1539	1355	1507	
	Buín	11753	18631	10264	12823	17570	1131	1593	1555	1295	1598	
	Isla de Maipo	10881	7683	6669	12577	7489	1001	1347	1553	1371	1496	
Precordillera	Puente Alto	14296	9971	3594	14520	5569	1118	1588	1827	1504	1538	
	Pirque	12882	15910	8653	21055	11976	1011	1561	1820	1465	1527	
	Costa	Litueche	8623	2746	3507	3055	2614	1109	1238	1464	1279	1203
Pichilemu		7544	6172	5484	6948	6013	828	1094	1226	1009	1078	
Paredones		6952	13211	11725	10282	13414	791	1066	1116	954	1060	
Valle Central	Pichidegua	16682	12980	6179	13078	9909	1138	1452	1431	1384	1451	
	Palmilla	11222	11157	7510	11210	11362	1019	1440	1503	1204	1459	
	San Vicente	9017	4638	2755	5030	3250	1060	1497	1449	1352	1495	
Precordillera	Machalí	10140	9129	3515	10960	9130	906	1564	1858	1319	1552	
	Requinoa	12853	14053	15353	15878	20871	1006	1343	1600	1308	1542	
	San Fernando	8412	18459	7680	14769	15331	884	1556	1640	1371	1630	

Tabla II.11 Productividad de duraznos, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	2644	2660	2843	2311	2601	957	1356	1442	1194	1355
		Licantén	4329	6179	3320	5740	4182	891	1201	1357	1171	1216
		Vichuquén	5668	6579	3912	7213	6441	812	1162	1270	1052	1162
	Valle Central	Maule	15198	18150	12785	20715	16583	1112	1489	1500	1421	1477
		Talca	15694	18961	14162	21168	17978	1085	1500	1500	1400	1482
	Precordillera	Curicó	5898	7674	13159	7230	8902	899	1083	1392	1014	1145
		Molina	6778	10037	8263	12873	9798	837	1180	1333	1207	1267
San Clemente		6497	12818	14508	9345	11762	876	1231	1441	1079	1239	
VIII	Costa	Talcahuano	2167	3831	2886	4272	4110	703	924	1027	921	949
		San Pedro	1729	3802	2614	3834	4364	649	866	1024	887	944
		Coronel	4264	6466	3953	5207	5471	695	990	1113	850	1000
	Valle Central	Bulnes	16804	20797	14315	13343	20749	941	1340	1405	1086	1384
		Chillán Viejo	11968	19158	16604	14423	20978	844	1266	1382	1141	1327
		Cabrero	11299	18047	10658	13229	18061	792	1213	1290	1074	1257
	Precordillera	Pinto	5727	10662	6845	13762	16462	669	1039	1188	1023	1250
		Antuco	2219	7121	2854	6380	6154	582	927	1060	857	933
		Santa Bárbara	2622	9395	9724	6695	8571	569	893	962	812	906
IX	Costa	Contulmo	4906	7201	3942	5669	5456	554	864	1001	758	868
		Tirúa	1359	3079	2383	3360	3632	649	927	1096	884	1041
		Carahue	1359	4217	4341	3164	4417	555	828	912	763	869
	Valle Central	Perquenco	4877	9450	10495	9844	11736	618	854	985	823	941
		Temuco	5100	12353	8083	8714	9008	611	943	1089	810	940
	Precordillera	Melipeuco	459	0	6	0	0	0	0	209	0	62
Pucón		1624	5895	7385	5828	6567	241	534	677	476	568	
XIV	Costa	Valdivia	1752	6518	6006	5160	6036	288	562	664	483	596
		Los-Lagos	6192	11019	14846	8832	10062	333	588	767	537	628
	Valle Central	Corral	994	4128	4325	2649	4511	243	502	583	429	520
		Futrono	1624	7180	7398	4955	6226	294	573	653	487	586
	Precordillera	Paillaco	4775	8723	11645	8622	11108	380	608	754	575	685
X	Costa	Lago Ranco	748	3523	5300	2117	4097	276	529	620	499	535
		Fresia	459	141	642	28	227	86	300	413	290	347
	Valle Central	Los Muermo	459	149	634	31	220	83	283	397	265	315
		Llanquihue	658	2118	5433	1391	2424	232	495	633	436	532
		Frutillar	830	2959	4547	1990	3330	253	523	604	486	551
	Precordillera	Puerto varas	459	838	2455	394	964	179	446	532	382	482
		Cochamó	459	390	1502	117	467	0	171	285	143	235

Tabla II.12 Productividad de manzanos, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	288	734	2358	409	809	283	344	430	314	344
	Valle Central	Arica 1	9119	8400	7039	9182	8027	2236	2494	2546	2482	2537
	Precordillera	Arica 2	24563	9388	9226	9014	8852	1521	2106	2269	2006	2201
II	Costa	Antofagasta 1	8864	8996	8700	8236	8427	2098	2352	2522	2351	2406
	Valle Central	Antofagasta 2	37221	22905	8554	32612	16127	1680	2068	2230	2147	2022
	Precordillera	San Pedro Atacama	35080	52364	51535	54299	50854	1603	2305	2662	2325	2375
III	Costa	Caldera	9796	9343	9236	9668	8851	1737	1938	2070	1967	1971
	Valle Central	Copiapó 1	16543	8309	8762	8627	8644	1802	2175	2337	2214	2263
	Precordillera	Tierra Amarilla	27071	16286	6963	20282	9265	1599	2266	2590	2301	2396
IV	Costa	La Serena 1	15636	9666	9544	9678	9716	1803	2161	2300	2106	2206
		Coquimbo	9908	10088	9801	9613	9758	1650	2010	2150	1898	2055
	Valle Central	La Higuera 2	27778	6736	6234	10948	6841	1786	2429	2581	2286	2515
	Precordillera	Alto del Carmen	8081	8391	8047	7592	8061	1871	2443	2545	2331	2464
V-RM	Costa	Quintero	9115	10074	9908	9619	9901	1379	1644	1766	1543	1654
		San Antonio	35912	15505	8420	18071	10517	1293	1552	1695	1567	1584
		Casablanca	38421	23033	13551	27659	23384	1192	1538	1725	1506	1599
	Valle Central	Padre Hurtado	34227	36552	22331	35294	27853	1392	1917	2071	1799	1934
		Buín	40756	25997	19327	32198	26353	1482	2051	2259	1911	2086
	Precordillera	Isla de Maipo	27862	14183	9370	21018	10744	1301	1870	2104	1793	1973
		Puente Alto	38571	13559	7239	19807	7453	1443	2096	2374	1932	2151
VI	Costa	Pirque	28489	19339	9370	27006	16003	1263	2008	2322	1891	2080
		Litueche	18344	8321	8755	8020	8566	1515	1776	1924	1759	1790
		Pichilemu	28574	12493	8944	18365	12410	1112	1445	1580	1332	1437
	Valle Central	Paredones	43414	27707	23056	34245	29124	1070	1287	1447	1236	1321
		Pichidegua	41459	21175	11863	22017	16103	1471	1919	2116	1826	1945
		Palmilla	40574	18814	12498	26895	17986	1361	1931	2097	1713	1930
		San Vicente	21565	7756	7664	7897	7621	1467	1963	2152	1816	1990
	Precordillera	Machalí	35041	12577	7092	23237	13708	1241	2075	2358	1940	2148
		Requinoa	31462	34782	21845	34069	28609	1257	1967	2146	1732	2000
		San Fernando	35973	25991	12312	28502	19725	1243	2094	2325	1874	2088

Tabla II.12 Productividad de manzanos, escenarios:: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)				Riego (mm/ha)					
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	15462	9167	9460	9259	9156	1186	1743	1883	1594	1762
		Licantén	27569	12716	8404	14307	8106	1149	1532	1740	1509	1546
		Vichuquén	30199	12819	8159	18732	12203	1093	1467	1641	1358	1465
	Valle Central	Maule	38354	30545	24754	34450	26947	1506	2079	2260	1866	2110
		Talca	35478	33333	24911	38887	26979	1451	2031	2223	1859	2048
	Precordillera	Curicó	38619	30252	28802	36392	26078	1144	1507	1784	1415	1529
Molina		37217	21385	16536	27637	17445	1210	1630	1880	1571	1660	
San Clemente		39126	34958	25718	32764	29150	1169	1657	1925	1409	1705	
VIII	Costa	Talcahuano	28632	17336	8729	16636	16406	917	1298	1435	1181	1317
		San Pedro	28122	17156	8704	16597	14305	844	1198	1371	1132	1250
		Coronel	30300	16272	8738	17217	13861	909	1322	1487	1207	1368
	Valle Central	Bulnes	35861	28025	23220	37003	27522	1220	1811	2047	1669	1834
		Chillán Viejo	30569	32758	23127	37943	28620	1135	1723	1925	1635	1779
		Cabrero	36426	27746	17719	35245	27317	1124	1666	1852	1605	1693
	Precordillera	Pinto	39735	28678	15040	32129	31134	910	1534	1876	1316	1716
		Antuco	35022	19216	7972	24116	18799	797	1259	1516	1135	1343
		Santa Bárbara	36654	42622	32818	40106	38767	783	1181	1441	1087	1240
IX	Costa	Contulmo	28151	16749	8180	15163	12896	780	1197	1378	1094	1267
		Tirúa	26746	17146	8458	17518	10515	852	1327	1502	1197	1380
		Carahue	36550	30406	20354	28298	25209	740	1159	1318	1015	1195
	Valle Central	Perquenco	38677	41707	30041	37190	33926	835	1201	1404	1055	1251
		Temuco	40520	32137	16201	29348	25788	847	1298	1512	1143	1351
	Precordillera	Melipeuco	283	1478	6927	813	2373	0	0	272	0	41
Pucón		32291	24910	20126	31511	19937	371	782	994	677	856	
XIV	Costa	Valdivia	35479	24190	18838	34018	24211	432	800	973	724	856
		Los-Lagos	37135	39082	37618	35145	37454	528	888	1084	771	920
	Valle Central	Corral	31422	33708	18538	30881	29401	363	715	880	629	772
		Futrono	32183	43756	43781	40126	42158	436	841	1022	737	887
	Precordillera	Paillaco	37137	38969	37168	35714	38464	563	880	1095	787	924
X	Costa	Lago Ranco	25142	43916	44155	38675	42811	424	755	929	707	812
		Fresia	10514	23505	20509	20302	24854	209	449	602	423	505
	Valle Central	Los Muermo	11007	23623	20964	20445	26157	188	424	571	386	463
		Llanquihue	23032	37780	44711	35597	38410	395	703	893	634	748
		Frutillar	25693	38232	39876	36238	38818	422	708	845	669	747
Precordillera	Puerto Varas	14621	33260	32832	29963	32961	322	623	789	552	662	
	Cochamó	8217	30355	27697	22288	30728	51	263	409	234	322	
XI	Central	Lago Verde 2	2056	13719	24087	8860	14515	0	71	152	0	85
		Lago verde 1	283	2038	6754	963	2099	52	165	292	138	188
	Patagonia	Chile Chico 2	283	283	1426	283	968	0	0	0	0	0
		Chile Chico 1	1004	1004	7383	2424	3766	161	166	443	317	363

Tabla II.13. Productividad de naranjos, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	293	293	293	293	293	218	265	276	264	267
	Valle Central	Arica 1	37995	67777	72515	64304	69484	1905	2215	2432	2192	2330
	Precordillera	Arica 2	10602	12022	25119	11734	16218	1611	1462	1726	1500	1576
II	Costa	Antofagasta 1	17450	52444	61138	47206	55145	1561	2031	2234	2023	2129
	Valle Central	Antofagasta 2	7262	22734	28443	18895	24945	1555	2169	2277	2133	2249
	Precordillera	San Pedro Atacama	4517	18638	28779	13441	20438	1519	1736	1951	1779	1790
III	Costa	Caldera	5236	34273	50694	24388	43717	1294	1553	1682	1563	1623
	Valle Central	Copiapó 1	28267	40823	45235	38980	43195	1386	1652	1795	1646	1713
	Precordillera	Tierra Amarilla	20254	31991	36012	29644	33011	1584	1777	1966	1824	1804
IV	Costa	La Serena 1	1389	6067	12131	4310	7716	1330	1564	1715	1534	1635
		Coquimbo	1953	9199	24118	6688	11962	1182	1465	1686	1397	1544
	Valle Central	La Higuera 2	25105	36547	40744	33184	36921	1551	1844	2013	1729	1864
	Precordillera	Alto del Carmen	31416	45613	63759	40551	45784	1418	1833	2181	1708	1902
V-RM	Costa	Quintero	2546	8266	14880	5525	8763	1015	1195	1268	1115	1184
		San Antonio	5292	15408	24534	11557	17130	1002	1112	1212	1119	1126
		Casablanca	8699	20999	26579	17810	22036	1047	1169	1274	1178	1188
	Valle Central	Padre Hurtado	18978	28709	32309	27136	29184	1198	1445	1556	1387	1425
		Buín	17939	29293	33226	27245	30248	1191	1521	1645	1395	1522
	Precordillera	Isla de Maipo	15751	28001	32224	25754	28660	1172	1418	1565	1381	1437
		Puente Alto	17804	32632	37719	29394	32899	1193	1582	1741	1435	1602
	Pirque	20390	32185	35063	29501	33013	1189	1552	1710	1435	1576	
VI	Costa	Litueche	21153	32360	36127	30562	33059	1130	1303	1380	1301	1316
		Pichilemu	5897	14320	19707	10962	14616	922	1076	1148	1060	1095
		Paredones	5716	13887	18913	10666	14155	908	1050	1103	1013	1045
	Valle Central	Pichidegua	21221	29107	32402	27357	29915	1151	1403	1550	1363	1434
		Palmilla	16434	26814	31046	24939	27221	1119	1394	1509	1299	1391
		San Vicente	17063	29090	32381	25911	30256	1123	1409	1558	1332	1433
	Precordillera	Machalí	15374	31873	36743	27995	32046	1124	1552	1783	1453	1626
		Requínoa	16743	28391	32257	26472	28825	1135	1487	1631	1372	1490
		San Fernando	9522	27626	32381	25266	28318	1092	1537	1794	1469	1591

Tabla II.13 Productividad de naranjos, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	1499	4199	6730	3138	4408	962	1256	1376	1161	1283
		Licantén	2867	8854	15020	6524	9579	942	1149	1275	1151	1165
		Vichuquén	4227	10474	15995	7981	10704	902	1117	1199	1052	1134
	Valle Central	Maule	24907	30276	32760	28564	31039	1175	1519	1678	1416	1549
		Talca	24874	29987	32488	28674	30700	1167	1511	1665	1405	1534
	Precordillera	Curicó	2978	8807	14640	6663	9658	881	1280	1429	1130	1296
		Molina	5559	16348	22550	12433	17572	948	1238	1405	1203	1256
		San Clemente	4211	13435	20542	10005	15013	899	1268	1456	1185	1313
	VIII	Costa	Talcahuano	1197	3153	4841	2434	3355	685	938	1037	847
San Pedro			924	2921	4802	2165	3158	641	861	984	824	922
Coronel			2128	6227	10070	4673	6715	620	943	1059	836	967
Valle Central		Bulnes	22557	28215	30943	27211	28515	959	1344	1526	1256	1412
		Chillán Viejo	20446	27584	29946	26218	27936	968	1273	1453	1253	1340
		Cabrero	20875	27742	30502	26346	28064	923	1226	1384	1191	1251
Precordillera		Pinto	3142	17505	25754	13235	21472	588	1092	1337	964	1196
		Antuco	1093	6274	13673	4521	8492	515	863	1071	823	956
		Santa Bárbara	1316	6820	14326	4789	8595	507	851	1043	782	884
IX	Costa	Contulmo	3251	10296	17448	8028	12201	516	819	950	749	868
		Tirúa	714	2424	4121	1925	2953	581	939	1070	821	977
		Carahue	714	2318	3855	1847	2802	460	805	947	685	832
	Valle Central	Perquenco	2625	8866	15570	6968	10972	573	908	1049	822	945
		Temuco	3225	10808	18267	8401	13069	593	949	1081	847	988
	Precordillera	Melipeuco	0	0	66	0	6	0	0	77	0	0
XIV	Costa	Pucón	800	4775	10275	3333	6174	156	469	629	419	516
		Valdivia	884	3568	6512	2566	4094	216	472	639	424	517
	Valle Central	Los-Lagos	4180	16154	22851	11728	18339	293	581	741	500	624
		Corral	466	2150	4030	1553	2559	154	414	537	350	454
	Precordillera	Futrono	800	4231	8659	2855	4945	221	500	656	440	564
		Paillaco	2577	9721	17719	7066	11275	313	627	772	560	654
X	Costa	Lago Ranco	299	1896	3960	1285	2312	205	440	606	417	488
		Fresia	0	222	577	117	287	62	229	320	213	271
	Valle Central	Los Muermo	0	228	572	120	282	30	217	313	191	225
		Llanquihue	240	1376	2738	943	1620	164	426	589	359	467
	Precordillera	Frutillar	356	1801	3486	1247	2093	195	435	600	396	471
		Puerto Varas	44	655	1477	381	724	139	343	471	304	399
		Cochamó	0	378	1017	181	424	0	131	219	98	161

Tabla II.14 Productividad de vides, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	264	264	264	264	264	231	237	243	235	252
	Valle Central	Arica 1	6275	6609	6850	6829	6359	2308	2510	2708	2564	2553
	Precordillera	Arica 2	7970	3651	5152	3032	4057	1718	1925	2252	1836	2027
II	Costa	Antofagasta 1	4857	6662	6896	6430	6597	1940	2428	2605	2456	2501
	Valle Central	Antofagasta 2	7803	22697	7785	22794	17091	1065	2196	2077	2267	2184
	Precordillera	San Pedro Atacama	9484	30676	36476	26823	30998	1198	2135	2385	2076	2230
III	Costa	Caldera	3852	5370	5958	5428	5721	1601	1880	2027	1906	1954
	Valle Central	Copiapó 1	15233	4947	5311	4749	4938	1683	2038	2216	2037	2082
	Precordillera	Tierra Amarilla	26024	18469	6845	22437	10311	1760	2092	2329	2069	2195
IV	Costa	La Serena 1	4424	3985	4675	3702	4224	1619	1956	2155	1897	2033
		Coquimbo	4346	4450	5330	4088	4656	1468	1832	2021	1729	1911
	Valle Central	La Higuera 2	24865	5639	4171	12069	3894	1687	2203	2317	2094	2191
	Precordillera	Alto del Carmen	7995	5248	5802	4933	5104	1783	2261	2433	2142	2251
V-RM	Costa	Quintero	2779	3932	4395	3632	4004	1222	1452	1557	1374	1469
		San Antonio	17145	12378	5628	12580	8340	1182	1378	1485	1378	1393
		Casablanca	19729	18435	11781	21441	18797	1228	1438	1556	1416	1438
	Valle Central	Padre Hurtado	25451	30672	25387	28955	30417	1395	1719	1906	1680	1767
		Buín	24582	28249	19683	31334	27918	1395	1845	1971	1713	1876
		Isla de Maipo	24171	13828	9526	21128	10189	1407	1750	1901	1656	1780
	Precordillera	Puente Alto	25085	14446	4230	20384	7965	1429	1918	2073	1770	1930
Pirque		25478	23085	10062	30431	18601	1373	1880	2035	1737	1905	
VI	Costa	Litueche	15297	4245	4458	4055	4280	1355	1586	1715	1576	1602
		Pichilemu	16793	8987	7112	12725	9024	1114	1323	1425	1256	1305
		Paredones	16405	20723	18772	21537	20799	1076	1226	1338	1200	1222
	Valle Central	Pichidegua	25586	19729	10816	19697	15099	1356	1730	1872	1646	1761
		Palmilla	24441	17105	12264	25327	16880	1292	1718	1867	1571	1718
		San Vicente	19329	6120	4249	6899	4103	1352	1742	1889	1617	1773
	Precordillera	Machalí	23089	12706	4049	22844	14164	1340	1892	2053	1779	1929
		Requínoa	24282	30863	25089	28497	30768	1346	1798	1952	1626	1829
		San Fernando	20367	27611	11902	27796	20909	1275	1859	2017	1753	1887

Tabla II.14 Productividad de vides, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Productividad (Kg/ha)					Riego (mm/ha)				
			LB	A240	A270	B240	B270	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	4792	3095	3577	2722	3174	1169	1549	1681	1415	1575
		Licantén	10729	8733	3885	8451	5112	1144	1407	1549	1366	1423
		Vichuquén	14521	9093	4953	11763	8749	1102	1349	1480	1253	1348
	Valle Central	Maule	27976	31247	27923	31359	29755	1408	1854	1975	1715	1867
		Talca	26406	31127	28924	31196	30770	1346	1845	1967	1702	1859
	Precordillera	Curicó	11464	20343	24240	18080	21355	1036	1556	1713	1377	1566
		Molina	16985	19986	15624	23521	16077	1179	1487	1696	1430	1514
San Clemente		14541	23917	23704	22146	24333	1083	1526	1732	1434	1558	
VIII	Costa	Talcahuano	3821	7865	4545	6942	7850	863	1158	1270	1069	1185
		San Pedro	2757	7679	3263	6572	6982	794	1076	1202	1015	1106
		Coronel	8166	9958	5324	9255	8529	827	1166	1301	1054	1204
	Valle Central	Bulnes	25036	30271	24460	28907	30331	1124	1626	1811	1495	1667
		Chillán Viejo	25499	30212	27095	28899	30828	1152	1543	1755	1513	1596
		Cabrero	25120	27221	18315	29107	27215	1101	1480	1677	1436	1504
	Precordillera	Pinto	12018	25247	13693	23681	26686	784	1386	1632	1267	1505
		Antuco	3599	11521	3830	14024	12717	680	1117	1347	1083	1197
		Santa Bárbara	4442	18808	24038	15583	20701	624	1085	1282	1030	1164
IX	Costa	Contulmo	12283	10996	5243	10235	9229	697	1027	1206	980	1116
		Tirúa	2003	6932	3068	6036	5356	768	1163	1320	1039	1217
		Carahue	1998	9330	9893	6755	9765	652	1009	1164	901	1049
	Valle Central	Perquenco	10429	20531	24043	18482	22214	720	1110	1271	1036	1158
		Temuco	12220	21905	12423	20472	19330	785	1157	1338	1058	1201
	Precordillera	Melipeuco	0	0	81	0	0	0	0	32	0	0
XIV	Costa	Pucón	2437	14470	14210	12884	12543	262	657	858	587	729
		Valdivia	2714	11265	11848	10725	12040	340	664	840	590	734
	Valle Central	Los-Lagos	13481	22900	25239	21077	23119	410	779	944	704	838
		Corral	1237	8598	9664	5478	10483	261	582	757	524	639
		Futroneo	2432	15082	20564	11548	16420	303	707	872	607	754
	Precordillera	Paillaco	9991	20459	24108	17769	21273	426	798	969	725	847
		Lago Ranco	744	7381	15061	4394	9751	288	611	792	575	684
X	Costa	Fresia	0	508	1477	249	682	126	353	485	312	401
		Los Muermo	0	524	1465	256	669	119	334	455	287	368
	Valle Central	Llanquihue	570	4671	11042	2916	5777	224	589	758	529	655
		Frutillar	887	6587	12733	4111	8024	176	613	755	540	652
	Precordillera	Puerto Varas	86	1855	5163	980	2099	198	513	669	450	554
		Cochamó	0	972	3187	416	1119	0	189	333	175	258

Tabla II.15 Productividad de pino, escenarios: línea base, A2 2040, A2 2070, B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Rendimiento (m ³ /ha*año)				
			LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	2	3	1	2
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	0	0	0
IV	Costa	La Serena 1	1	0	0	0	0
		Coquimbo	1	1	0	0	0
	Valle Central	La Higuera 2	0	0	0	0	0
	Precordillera	Alto del Carmen	0	0	0	0	0
V-RM	Costa	Quintero	19	16	14	18	16
		San Antonio	18	13	10	15	14
		Casablanca	19	18	14	19	18
	Valle Central	Padre Hurtado	9	11	10	13	12
		Buín	13	13	11	15	14
		Isla de Maipo	18	17	15	20	19
Precordillera	Puente Alto	13	14	12	16	17	
	Pirque	14	15	13	17	17	
VI	Costa	Litueche	25	24	20	24	25
		Pichilemu	25	25	23	25	25
		Paredones	22	25	23	25	25
	Valle Central	Pichidegua	20	20	17	21	21
		Palmilla	21	21	19	23	23
		San Vicente	22	21	17	23	23
	Precordillera	Machalí	18	21	19	21	21
		Requínoa	17	15	13	17	17
		San Fernando	17	17	19	16	17

Región	Zona	Comuna	Rendimiento (m ³ /ha*año)					
			LB	A240	A270	B240	B270	
VII	Costa	Constitución	25	23	23	23	22	
		Licantén	24	24	22	24	24	
		Vichuquén	24	25	22	26	25	
	Valle Central	Maule	21	18	18	20	19	
		Talca	21	18	17	19	19	
	Precordillera	Curicó	18	15	15	16	15	
		Molina	22	20	19	20	20	
San Clemente		21	19	18	19	19		
VIII	Costa	Talcahuano	27	30	29	30	29	
		San Pedro	28	31	30	31	31	
		Coronel	32	31	29	32	30	
	Valle Central	Bulnes	27	21	21	22	21	
		Chillán Viejo	26	22	20	22	21	
		Cabrero	26	22	23	22	22	
	Precordillera	Pinto	29	27	27	27	24	
		Antuco	25	28	29	27	27	
		Santa Bárbara	26	28	27	28	27	
IX	Costa	Contulmo	33	33	30	33	31	
		Tirúa	27	27	26	29	26	
		Carahue	28	30	29	30	30	
	Valle Central	Perquenco	26	25	23	25	24	
		Temuco	29	26	26	27	26	
	Precordillera	Melipeuco	0	6	9	4	7	
Pucón		26	34	33	33	33		
XIV	Costa	Valdivia	31	38	38	37	36	
		Los-Lagos	32	32	30	32	31	
	Valle Central	Corral	27	37	37	35	36	
		Futrono	26	32	30	31	31	
	Precordillera	Paillaco	29	30	28	29	29	
X	Costa	Lago Ranco	24	32	31	29	31	
		Fresia	18	30	36	27	31	
	Valle Central	Los Muermos	18	30	37	27	31	
		Llanquihue	21	29	30	27	29	
		Frutillar	20	28	29	25	28	
	Precordillera	Puerto Varas	19	30	33	27	30	
		Cochamó	15	28	35	24	29	
	XI	Central	Lago Verde 2	9	20	26	16	20
			Lago verde 1	5	10	14	9	11
		Patagonia	Chile Chico 2	0	0	7	2	4
Chile Chico 1			7	7	22	13	17	

Tabla II.16 Productividad
escenarios: línea
B2 2040 y B2 2070

Región	Zona	Comuna	Rendimiento (m ³ /ha*año)				
			LB	A240	A270	B240	B270
XV	Costa	Putre	0	0	0	0	0
	Valle Central	Arica 1	0	0	0	0	0
	Precordillera	Arica 2	0	0	0	0	0
II	Costa	Antofagasta 1	0	0	0	0	0
	Valle Central	Antofagasta 2	0	0	0	0	0
	Precordillera	San Pedro Atacama	0	0	0	0	0
III	Costa	Caldera	0	0	0	0	0
	Valle Central	Copiapó 1	0	0	0	0	0
	Precordillera	Tierra Amarilla	0	0	1	0	0
IV	Costa	La Serena 1	0	2	2	2	2
		Coquimbo	1	3	2	3	3
	Valle Central	La Higuera 2	0	1	1	1	1
	Precordillera	Alto del Carmen	1	2	1	1	1
V-RM	Costa	Quintero	22	28	25	30	28
		San Antonio	19	17	20	17	20
		Casablanca	25	21	21	22	23
	Valle Central	Padre Hurtado	9	10	11	10	13
		Buín	17	13	13	16	15
		Isla de Maipo	25	22	27	25	26
	Precordillera	Puente Alto	15	25	23	20	29
Pirque		16	18	24	20	25	
VI	Costa	Litueche	37	45	38	40	46
		Pichilemu	30	36	36	34	37
		Paredones	30	35	31	34	36
	Valle Central	Pichidegua	32	28	24	31	31
		Palmilla	34	30	27	34	33
		San Vicente	35	30	24	35	33
	Precordillera	Machalí	26	30	34	28	30
		Requínoa	23	15	14	21	19
		San Fernando	26	26	26	24	26

de eucaliptos,
base, A2 2040, A2 2070,

Región	Zona	Comuna	LB	A240	A270	B240	B270
VII	Costa	Constitución	28	36	37	31	35
		Licantén	28	34	38	31	34
		Vichuquén	31	34	32	34	35
	Valle Central	Maule	36	31	24	34	32
		Talca	35	28	20	33	31
	Precordillera	Curicó	23	22	21	23	22
		Molina	31	32	29	31	32
San Clemente		29	28	27	29	28	
VIII	Costa	Talcahuano	33	38	40	38	38
		San Pedro	34	41	42	38	40
		Coronel	41	44	45	43	43
	Valle Central	Bulnes	43	37	33	37	34
		Chillán Viejo	41	38	34	37	36
		Cabrero	42	38	36	39	38
	Precordillera	Pinto	37	42	42	41	39
		Antuco	30	41	43	37	39
Santa Bárbara		32	40	42	38	41	
IX	Costa	Contulmo	44	48	47	46	45
		Tirúa	32	35	36	36	35
		Carahue	34	38	40	39	39
	Valle Central	Perquenco	33	38	38	37	38
		Temuco	39	41	40	41	41
	Precordillera	Melipeuco	0	0	6	0	1
		Pucón	31	48	51	45	48
XIV	Costa	Valdivia	40	52	53	49	51
		Los-Lagos	43	50	49	48	48
	Valle Central	Corral	32	49	51	46	48
		Futroneo	32	45	47	42	45
	Precordillera	Paillaco	37	45	45	43	44
		Lago Ranco	28	43	45	39	43
X	Costa	Fresia	18	37	44	31	38
		Los Muermos	18	37	45	32	39
	Valle Central	Llanquihue	23	37	41	33	37
		Frutillar	22	35	39	31	35
	Precordillera	Puerto Varas	20	38	44	32	38
		Cochamó	14	35	47	29	36
XI	Central	Lago Verde 2	4	21	30	16	22
		Lago verde 1	0	9	14	6	9
	Patagonia	Chile Chico 2	0	0	3	0	0
		Chile Chico 1	0	0	24	10	16

ANEXO III: ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

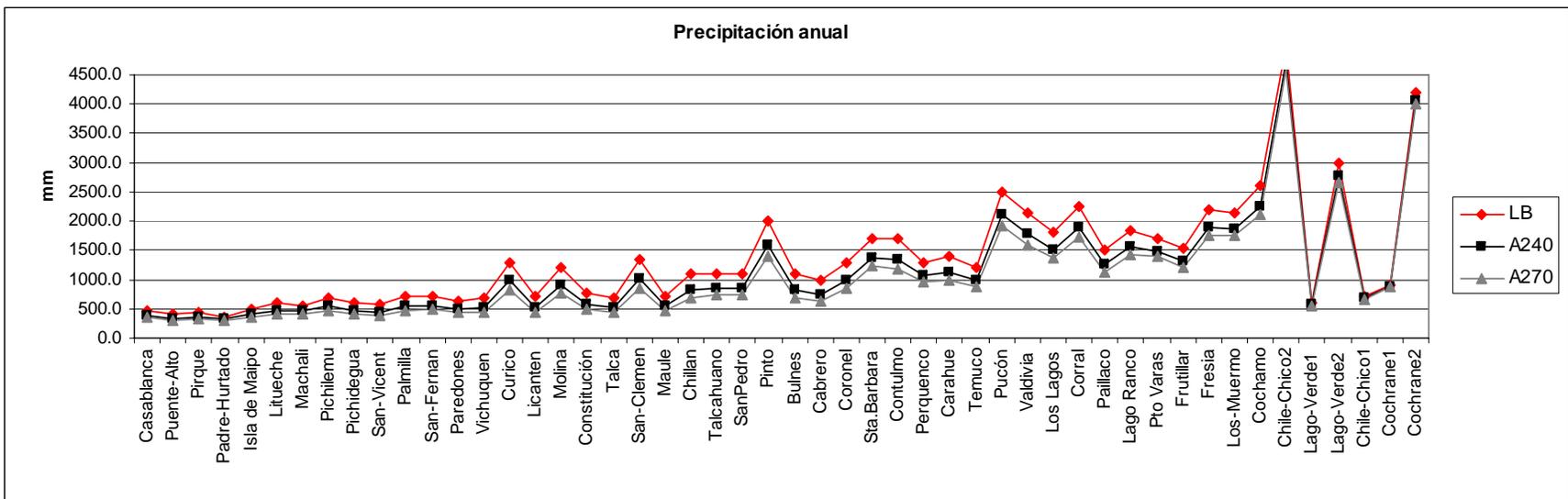


Figura III.1 Precipitación anual, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

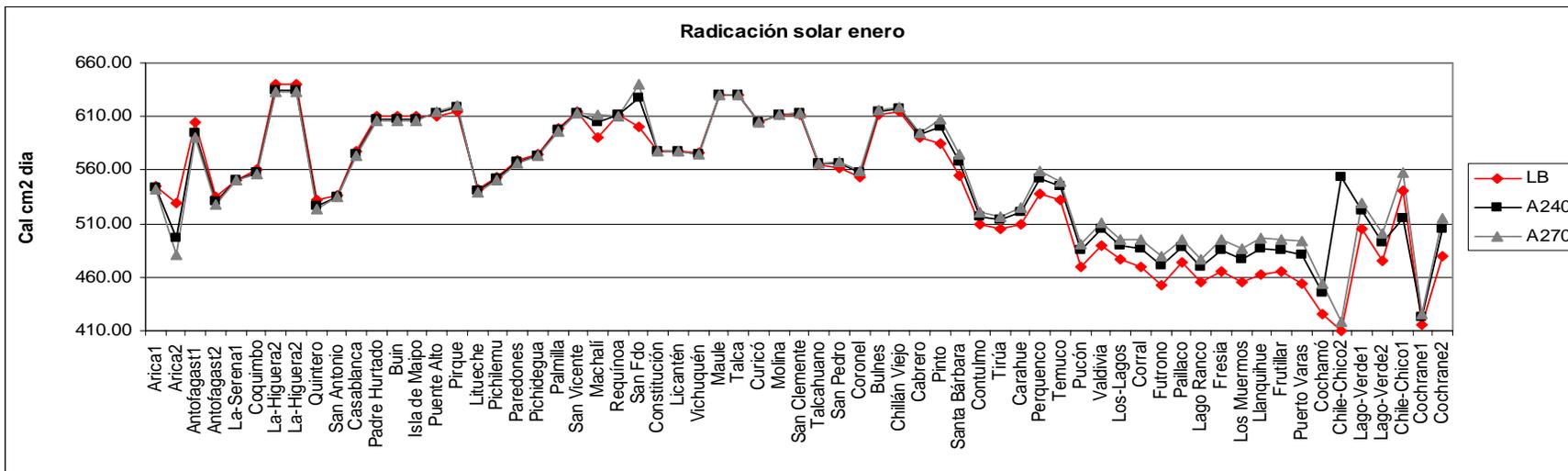


Figura III.2 Radiación solar de enero, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

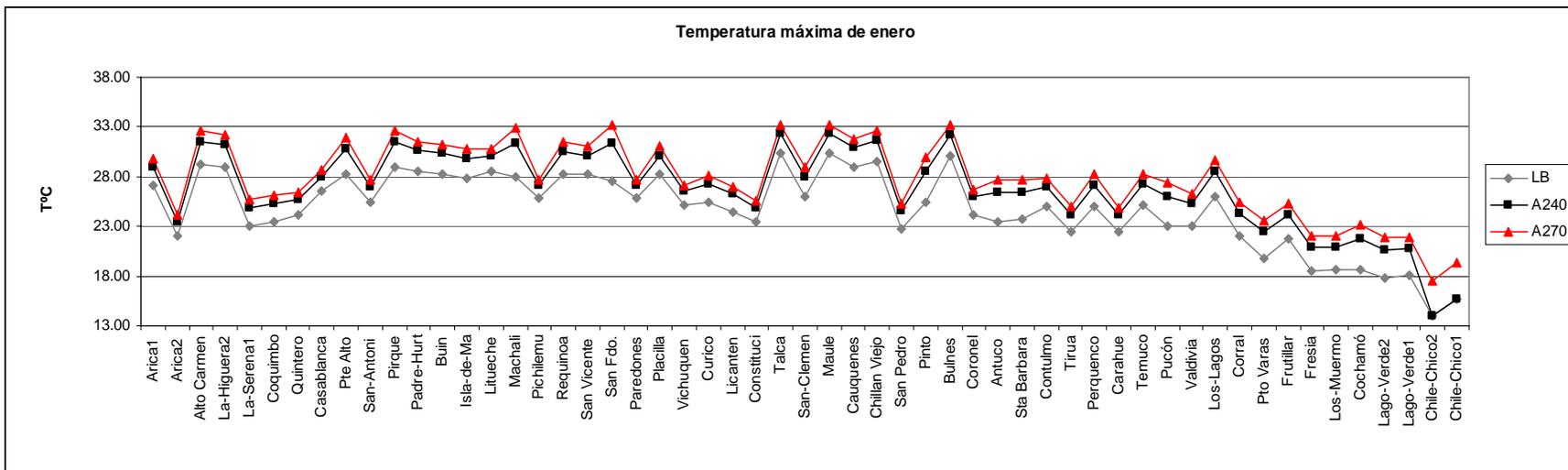


Figura III.3 Temperatura máxima de enero, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

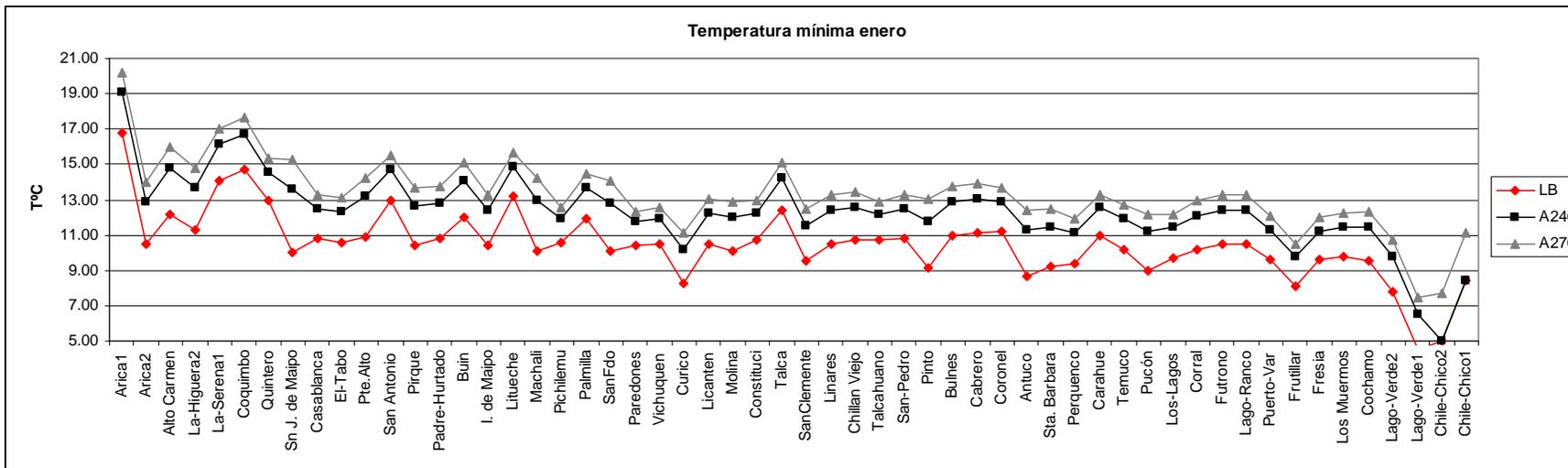


Figura III.4 Temperatura mínima de enero, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

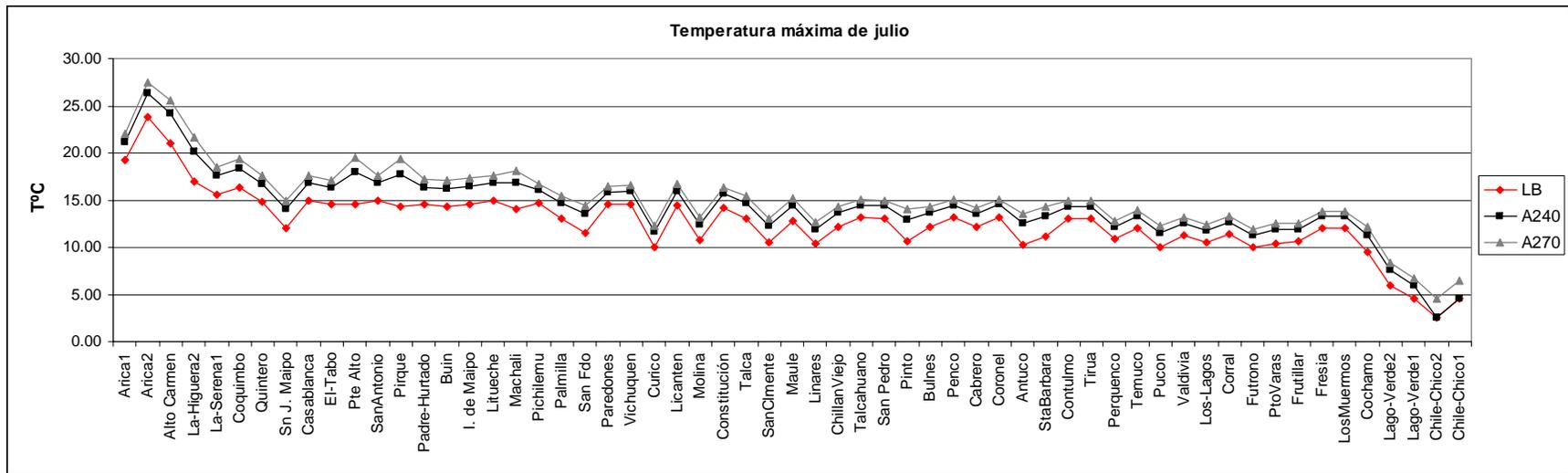


Figura III.5 Temperatura máxima de julio, escenarios: línea base, A22040 y A2 2070

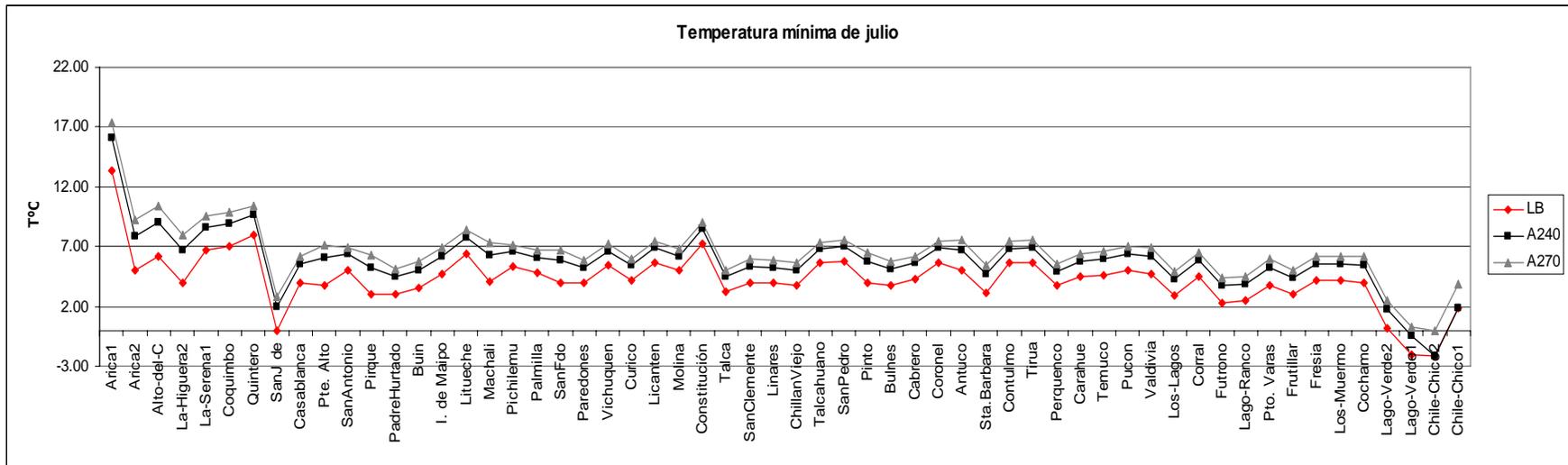


Figura III.6 Temperatura mínima de julio, escenarios: línea base, A2 2040 y A2 2070

