

El Proyecto Adaptaciones Institucionales a los Cambios Climáticos (AICC)
Informe de Integración, Versión Académica:
El Caso de la Cuenca del río South Saskatchewan (SSRB), Canadá
octubre, 2009

Resumen Ejecutivo

La mayoría de los riesgos derivados del cambio climático para las comunidades rurales en la Cuenca del Río South Saskatchewan (SSRB) se deben tanto al aumento en la ocurrencia de las sequías prolongadas y de los períodos de alta precipitación, y de las condiciones sociales presentes en estas comunidades (Ej. su sensibilidad a los extremos de calor y de agua, su dependencia en las características de calor y el suministro de agua para su sustento, y los recursos disponibles para ellos). El propósito del proyecto es desarrollar una comprensión sistemática de las capacidades de las instituciones regionales para formular e implementar estrategias de adaptación a los riesgos del cambio climático, y a los impactos previstos del dicho cambio. Las dos cuencas seleccionadas para este estudio son la del río Elqui, en la región de Coquimbo en el norte de Chile, y la del río South Saskatchewan en el oeste de Canadá. Este informe integra las conclusiones más importantes de los estudios realizados por los investigadores de la Adaptaciones Institucionales a los Cambios Climáticos (AICC) en la SSRB.

Evaluaciones de la vulnerabilidad efectuadas en varias comunidades rurales en la cuenca SSRB revelan que las personas en locales rurales son sensibles a una variedad de eventos climáticos (por ejemplo, las fluctuaciones en la temperatura, eventos de granizo, vientos fuertes, y la erosión), que podrían tener consecuencias negativas para los medios de vida de tales personas. Estrés climáticos se ven exacerbados por las fluctuaciones en los mercados globales y los cambios en las políticas, lo que les hacen a las comunidades rurales aun más vulnerables. Las comunidades han desarrollado estrategias de adaptación para manejar estas condiciones climáticas y económicas. Algunas de estas estrategias son: la acumulación de los recursos, la reubicación de los recursos humanos, la diversificación de las fuentes de ingresos y de los cultivos, la construcción de la infraestructura de riego, y el uso de las redes sociales que existen en las comunidades y que apoyan a sus miembros. El grado de su exposición, y su sensibilidad y capacidad adaptativa que existe han sido formados considerablemente por las fortalezas y debilidades de las redes gubernamentales.

Escenarios de cambio climático para la SSRB predicen futuros aumentos en las temperaturas y en las precipitaciones. La mayor parte del calentamiento se produce en invierno, de manera que la temporada de crecimiento sin heladas es cada vez más larga, aunque también la SSRB esta perdiendo algunas de las ventajas de un invierno frío que elimina muchas plagas y que guarda agua en forma de nieve (la más abundante, fiable y predecible fuente de agua). La mayoría de la precipitación adicional que se espera ocurrirá en el invierno y la primavera, cada vez más en forma de lluvia, principalmente debido al calentamiento del clima. Así, en promedio, debemos esperar que los inviernos sean más largos con más precipitación, y los veranos más cálidos. Es casi seguro que haría inviernos más cálidos y húmedos, y veranos más secos. La mayoría de los riesgos del cambio climático tienen que ver con un aumento en la variabilidad en el clima, año a

año. Especialmente porque mas variabilidad significa más severas y más frecuentes sequías, y en ocasiones extremas condiciones de alta precipitación.

La capacidad adaptativa que existe en las comunidades y en las redes gubernamentales tiene varias limitaciones que requieren atención antes de que sean suficientes para afrontar adecuadamente a estas condiciones climáticas futuras. Se necesita enfoques más sólidos, integrados y anticipatorios para fortalecer la capacidad adaptativa que se necesita para reducir los riesgos y maximizar las oportunidades asociadas con el cambio climático.

1. INTRODUCCION

Las praderas canadienses han calentado a un ritmo más rápido que el promedio mundial, y nuestro clima futuro pronto puede estar fuera del rango de variabilidad natural. Los modelos climáticos proyectan aumentos en la temperatura y en la precipitación. La mayor parte del calentamiento se producirá en el invierno, de manera que la temporada de crecimiento sin heladas es cada vez más larga, aunque también estamos perdiendo algunas de las ventajas de un invierno frío que elimina muchas plagas y que almacena agua en forma de nieve (la más abundante, fiable y predecible fuente de agua). La mayoría de la precipitación adicional del futuro se espera en invierno y primavera, y cada vez más en la forma de lluvia. La información que produce los modelos de cambio climático sobre las precipitaciones futuras en verano es menos fiable que la del invierno y otoño, pero muchos de los escenarios para las praderas canadienses incluyen una disminución en la precipitación en el verano. Los modelos también predicen que vamos a tener menos, pero más intensas, tormentas. Así, en promedio, los veranos largos y cálidos tenderán a ser más secos, posiblemente mucho más secos. Mientras es casi cierto que los inviernos van a ser más cálidos y mas humedazos, y que los veranos van a ser más secos, la mayoría de los riesgos del cambio climático estará relacionado tanto al aumento en la variabilidad climática anual (Ej. las sequías mas prolongados y las sequías mas frecuentes y severas, de vez en cuando alternando con años extraordinariamente de alta precipitación) y de la sensibilidad de las personas a los extremos de calor y estrés de agua (Ej. la dependencia de sus medios de subsistencia en las características específicas del clima, y los recursos disponibles para ellos).

El proyecto AICC busca a desarrollar una comprensión sistemática de las capacidades de las instituciones para formular y aplicar estrategias de adaptación a los dichos riesgos esperados del cambio climático y los impactos previstos sobre el suministro y la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río South Saskatchewan (SSRB) en el oeste de Canadá y la cuenca del Río Elqui (ERB) en el norte de Chile. Los principales objetivos del proyecto son identificar tanto las vulnerabilidades de un grupo de comunidades rurales en las dos cuencas con el clima y la escasez de agua, y evaluar la capacidad organizativa de las instituciones gubernamentales para enfrentar esas vulnerabilidades. Estos objetivos se basan en la idea de que la capacidad adaptativa (o la reducción en la vulnerabilidad) está determinada no sólo por los recursos locales (por ejemplo, de capital económico y las tecnologías disponibles), sino también por las redes más amplias de gobernanza que definen el uso y distribución de los recursos naturales vitales, como es el caso del agua. Con esto en mente, varios proyectos de investigación se llevaron a cabo para lograr estos objetivos: un grupo de evaluaciones de la vulnerabilidad comunitaria;

estudios sobre el papel de las instituciones en la resolución de conflictos relacionados con la escasez de agua; varios estudios históricos de las adaptaciones utilizadas por instituciones; análisis de vulnerabilidades ambientales identificados por las partes interesadas y de otras fuentes; los estudios sobre las capacidades de las instituciones de gobernanza para reducir la vulnerabilidad de las comunidades rurales; y evaluaciones de los escenarios climáticos futuros para las dos cuencas y sus impactos potenciales. El objetivo principal de este documento es proporcionar a los interesados una cuenta de forma integrada los resultados del proyecto en la SSRB, que combina los principales resultados de los estudios canadienses en un informe único.

Actividades de investigación del proyecto se han organizado alrededor del concepto de la "vulnerabilidad", que se entiende como la suma de la sensibilidad de un sistema (una comunidad rural en este caso) a un estímulo externo (cambios de las condiciones climáticas), el grado de la exposición al estímulo, y la capacidad del sistema para adaptarse a estos estímulos externos - su capacidad adaptativa (Smit y Wandel, 2006). El proyecto emplea un modelo de evaluación de la vulnerabilidad (véase el Apéndice A), que pone énfasis en la necesidad de analizar no sólo la vulnerabilidad futuro de un sistema, sino también su vulnerabilidad en el contexto de las anteriores, las actuales y las futuras condiciones climáticas. El modelo identifica tres grupos de actividades interrelacionadas: (a) el desarrollo de una comprensión sistemática de la exposición actual de un sistema y su capacidad adaptativa actual; (b) la construcción de escenarios climáticos futuros para el área donde el sistema se ubica, y (c) la evaluación de la vulnerabilidad futura sobre la base de un análisis de cómo las vulnerabilidades actuales se verán afectados por las condiciones climáticas del futuro.

La estructura de este informe se ajusta a este modelo. La primera sección de este informe describe y discute lo que hemos aprendido acerca de las exposiciones, sensibilidades y capacidades adaptativas (presentes y pasadas) de las comunidades rurales y de los productores rurales en la SSRB, con un énfasis en cómo instituciones de gobernanza influyen estas vulnerabilidades. La segunda sección analiza los cambios climáticos esperados en el futuro. Por último, la tercera sección discute las vulnerabilidades posibles del futuro, y presenta una lista de recomendaciones que instituciones gubernamentales pueden aplicar para facilitar adaptación en comunidades en el futuro. El informe incluye un apéndice y una lista bibliográfica.

2. VULNERABILIDADES DEL PASADO Y DEL PRESENTE

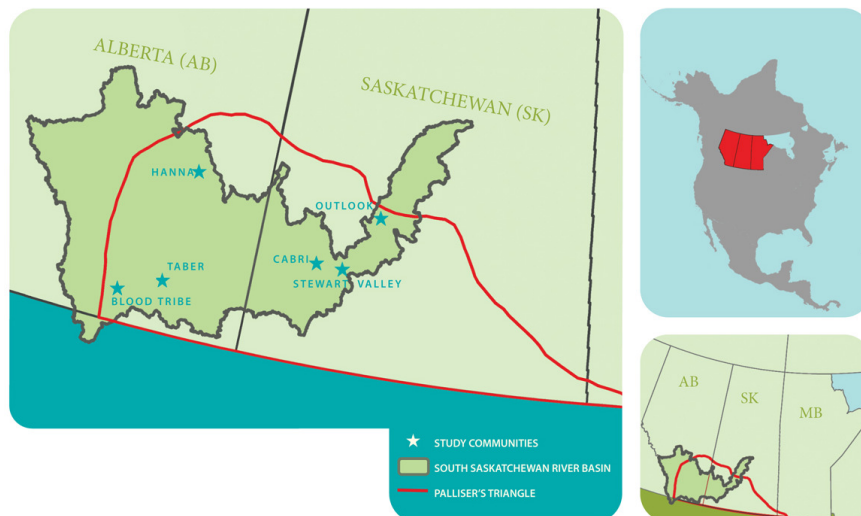
Esta sección describe las vulnerabilidades más relevantes del presente y del pasado identificado por las actividades de investigación del proyecto. Tras la definición de la vulnerabilidad, la sección empieza con una descripción de las exposiciones y las sensibilidades de las comunidades rurales, seguida por una discusión de las principales adaptaciones institucionales a las exposiciones y sensibilidades identificadas.

2.1. Pasado y la sequía actual y otros parámetros relacionados con la exposición

La SSRB cubre aproximadamente 166.000 kilómetros cuadrados, abarca tres provincias, y contiene cuatro ríos principales. La SSRB es una de las más grandes cuencas de Canadá, y su clima, geografía y hidrología es muy variable (Toth *et al.*, 2009). Su clima

está determinado por su ubicación. Las Montañas Rocosas al oeste impiden el acceso fácil de los vientos que traen precipitación desde el Océano Pacífico. Como consecuencia, la mayor parte de la cuenca tiene un clima continental subhúmedo a semiárido, con , con cortos, calurosos veranos (temperaturas medias de 14°C a 16°C), largos, fríos inviernos (la temperatura media de -12,5°C a -8°C) , bajos niveles de precipitación (con una precipitación media anual extremadamente variable, pero en general cada vez mayor hacia el norte desde menos de 300 mm a 600 mm por año, y también cada vez mayor hacia los márgenes oriental y occidental de la cuenca), y altos niveles de evaporación en verano. Un déficit de agua es una característica de esta zona (es la cuenca de tierra seca más grande de Canadá), y los fuertes vientos aceleran la evaporación. La SSRB es altamente dependiente de las escorrentías del deshielo de las laderas orientales de las Montañas Rocosas. El deshielo de estas montañas alimenta a los ríos y arroyos de la SSRB. El Triángulo de Palliser—la parte más seca de las praderas canadienses—se caracteriza por un gran déficit anual promedio de agua. La cantidad de precipitación es inferior a la evapotranspiración potencial (PET), con valores debajo de 0,5 P/PET en la parte oriental de la cuenca al sur de Saskatoon.

Las siguientes comunidades rurales fueron seleccionadas para la evaluación de la vulnerabilidad comunitaria: La Reserva Kainai Blood Indian, Taber y Hanna en la provincia de Alberta; y Cabri, Stewart Valley y Outlook en la provincia de Saskatchewan. Todas están dentro del Triángulo de Palliser (ver Mapa 1). Todas las comunidades seleccionadas están fuertemente involucradas en la agricultura, aunque existe una gran diversidad entre ellas. Taber y Outlook son muy dependientes de la irrigación, mientras que Cabri y Stewart Valley son productores de cultivos de secano, que depende de la precipitación en el momento adecuado del año para tener éxito. La comunidad de Hanna también se ubica en una zona con mucha ganadería, que también depende de la precipitación para que el pasto crezca, que funciona como alimentación para los animales. La Reserva Kainai Blood Indian se enfrenta a muchos de los desafíos comunes de las comunidades indígenas. A pesar de estas diferentes situaciones, estas comunidades han tenido (y probablemente van a tener) similares exposiciones y sensibilidades al clima y a otros factores que les causan estrés que influyen su vida (Marchildon *et al.*, 2008; Marchildon *et al.*, 2009; Matlock, 2007; Magzul y Rojas, 2006; Pittman, 2008; Prado, 2008; Young y Wandel, 2007; Wandel *et al.*, 2009).



Mapa 1. La Cuenca SSRB, las comunidades seleccionadas para el proyecto, y el Triángulo Palliser (Cinturón Seco). Mapa hecho por: J. Pittman.

Las comunidades rurales y los productores agrícolas están expuestos y son sensibles a una variedad de estreses climáticos, principalmente los eventos extremos que traen alta variabilidad climática. Los cambios de temperatura marcados (por ejemplo, las olas de calor, las fluctuaciones de temperatura en cortos periodos de tiempo, y tardías y principios heladas), y otros estreses climáticos (por ejemplo, granizo, vientos fuertes, la erosión del viento y la infestación de langosta), a veces tienen graves repercusiones para los medios de vida rural y las actividades económicas en comunidades rurales.

La parte occidental de la SSRB es frecuentemente expuesta a los vientos Chinook, que pueden elevar la temperatura drásticamente en el curso de unas pocas horas. Esta elevación en temperatura puede ser problemático para los productores de ganado, porque los ciclos de deshielo se pueden derretir la nieve en pleno invierno, que posteriormente se congela. Esto causa problemas para la salud del ganado. Los productores de hortalizas de Taber también son sensibles a los vientos Chinook porque causan daño a los cultivos que se almacenan antes de vender. Las fluctuaciones de temperatura causan una disminución de azúcar en los cultivos que no se almacenan bajo un clima controlado. Los Chinooks son problemáticos para la gestión de la humedad, tanto en los cultivos y en la ganadería. Completa cobertura de nieve durante los meses de invierno significa que el suelo está protegido del efecto secadero del viento. Sin embargo, los vientos cálidos pueden derretir la nieve hasta que el suelo esté desnudo, y como consecuencia el suelo pierde humedad por evaporación. Además, si el Chinook derrite la nieve acumulada en zonas bajo estrés de agua, la contribución de la nieve a la disponibilidad de agua es generalmente inferior a lo que podría lograr en un lento y gradual derretido de la nieve en la primavera. Durante el calentamiento rápido, como en un Chinook, el suelo no se calienta lo suficiente como para derretir el suelo y por lo tanto la infiltración no puede ocurrir. Como resultado, el agua que potencialmente podría infiltrar el suelo se pierda, y no puede ser utilizado en los campos que lo necesitan para cultivar exitosamente, salvo por lo que puede ser capturado en las instalaciones construidos por productores para acumular el agua (agujeros grandes), tales como embalses o lagos.

Además de este proceso de congelación-descongelación iniciado por los vientos Chinooks, bajas temperaturas en invierno son una exposición y una sensibilidad importante para las comunidades y sus poblaciones. Las praderas canadienses del sur, históricamente, han experimentado con frecuencia temperaturas extremadamente frías durante el invierno, y los agricultores dependen de estos para controlar los insectos de año en año. La falta de períodos de frío extremo (por ejemplo, -25°C) puede resultar en la supervivencia de esos insectos o plagas, que finalmente resulta en menores rendimientos de los cultivos. En cambio, los inviernos más cálidos pueden resultar en un ahorro económico para los productores de ganado, que enfrentan a un aumento del 30% al 50% de las necesidades de alimentación si las temperaturas están por debajo de -20°C .

A finales del invierno y principios de primavera, los rancheros son especialmente sensibles al frío extremo durante la época de crianza (típicamente de enero a mayo). Estas bajas temperaturas pueden afectar la salud de la vaca y su ternero y contribuir a un aumento de la neumonía en los terneros recién nacidos. Las temperaturas durante el derretimiento de la nieve también presentan una exposición para los agricultores y rancheros: si el derretimiento de la nieve es un proceso lento y gradual, la humedad del suelo se aumenta. Esto contribuye a mejorar los cultivos y el crecimiento del pasto durante toda la temporada de crecimiento. Sin embargo, si el derretimiento de la nieve es lento y gradual, y también la acumulación de nieve es baja (ya sea a través de bajas precipitaciones o como consecuencia de los repetidos Chinooks) puede significar que los agujeros grandes construidos por productores para reservar el agua de las escorrentías del deshielo no se llenen. Si el último es el caso, la disponibilidad de agua durante todo el año va a ser baja.

Más tarde en la primavera, todos los productores necesitan el calor adecuado y suficiente humedad para la germinación y el crecimiento de sus cultivos. Idealmente, los agricultores necesitan lluvia y temperaturas suaves después de la siembra. Si el tiempo está frío y seco, la semilla permanece inactiva hasta que se alcance las condiciones para germinar. Sin embargo, si el tiempo está húmedo y frío, las semillas pueden ser inutilizable e incapaces de crecer. Del mismo modo, si las plantas germinan y no reciben la humedad después de germinación, ellos fallarán. Estos son problemas tanto para los cultivos y los pastos domados, pero las pasturas nativas son más resistentes a estas condiciones.

Las operaciones de los agricultores con cultivos son especialmente sensibles a las heladas tardías, si se producen después de que empieza a crecer la planta. Demasiado calor durante el verano puede ser problemático. Los agricultores a secano son sensibles al calor extremo (30°C y superiores), ya que estas temperaturas aumentan considerablemente los requisitos de humedad de los cultivos. El calor extremo, junto con condiciones de sequía, plantea problemas importantes. Sin embargo, hasta aquellos que dependen del riego para satisfacer los requerimientos de humedad de los cultivos tienen dificultades con el calor extremo porque acelera la maduración de los cultivos. Si los cultivos maduran temprano, los rendimientos disminuyen.

Los cultivos y pastizales requieren la humedad en toda la temporada de crecimiento, aunque los momentos cruciales varían según el tipo de empresa. Los rancheros necesitan humedad a principios de la temporada de crecimiento para la germinación, el establecimiento, y el crecimiento de heno. Después del medio del verano, los rancheros son mucho menos sensibles a la humedad baja que los productores de

cultivos de campo, cuyo cultivo se desarrolla en toda la temporada de crecimiento. Los pastos domados, las pasturas nativas, y los cultivos de campo están sujetos a vientos secaderos en los veranos calurosos con humedad inadecuada, pero los pastos nativos mantienen su valor proteínico, incluso si se secan los tallos.

Días calurosos de verano están relacionados con la formación de tormentas. Cuando éstas estén acompañadas por el granizo, todos los productores agrícolas pueden ser afectados. Aunque el granizo es especialmente perjudicial para los cultivos de campo que todavía no se han cosechado, las zonas de pastoreo también pueden ser diezgadas por granizadas localizadas. Del mismo modo, viento, acompañado con tormentas eléctricas o no, puede ser problemático, ya que contribuye al efecto secadero de altas temperaturas y, en el caso de vientos fuertes, pueden dañar a los cultivos y edificios. Productores que riegan son particularmente sensibles a los vientos fuertes porque los equipos de riego son vulnerables a los daños del viento. Más tarde en la estación de crecimiento, las heladas tempranas (antes del 15 de septiembre) pueden ser problemáticas para los agricultores de secano y los de regadío. Una helada que cae antes de que los cultivos que son sensibles a las heladas se hayan cosechado, como las verduras, afectará mucho a la calidad de la cosecha. Los agricultores de regadío están particularmente expuestos y sensibles a las heladas tempranas, ya que sus cultivos tienden a madurar antes de los cultivos de secano (Wandel *et al.*, forthcoming; Young y Wandel, 2007).

La SSRB también está sujeta a muchos eventos climáticos extremos. Los estudios del proyecto resaltan que la sequía prolongada y severa es la exposición más marcada de la SSRB. Los desafíos impuestos por la escasez de agua se vuelven más dramáticos durante los períodos de sequía, un fenómeno que es una característica natural y recurrente del clima de la cuenca (Sauchyn *et al.*, 2002; Toth *et al.*, 2009). Las sequías afectan no sólo el suministro de agua a las poblaciones, pero también amplifican los efectos negativos de la aridez a la erosión del suelo y la degradación de los ecosistemas. Un punto de creciente preocupación es que, aunque la grave sequía se ha producido con mayor frecuencia en el sur-occidental de Saskatchewan, más recientemente, las sequías se han migrado más hacia el norte donde las comunidades afectadas son menos acostumbradas a los períodos de sequía (Wheaton *et al.*, 2008). Varios estudios realizados dentro del proyecto muestran que los efectos de la sequía en las praderas canadienses en el siglo pasado han sido espectaculares, como la sequía de la Gran Depresión, que afectó a millones de hectáreas y obligó a miles de personas a emigrar a zonas menos afectadas (Marchildon *et al.*, 2008). Las sequías significativas más recientes—2001 y 2002—afectaron seriamente a las praderas canadienses: el ingreso agrícola neto fue negativo en Saskatchewan y cero en Alberta, y las pérdidas de producción agrícola alcanzó más de \$2 millones en las dos provincias (Wittrock *et al.*, 2007; Sauchyn y Kulshreshtha, 2008). El proyecto AICC realizó varios estudios para analizar los impactos de las sequías de 2001 y 2002 en las seis comunidades seleccionadas para la evaluación de la vulnerabilidad. Aunque el alcance y la gravedad de bajos niveles de agua varían de comunidad a comunidad, y afectaron a las actividades económicas y sociales en diferentes maneras, estas sequías tuvieron un efecto muy grave en las economías locales y en los suministros de agua (Wittrock *et al.*, forthcoming; Díaz *et al.*, 2009b; Wandel *et al.*, 2009).

Aunque la SSRB está especialmente expuesta y sensible a la sequía, la precipitación en exceso puede y ahora plantea problemas importantes para la población

rural. Tanto para los agricultores de secano y de regadío, un exceso de lluvia resulta en las pérdidas de cultivos, y muchos otros daños. Rancheros, en cambio, son mucho menos vulnerables a la precipitación en exceso en cualquier etapa de la temporada de crecimiento porque el pasto es generalmente más resistente a estos eventos. Las inundaciones también son un riesgo grave de carácter natural en la parte alta de la SSRB (en el sur de Alberta), principalmente debido a eventos de las precipitaciones intensas, el rápido derretimiento de la nieve, o una combinación de estos dos factores. En contraste con el caso de las sequías, las inundaciones pueden tener graves repercusiones muy rápidas y distintas en las comunidades (Ej. pueden causar daño a las viviendas, a la agricultura y a infraestructura, y pueden poner una presión considerable sobre los servicios de emergencia. Los productores de Taber, la Reserva Kainai Blood Indian y, en menor medida, en Outlook, han tenido experiencia con las inundaciones durante eventos de lluvia extrema en la temporada de crecimiento. Desde la década de 1990, estas tres comunidades sufrieron graves inundaciones en 1995, 2002 y 2005, con costos importantes para los residentes y para la infraestructura local (Magzul y Rojas 2007; Pittman, 2008; Prado, 2008).

La población rural también está expuesta a una serie de amenazas relacionadas con la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas. La contaminación de agua con nutrientes derivados de las actividades agrícolas e industriales, así como los efluentes de aguas residuales, la escorrentía de aguas pluviales y la contaminación biológica, afecta a los ecosistemas acuáticos y los recursos hídricos, y tiene potenciales impactos negativos para la población local. Un aumento en la demanda de agua es otro problema en la cuenca SSRB. La demanda potencial de las zonas agrícolas, el suministro limitado de agua adicional para la asignación, y el aumento esperado en la población en las provincias reducen la disponibilidad de los recursos de agua.

La SSRB tiene una economía sofisticada y diversa, que proporcionó más de un millón de empleos en 2001, y aporta aproximadamente 69 mil millones dólares al Producto Interno Bruto (Bruneau *et al.*, 2009). Sin embargo, la mayoría de las comunidades rurales en la SSRB dependen fuertemente de la agricultura y afrontan todas las dificultades económicas comunes a este sector. Estas dificultades económicas han contribuido a la inestabilidad económica, las dificultades financieras, cambios radicales en la agricultura familiar, estrés familiar alto, la emigración rural, y los cambios significativos en la infraestructura rural, la atención de la salud y la educación. Estas condiciones, que son el producto, en gran medida, de las transformaciones en el mercado agrícola mundial y los cambios en las políticas agrícolas, son fuentes importante de estrés por la población rural (véase Epp y Whitson, 2001; Jones y Schmeiser, 2005; Knuttila, 2004; Stirling, 2004).

Estas fuentes no climáticas de tensión, combinadas con las condiciones climáticas que crean riesgos, como la sequía, han contribuido a exposiciones y sensibilidades múltiples en todas las comunidades. Esta es la yuxtaposición, de múltiples factores estresantes, que ha sido identificado por la gente de las comunidades rurales como el núcleo central de su vulnerabilidad. Estos factores de estrés externos tienen interacciones con particulares condiciones regionales y locales, generando una serie de problemas derivados como consecuencia de esta interacción (Patiño y Gauthier, 2009).

2.2. Las adaptaciones institucionales del pasado y del presente

La historia rural de la SSRB ha sido uno de continua adaptación a las múltiples fuentes de riesgo, y el clima es uno de ellos. Una variedad de prácticas, procesos, sistemas e infraestructura han sido probados y aprobados por las comunidades y sus hogares para reducir el riesgo o facilitar nuevas oportunidades. La acumulación de activos, la reubicación de los recursos humanos, la diversificación de las fuentes de ingresos y de los cultivos, la redefinición del uso de la tierra, la utilización de nuevas variedades de cultivos, la recolección del agua, la adopción de nuevas tecnologías, la construcción de infraestructura de riego y de control para las inundaciones, y el uso de parentesco y las redes sociales de la comunidad están entre las varias estrategias que las evaluaciones de la vulnerabilidad comunitaria del proyecto AICC y otros estudios hechos por el AICC han identificado.

Los productores agrícolas han adoptado una serie de estrategias de gestión para afrontar las exposiciones y las sensibilidades relacionadas al clima. Los productores modifican el calendario de sus operaciones y diversifican sus operaciones para incluir menos cultivos sensibles a la humedad, así como la inclusión del ganado o, en el caso de varios productores en SSRB, la sustitución de la producción de cultivos anuales con el ganado. Productores de ganado también tienen un conjunto de estrategias de gestión. Por ejemplo, la construcción de agujeros para guardar agua o la construcción de agujeros más grandes, y el uso de bombas para mantener la calidad del agua cuando suministros se están agotando. En algunas zonas, los productores han comenzado a excavar tuberías superficiales para la recarga de los agujeros que guardan agua desde fuentes más seguras como pozos profundos, y en casos extremos, los rancheros han recurrido al transporte de agua mediante camiones para llevar agua a su ganado en períodos de sequía extrema. Los agricultores y los rancheros han diversificado sus fuentes de ingresos con el fin de afrontar los riesgos económicos creados por los procesos económicos mundiales. El trabajo no-agrícola se ha convertido cada vez más común en el área de estudio. La adaptación a ingresos agrícolas inestables en la SSRB es especialmente facilitado por la presencia del petróleo y el gas. Los productores son compensados por la industria petrolera por el acceso a sus propiedades. Además, estas industrias son una fuente de empleo bien remunerados, que a su vez, puede complementar los ingresos de los agricultores (Wandel *et al.*, forthcoming).

Estos ejemplos demuestran la capacidad adaptativa a nivel local capaz de hacer frente a la variabilidad climática y otras formas de riesgo. Esta capacidad adaptativa, sin embargo, es distribuida de manera desigual dentro de la SSRB y entre los sectores sociales. Como las evaluaciones de la vulnerabilidad comunitarias han demostrado, las comunidades rurales difieren en términos de acceso a los recursos, tipos de agricultura, las capacidades institucionales. La Reserva Kainai Blood Tribe quizás es la comunidad más vulnerables debido a su falta de recursos.

La capacidad adaptativa local que existe ha sido formada considerablemente por los grandes marcos de toma de decisiones, especialmente por diferentes niveles gubernamentales y las redes de gobernanza. Desde el principio de 1900, el proceso de gestión adaptativa ha sido continuo, y se ha caracterizada por la mejora constante de las políticas y prácticas de gestión que han definido, en gran medida, los niveles de exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de la población rural. Este proceso

de gestión adaptativa ha evolucionado a lo largo de los años desde la colonización, y por lo general ha reaccionado a las crisis. Su efecto acumulativo ha permitido el desarrollo de las capacidades para afrontar a la variabilidad climática esperada. Los ejemplos incluyen la mejora de los cultivos, la gestión del agua y del uso de la tierra, y la mejora de las adaptaciones institucionales (Marchildon *et al.*, 2008; Bruneau *et al.*, 2009). Los estudios del proyecto demuestran el impacto de este proceso, con sus propias fortalezas y debilidades, en el desarrollo de la capacidad adaptativa al cambio climático, en particular, a la sequía.

El estudio de los conflictos relacionados con el agua y el rol de las instituciones en su resolución ofrece una oportunidad para identificar y comprender cómo los impactos de los conflictos pueden aumentar la exposición y la vulnerabilidad de los grupos afectados vis-à-vis el acceso al agua en el contexto del cambio climático. Cuando estas enseñanzas se actúan en forma eficaz y significativa, la capacidad adaptativa de las comunidades y las instituciones de la gobernanza del agua puede ser mejorado (Rojas *et al.*, 2009).

Los estudios históricos ilustran una lección fundamental: que las crisis revelan la vulnerabilidad y exponen las debilidades institucionales, mientras que al mismo tiempo, obligan a las innovaciones institucionales que se tratan de, al menos en parte, esas mismas debilidades. En el siglo XX, dos principales crisis de escasez de agua en la SSRB ilustran esta lección: 1) la prolongada sequía en el sur-este de Alberta, que precedió a la Gran Depresión; y 2) la sequía prolongada después de 1927 que afectó casi todo el Triángulo de Palliser.

A partir de 1917, el Cinturón Seco (ver Mapa 1) en la SSRB sufrió a través de diez años de sequía consecutivos. Los más perjudicados fueron los productores de trigo especializados. Esta primera crisis puso de manifiesto las debilidades del modelo de asentamiento en las provincias de las praderas canadienses, particularmente el fomento de la agricultura de cereales en la parte más seca de la SSRB después de 1909 por el gobierno federal. También expuso a la débil y dividida estructura del gobierno local. La innovación institucional en la faz de la primera crisis fue la creación de la Junta de Zonas Especiales por el gobierno de Alberta, y sus esfuerzos para cambiar a un sistema de tenencia de la tierra más adecuadas a las condiciones áridas del Cinturón Seco y más capaz de asumir los riesgos asociados con los períodos de sequía graves y múltiples. Esto ofreció a las personas locales un mecanismo de adaptación institucional que redujo su exposición a la sequía. Este cambio en la tenencia de la tierra se complementó con la creación de una autoridad administrativa más grande, que tiene ventajas significativas sobre los municipios rurales y urbanas que son pequeños y fragmentados, y que facilita a la adaptación a periodos de escasez de agua prolongados, especialmente cuando se requiere un cambio en la tenencia de la tierra en general. Esta ventaja parece ser bien entendido por la población que vive dentro de las Zonas Especiales. Aunque tuvieron la oportunidad de sustituir a la Junta de Zonas Especiales con gobiernos locales democráticamente elegidos, los habitantes de esta sub-región han optado por mantener la estructura de la Junta intacta a pesar del hecho de que nada similar a esas décadas de la larga sequía se ha repetido (Marchildon, 2007).

La segunda crisis de escasez de agua, la sequía prolongada y extensa que abarca la mayor parte del Triángulo de Palliser desde 1928 hasta 1939, dejó a ver a la vulnerabilidad fatal de la pequeña y bifurcada estructuras de gobierno local en todo la

SSRB. También expuso la debilidad potencial de los gobiernos provinciales, que estaban actuando aisladamente uno del otro y del gobierno federal. Ayuda financiera fue la más común y más cara respuesta institucional ante el desastre de la sequía prolongada de 1928 hasta el fin de la década de 1930. A pesar de las muchas dificultades, la colaboración federal-provincial en la distribución de ayuda financiera socorro ayudó a evitar el hambre en la SSRB (Marchildon *et al.*, 2008). Este ejemplo pone de relieve el valor de la cooperación intergubernamental y la interinstitucional.

Debido a la ganadería y la agricultura de regadío en el oeste de Alberta, y las intervenciones políticas para restringir el cultivo de trigo y apuntalar una estructura municipal débil en el este de Alberta, Saskatchewan fue considerablemente más vulnerable que Alberta a los efectos de la sequía prolongada y severa. Como resultado, Saskatchewan también se convirtió en el centro de gravedad de la Asociación de Rehabilitación de las Granjas Praderas (PFRA), la principal iniciativa del Gobierno de Canadá para rehabilitar a los afectados por la sequía en el Triángulo de Palliser.

El *Acto de la Rehabilitación de las Granjas Praderas* fue aprobado en 1935. La Ley establece que el Departamento Federal de Agricultura y Agri-Comida Canadá este cargo de administrar la construcción de presas pequeñas de tierra para conservar el agua, y la plantación de árboles y pasto para evitar la erosión. El Departamento también esta cargo de realizar análisis de suelo amplia y del establecimiento de granjas de demostración que se aborden las necesidades más urgentes de los agricultores en la mayoría de las partes afectadas por la sequía del Triángulo de Palliser. En 1937, estas actividades se organizaron en PFRA, añadiendo la creación de tierras de pastos comunitarias en las zonas de erosión de suelos peores. Estos pastos, de propiedad federal y bajo gestión federal, fueron disponibles a los agricultores mixtos y rancheros para complementar su alimentación del ganado propio. Debido a la distribución constitucional del poder, la PFRA—una agencia federal—no podría funcionar sin recibir una colaboración mínima de la provincia. De hecho, el gobierno federal recibió el apoyo entusiasta del Gobierno de Saskatchewan, y esto produjo una colaboración que permitió una notable rehabilitación de las áreas en el sur de Saskatchewan afectadas por la sequía. Mientras que la PFRA recibió sólo el apoyo a regañadientes del gobierno de Alberta, el apoyo fue suficiente para poner en marcha la mayor parte de las iniciativas de la PFRA con la provincia, incluyendo proyectos mayores de riego y de desviación de agua. La excepción fue el programa de pastos de la comunidad, una limitación de la PFRA que no fue fatal, porque el Gobierno de Alberta ya tenía un programa existentes de pastos comunitarios en las Zonas Especiales (Marchildon, 2009).

Desde la década de 1930, la PFRA ha prestado apoyo técnico y financiero para proyectos de conservación del suelo y del agua, para la investigación aplicada, para la demostración de practicas relacionadas al uso de la tierra y adaptación (por ejemplo, el uso de cultivos tolerantes de la sequía, el laboreo de conservación, etc.), y para proyectos de desarrollo y de explotación de agua en la granja y comunidades rurales, incluyendo agujeros grandes para la guarda de agua, acueductos rurales, sistemas de riego y plantas de tratamiento de agua. En gran medida PFRA ha sido responsable por la resistencia considerable de la población rural a la sequía en las praderas canadienses. Más recientemente, PFRA ha desarrollado capacidades de observación y previsión diseñadas para facilitar el proceso de la toma de decisiones y la planificación relacionados con el estrés climático (Ej. la sequía)—una contribución significativa al desarrollo de la

capacidad adaptativa necesaria para manejar los cambios climáticos esperados. Como resultado de toda esta experiencia, la PFRA en la actualidad parece estar muy por delante de otros organismos federales y provinciales en este frente. En los últimos años, sin embargo, algunas de las actividades de la PFRA en la región se han reducido (por ejemplo, la reducción de programación de la infraestructura de agua), mientras que otras actividades han sido mejoradas (por ejemplo, la programación del medio ambiente y la agricultura nacional). La organización sigue siendo una rama del Departamento Federal de Agricultura y Agri-Comida Canadá, y ha sido re-nombrada Sucursal de Servicios Agri-Ambientales (AESB). El agua, el cambio climático, y la adaptación son algunos de los enfoques nacionales de la AESB.

En un esfuerzo por establecer prácticas agrícolas sostenibles y rentables, adaptaciones significativas se aplicaron después de las graves sequías de los años 1920 y 30 años. Las prácticas de labranza reducida o mínima fueron adoptadas para mantener y conservar el suelo y su humedad, las tierras marginales se convirtieron desde cultivo para la cobertura de pastos y pastizales permanentes comunitarias, y más esfuerzos se han hecho para preservar las ventajas ecológicas de los pantanos naturales (Bruneau *et al.*, 2009).

Otras medidas institucionales se han desarrollado para garantizar el acceso seguro y fiable al agua, especialmente en períodos de escasez de agua. Uno de ellos ha sido una importante inversión en infraestructura y tecnología de riego. El riego siempre ha sido percibido como la adaptación primaria de la agricultura en las regiones semiáridas y áridas, como la SSRB, y la creciente presencia de PFRA en las praderas canadienses ha contribuido a la creación de una gran extensión de tierra en Alberta y Saskatchewan bajo riego. En la actualidad, Saskatchewan tiene aproximadamente el 11% y Alberta más del 60% de las tierras bajo regadío de Canadá. El acceso a la irrigación proporciona a los productores agrícolas con no sólo el acceso relativamente fiable al agua, pero también crea las condiciones para la diversificación de cultivos y los ingresos relacionados con la diversificación. Los beneficios de riego son, sin embargo, limitados sólo a los agricultores y las comunidades ubicadas en las zonas de regadío.

Otro aporte institucional importante para asegurar el agua en las praderas canadienses ha sido la creación de la Junta de Agua de las Provincias de las Praderas (PPWB) en 1948. El PPWB, que opera bajo una relación formal entre el Medio Ambiente Manitoba, Autoridad de Cuencas de Saskatchewan, Medio Ambiente Alberta y el gobierno federal representado por el Medio Ambiente Canadá y PFRA, supervisa el acuerdo de distribución en el flujo de agua del río entre las tres provincias de las praderas canadienses (Alberta, Saskatchewan y Manitoba). En breve, este acuerdo requiere que el 50% de las aguas que nacen en Alberta se pasen a la provincia de Saskatchewan, y Saskatchewan tiene que pasar la mitad del flujo natural a Manitoba, tanto de lo que recibe de Alberta y lo que se añade en Saskatchewan. El PPWB también supervisa la calidad de las aguas que entran y salen de cada una de las provincias. Este acuerdo prevé un cierto grado de certeza sobre la calidad y disponibilidad de agua superficial, la distribución equitativa de los recursos hídricos a través de las fronteras provinciales, y contribuye a evitar posibles conflictos relacionados con la distribución de los recursos hídricos.

Ha habido también un mayor apoyo institucional para reducir los riesgos asociados con condiciones climáticas impredecibles. Los gobiernos federales y provinciales han establecido programas de protección que reducen los impactos negativos

de estas condiciones a los agricultores y rancheros. En 2002 se produjeron varios programas federales para ayudar a mitigar los efectos de la sequía. Alberta y Saskatchewan son socios en varios programas con el gobierno federal y mantienen sus propios programas orientados a proporcionar un seguro de cosechas, una asistencia para el ganado en períodos de sequía, la gestión agrícola, y programas de conservación (Wittrock y Koshida, 2005). Estos programas tienen limitaciones, sin embargo, como se demostró en los altos costos que incurrieron las provincias durante las sequías de 2001 y 2002 y en la insatisfacción de los agricultores con estos servicios.

En los últimos diez años, importantes acontecimientos han contribuido al aumento de la capacidad adaptativa. El primero ha sido el desarrollo de un nuevo sistema institucional de gestión del agua. En Saskatchewan, el nuevo sistema se organizó en torno alrededor de la *Estrategia de Agua Potable*, una estrategia que surgió en parte como respuesta a las enfermedades que resultaron de una plaga presente en el agua potable de Walkerton en 2000 y de North Battleford en 2001. La estrategia consistió en una reorganización importante de la gobernanza del agua en la provincia, y el desarrollo de un sistema de monitoreo y de regulación de agua potable municipal, donde se establecieron las normas de calidad, y donde le dio la obligación a los municipios de cumplir con estas normas y donde les dio la obligación a los municipios de cumplir con estas normas y contratar a personas cualificados en tratamiento de agua. El enfoque institucional tiene muchas debilidades, pero asegura una fuente confiable de agua potable a las comunidades. En Alberta el desarrollo institucional se organizó en torno a la *Estrategia del Agua para La Vida* creada en 2001. El principal objetivo de esta estrategia es lograr una gestión más sostenible de los recursos de agua después de que Alberta reconoció que sus suministros de agua se enfrentaban a una gran presión (por ejemplo, la disponibilidad limitada de agua, impactos en la calidad del agua, competición para el agua entre varios usuarios, etc.)

La creación de estos nuevos sistemas institucionales ha sido complementada con la integración de la sociedad civil en la gobernanza de los recursos hídricos en ambas provincias. En Alberta y Saskatchewan, las organizaciones locales y los miembros de las comunidades participan en los consejos o Comités de Cuencas, y se dedican a la elaboración de planes de agua. Esta integración de las personas y las comunidades locales en el proceso de toma de decisiones es consistente con las mejores prácticas de gobernanza del agua del Consejo Mundial del Agua, y es un tema central de la gestión integrada de los recursos hídricos. La plena implementación de este tipo de gestión debe contribuir no sólo a la buena gestión de los recursos hídricos locales, sino también a una mejor gestión de los riesgos y oportunidades asociados con el cambio climático. También, ayuda a fomentar la capacidad adaptativa necesaria de la población rural en la SSRB para afrontar riesgos o oportunidades climáticas (Hurlbert *et al.*, 2009b).

Por último, y no menos importante, ha habido un aumento significativo en la capacidad de investigación institucional en el ámbito de los recursos hídricos y el cambio climático dentro de la SSRB. Los programas de investigación sobre el cambio climático se han desarrollado en las universidades regionales, como la Colaborativo sobre la Investigación de la Adaptación en las Praderas, la Universidad de Regina, el Instituto por Ecosistemas Semiáridos de la Universidad de Lethbridge, los Consejos de Investigación de Alberta y Saskatchewan, y también algunas agencias gubernamentales. Este aumento de la producción de conocimiento es fundamental para evaluar los impactos, las

vulnerabilidades, y el desarrollo de las capacidades adaptativas relacionadas al cambio climático, aún todavía requiere integración dentro de las políticas de gobierno, gestión, programas y prácticas.

Estos desarrollos institucionales han ayudado a las comunidades rurales, los agricultores y los rancheros a fortalecer sus capacidades adaptativas necesario para manejar a la variabilidad climática normal y, hasta cierto punto, a los extremos de esta variabilidad (algunos de los límites de la capacidad adaptativa existente se demostraron durante las sequías de 2001 y 2002). Sin embargo, varios desafíos institucionales necesitan atención para poder mejorar esta capacidad adaptativa y establecer una resiliencia más fuerte frente los riesgos y las oportunidades presentados por el cambio climático. Algunos de estos desafíos fueron identificados en la evaluación de los sistemas de gestión del agua de Saskatchewan y Alberta (Díaz *et al.*, 2009a; Wandel, 2009). Estos son:

1. **La distribución de la capacidad adaptativa.** Las evaluaciones de la vulnerabilidad comunitaria demuestran que los recursos son distribuidos de forma desigual. La Reserva Kanai Blood es la comunidad más vulnerable debido a las condiciones particulares que caracterizan a las comunidades indígenas canadienses. Otras comunidades como Cabri y Stewart Valley son muy sensibles a los eventos climáticos extremos como sequías, debido a su falta de acceso al riego y sus pequeñas poblaciones con habitantes de mayor edad. Las comunidades que son más resistentes tienen una infraestructura bien establecida de agua (Ej. embalses de almacenamiento y redes de distribución) y utilizan el riego para complementar los períodos de bajas precipitaciones que no cumpla con las necesidades de agua de los cultivos. Las estrategias políticas dirigidas a las comunidades rurales deben considerar los impactos del clima en varias áreas importantes, especialmente a los que se relacionan con el agua, el medio ambiente, y actividades económicas vulnerables como la agricultura.
2. **El alcance de la mayoría de los análisis de políticas y desarrollo en estas comunidades.** Las evaluaciones de la vulnerabilidad comunitaria revelan una gran variedad de posibles daños que el cambio climático y las acciones institucionales inadecuadas pueden producir o perpetuar a la identidad y la estabilidad comunitaria, como al sentido de la gente de la herencia, a la integridad cultural, a los sistemas informales de gobernanza (por ejemplo, los sistemas de clanes indígenas) y, en especial, a las relaciones basadas en la confianza. Los informes de investigación sobre los conflictos y los estudios de valor destacan la necesidad de proteger el capital social (Ej. la asignación de recursos para mejorar las relaciones entre las comunidades y el gobierno, como lo demuestra la práctica histórica de la PFRA). Los informes también destacan la necesidad de considerar los diferentes estilos de desarrollo y formas de relacionarse con los ecosistemas y la preservación del medio ambiente (Morito, 2006; Rojas *et al.*, 2007). Nuevos métodos de ejecución de programas deben incorporar los escenarios del clima futuro y su impacto potencial sobre los recursos de agua regionales, con una visión equilibrada de los impactos ambientales, sociales y económicos y también las maneras de crear resiliencia local y rural. Esto nos ayudaría anticipar las futuras condiciones climáticas.

3. **La disponibilidad de datos el agua.** La investigación identificó que hay brechas en los datos relacionados al agua necesarias para la gestión y planificación eficaz del agua (Ej. la calidad del agua, la cantidad y pautas de utilización, los suministros de agua subterránea, y los datos climáticos). Este asunto también ha sido destacado en la mayor parte de la literatura científica pertinente. El conocimiento adecuado de las fuentes de agua y los impactos del clima en la superficie y agua subterránea es fundamental para la gestión y la planificación eficaz del agua. Si el estado de los recursos de agua disponible es incierto, es cada vez más difícil de hacer evaluaciones o decisiones sobre resiliencia y adaptación futura frente al cambio climático de la SSRB. Saskatchewan, en la actualidad carece de un mapa detallado de los recursos de aguas subterráneas. Hay incertidumbre sobre cuales datos están disponibles, cuales pueden ser obtenidos fácilmente, y quién es responsable de asegurar que los datos relevantes son reunidos y compartidos. Esto, en teoría, es un problema manejable que puede ser mejorado con recursos adecuados (Ej. tiempo, personas, y finanzas).

4. **La necesidad de planificar a largo plazo.** Mucho esfuerzo se ha dirigido hacia el tema de la mitigación del cambio climático, pero los gobiernos todavía están en las primeras etapas de desarrollar los planes de adaptación al cambio climático. Como se indicó anteriormente, muchas de las actividades actuales del gobierno ayudan a reducir la vulnerabilidad o aumentar la capacidad adaptativa, y hay otras actividades que fácilmente podrían ser reorientados para que ayuden a mejorar a la capacidad adaptativa de comunidades. Sin embargo, sin más colaboración, esto es difícil de lograr. Esto es especialmente pertinente en relación a la sequía. Mientras que muchos organismos de Saskatchewan que participan en la gobernanza del agua mencionaron que planes para reducir el efecto de la sequía están en etapas preliminares, nada concreto existe. De hecho, múltiples respuestas *ad-hoc* no constituyen un plan integral. No sólo hay una falta de planificación relacionados con los impactos negativos de la sequía, hay poca planificación para optimizar a las oportunidades y los beneficios potenciales que la sequía en otras regiones pueden ofrecer a los residentes de Saskatchewan. La ausencia de un plan de sequía se relaciona con la falta de datos suficientes que ya se ha indicado arriba (Hurlbert al., 2009a). Alberta tiene un formal "Plan Agricultura Riesgo de Sequía", que se centra principalmente en las estrategias adaptativas de corto plazo a nivel del productor. Las sequías de 2001-2002, sin embargo, subrayó la necesidad de abordar el entero panorama de la asignación de agua en tiempos de escasez de agua (Wandel, 2009). La planificación a largo plazo también debe extenderse más allá de las fronteras provinciales, y debe considerar enfoques regionales para lograr la adaptación efectiva.

5. **La eficacia de los grupos consultivos de las cuencas.** Los grupos consultivos de las cuencas tienen un papel importante en el aumento de la capacidad adaptativa de ambas provincias, y reflejan el principio ampliamente reconocido que los problemas del agua y los impactos del clima son siempre locales. Si los efectos se van a abordar con eficacia, la información debe ser recopilada en el plano local. También, los agentes locales deben ser incluidos en la formulación de políticas y

proceso de gestión. Si bien el proceso voluntario de las partes interesadas pueden ser loables, el proceso del grupo consultivo es poco probable que sea sostenible en el marco del modelo existente. La longevidad de los grupos consultivos se ve amenazado por su falta de funcionamiento previsible y financiación de proyectos. Aunque hay desacuerdo acerca de si los grupos deberían tener una capacidad de reglamentación y de imponer los impuestos, su función consultiva podría ser formalizado. Es importante que las recomendaciones de los grupos consultivos ser considerados seriamente para asegurar que la voz de la población local sea escuchado y que las mejores prácticas de adaptación sean adoptadas (Hurlbert *et al.*, 2009b; Wandel, 2009).

6. **La coordinación entre agencias gubernamentales.** La gobernanza del agua de Saskatchewan y los sistemas de vigilancia del clima sufre de la duplicación de esfuerzos y la falta de coordinación. Alberta está tratando de resolver esto con la creación de una Oficina de Coordinación Política. Sin embargo, poca evidencia de esta oficina fue encontrada durante las entrevistas. La falta de coordinación frecuentemente resulta en fallos en el proceso de identificar las áreas que necesitan atención, porque se supone que otros organismos las están atendiendo. Esa complejidad a menudo crea confusión entre los funcionarios del gobierno, las partes interesadas y el público en general. La cuestión general de la necesidad de que todos los órdenes de gobierno establecen claramente sus funciones y coordinan actividades relacionadas con el manejo de agua es apoyada por las entrevistas con comunidades y interesados llevado al cabo por el proyecto AICC, sino que también es ampliamente apoyado por un cuerpo creciente de literatura (Ej. Pearse *et al.*, 1985, Corkal *et al.*, 2007; Hurlbert *et al.*, 2009a).
7. **Los desafíos operacionales.** La eficacia de la gestión del agua en Saskatchewan y Alberta se ve frustrada por la complejidad de los acuerdos de gestión del agua. Las comunidades rurales de Saskatchewan y sus residentes son frecuentemente frustrados por su necesidad de interactuar con un gran número de agencias. Muchas veces ellos no saben que agencias son responsables de ciertas cosas relacionadas con las políticas de aguas. Aunque es poco probable y quizás poco práctico tener un sistema donde todo se hace a una agencia, un número de entrevistados identificaron esta solución como una forma de evitar una falta de coordinación. La gobernanza y la gestión del agua también están frustrados por los niveles de financiación disponible para la prestación de servicios a las comunidades rurales. Programas de financiación son esporádicos y la disponibilidad de financiación y las normas de elegibilidad cambian a menudo junto con el ciclo electoral. En Alberta, los residentes rurales (e incluso los municipios) están limitados por el régimen de licencias de agua que da preferencia a los que se establecieron primero. A gran escala, los proyectos a largo plazo (por ejemplo, la construcción de regadíos) se ven obstaculizados por la necesidad de obtener una licencia de agua, que es imposible en la parte sur de la cuenca. Dado que la licencia es un requisito previo necesario para todos los nuevos proyectos, la única vía para la planificación se encuentra dentro de las

licencias existentes.

8. Los recursos centrales para resolver los problemas del cambio climático.

Actualmente la mayoría de los problemas relacionados con el suministro de agua y problemas de infraestructura en Saskatchewan son la responsabilidad de los gobiernos municipales y los operadores de granjas individuales. Actualmente, el Departamento Federal de Sucursales de Servicios Agri-Ambientales (AESB, antes llamado PFRA) y AguaSask son los únicas agencias gubernamentales de alto nivel con la experiencia y capacidad para ofrecer soluciones en zonas rurales en períodos de escasez de agua. Sin embargo, ambas agencias enfrentan a un futuro incierto debido a las reorganizaciones institucionales. Si estas agencias fueran a desaparecer o perder su capacidad de proporcionar soluciones relacionadas con el agua, no hay agencias similares que podrían tomar su rol si un evento de sequía grave en Saskatchewan fuera a ocurrir. La pérdida de estas agencias resultaría en una reducción importante en la capacidad adaptativa de la provincia bajo el cambio climático (para una discusión más detallada de estos temas ver Hurlbert *et al.*, 2009a y 2009b). En Alberta, el Acto de Agua permite una serie de mecanismos para la gestión de la escasez de agua al nivel regional y sub-cuenca. Por ejemplo, la Ley de Agua incluye disposiciones relativas a las transferencias de agua de carácter temporal. Sin embargo, las soluciones efectivas se han basado en gran medida de las estrategias de gestión adoptadas por Agricultura Alberta y por los empleados de Agricultura Alberta. La capacidad adaptativa de Alberta a la escasez de agua tanto se encuentra en los hombros de individuos particulares, sin los cuales es poco probable que el Acto de Agua se utilizará a su pleno potencial.

Muchos de estos desafíos institucionales no son exclusivos a la SSRB. Algunos son representativos de los desafíos que caracterizan a otras redes de gobernanza de agua de Canadá, según lo indicado por un gran número de publicaciones que se tratan de la complejidad de la gestión de los recursos hídricos en una realidad política y geográfica diversificada (véase Bakker, 2007; y Sproule-Jones *et al.*, 2008).

3. COMO EL CAMBIO CLIMATICO AFECTARA AL SSRB EN EL SIGLO XXI

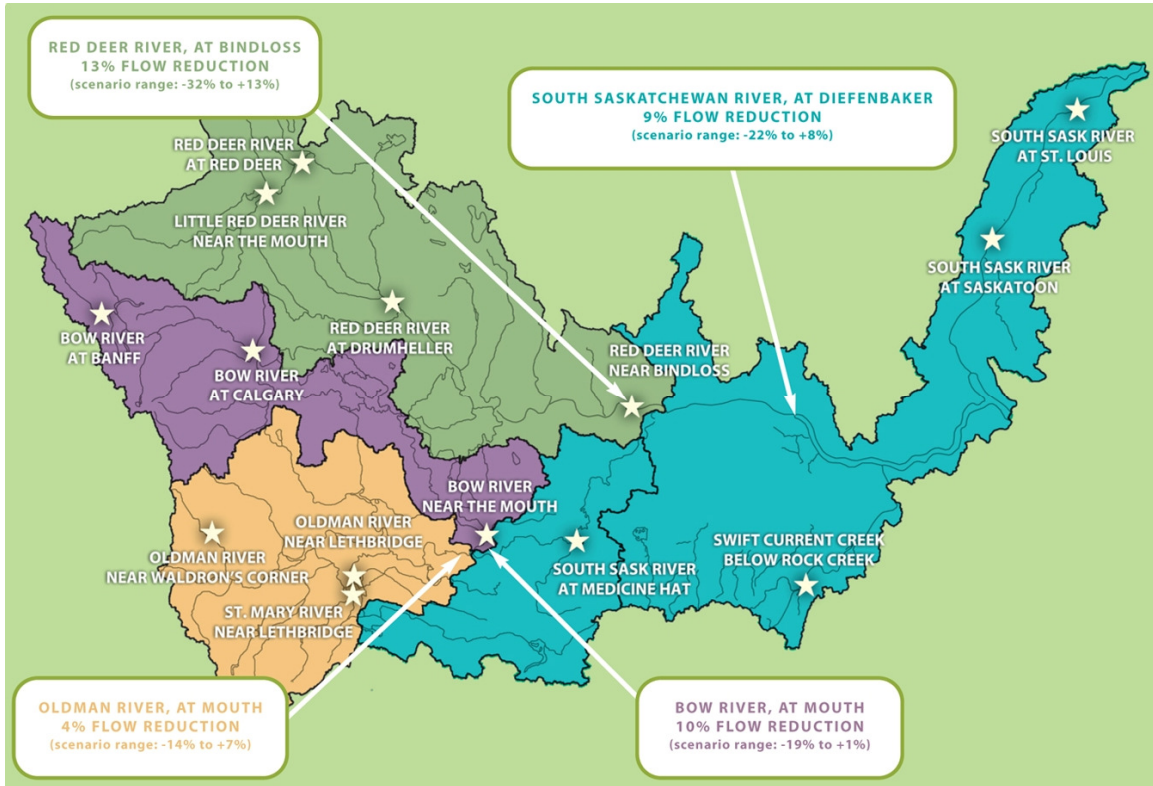
Los científicos han desarrollado modelos climáticos globales (MCG) sofisticados para simular las complejas interacciones existentes entre la atmósfera de la Tierra, los océanos, la capa de hielo, y la superficie de la tierra. Incluso con estos modelos complejos, los científicos no pueden saber el clima del futuro, sino sólo la probable respuesta del sistema climático a las fuerzas externas, tales como las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero. Un alto nivel de confianza de las respuestas posibles pueden ser colocados en modelos de circulación general, ya que son: 1) basada en las leyes físicas, tales como la conservación de la masa, la energía y el impulso; 2) capaz de simular los aspectos importantes del clima actual, y 3) capaz de reproducir las características de los climas del pasado y los cambios climáticos. Experimentos MCG reproducen el calentamiento del siglo pasado, sólo cuando el clima

es forzado por factores naturales, junto con los aumentos observados en las concentraciones de gases de efecto invernadero. Durante las simulaciones repetidas, las pequeñas diferencias en las condiciones iniciales fuerzan estas simulaciones del sistema climático complejo por caminos diferentes. Así que los MCGs producen un rango de climas futuros plausibles, o escenarios de cambio climático. Las concentraciones futuras de gases de efecto invernadero no pueden ser conocido, sólo se estiman en suposiciones acerca de las actividades socio-económicas que afectan el calentamiento global. El IPCC publicó 40 diferentes escenarios de emisiones que ofrecen un rango de posibles futuras emisiones de gases de efecto invernadero. Estos escenarios socio-económicos, llamado SRES (Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones), son representativos de distintas situaciones futuras (demográficas, sociales, económicos, tecnológicos, ambientales y políticas); cada una tiene diferentes niveles de las emisiones de gases de efecto invernadero asociados con ellos.

Escenarios de cambio climático se expresan normalmente como un cambio en los promedios de precipitación y temperatura entre una línea de base de 1961-90, y un futuro período de 30 años, por lo general la década de 2020 (2010-39), 2050 (2040-69) y 2080 (2070-99). Todos los escenarios de cambio climático para el medio del siglo XXI sugieren un aumento en la temperatura y en la variabilidad de las precipitaciones para la SSRB, como se ilustra en la Figura 1. Estos cambios climáticos apoyarían a las actividades humanas existentes en la cuenca, dependiendo en gran medida, sin embargo, en la distribución de calor y agua, o el tiempo en que se experimenta el aumento en calor y agua. Uno de los resultados más ciertos del calentamiento global para la SSRB es más cortos y más húmedos inviernos, y más largos y más secos veranos. El exceso de agua en invierno y primavera se perderá durante más días de evaporación elevada y la transpiración de las plantas durante un período de crecimiento más libre de heladas. El resultado neto se muestra en la Figura 2, donde el índice climático humedad de mayo y julio (la diferencia entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial en estos meses) se elaboró para 1961 y los tres intervalos de 30 años de este siglo. El déficit de humedad que caracteriza a la SSRB se expande geográficamente, de manera que un déficit de humedad anual de 150-200 mm expande desde el suroeste de Saskatchewan hacia el resto de la SSRB. Precipitación y temperatura para Lethbridge, Alberta y Swift Current, Saskatchewan por temporada y período de tiempo para una serie de cinco escenarios se representan en las Figuras 3 y 4. Estos gráficos muestran claramente los mayores aumentos en la temperatura mínima en invierno y el aumento mucho más consistente en invierno y en primavera. También muestran los amplios rangos de posibilidades en el verano, pero sobre todo, muestran menos precipitación que en el pasado por la década de 2080.

La temporada libre de las heladas es cada vez más largo y más cálido, lo que puede ser una ventaja para algunos cultivos. Por otro lado, el invierno es cada vez más corto, y estamos perdiendo algunas de las ventajas del clima frío: menos plagas y enfermedades, y nieve (la más abundante, fiable y previsible fuente de agua). Cada vez más, las precipitaciones en el invierno van a caer como lluvia, mientras que el clima se caliente. La mayoría del agua de la SSRB origina en el derretimiento de la nieve en el escurrimiento de las Montañas Rocosas. La disminución de la escorrentía y un cambio en el calendario del flujo dominante desde verano a la primavera causarán bajadas en los flujos de los ríos, la temporada en que hay mayor demanda por el agua. Lo más probable

es que las sequías de mayor gravedad y duración van a ocurrir. Los escenarios climáticos muestran una reducción de flujo en los ríos para la SSRB (véase Mapa 2). Años extraordinariamente húmedos también son probables. Aunque un turno en el clima a inviernos calidos y húmedos y veranos más secos es casi seguro, la mayoría de los riesgos del cambio climático tienen que ver con el aumento en la variabilidad interanual.



Mapa 2. Los escenarios climáticos, 2039-70, sugieren reducciones medias de 4 a 13% en los caudales de los ríos de la SSRB (Martz *et al.*, 2007). Mapa: D. Perrick y D. Campbell

La variabilidad climática en el futuro será una función de los patrones naturales del clima modulada por los gases de invernadero. Datos meteorológicos históricos contienen información detallada sobre la variabilidad del clima en escalas decenales a diario; sin embargo, estos registros son relativamente cortos en el oeste de Canadá. Los registros anteriores a la época instrumental se encuentran disponibles en los archivos geológicos y biológicos sensibles al clima. Estos registros indican que la sequía fue de mayor duración y gravedad antes del siglo XX. Las percepciones de un suministro abundante y predecible de las aguas superficiales disponibles han influido el uso y manejo del agua en el oeste de Canadá. Aunque estas percepciones son parte error (que se basan en un lapso de tiempo muy corto), las reconstrucciones del clima del pasado y los escenarios de clima futuro indican que, desde la colonización europea, los canadienses occidentales han disfrutado los suministros de agua relativamente fiables y la ausencia de una sequía prolongada comparada a los siglos anteriores. Pero esto va a cambiar, o ya está cambiando. Así que las comunidades en la SSRB pueden esperar sequías de mayor intensidad y duración, simplemente porque es un característico natural de la variabilidad

a largo plazo, y esto podría ser exacerbado por el calentamiento global inducido por las acciones de los seres humanos.

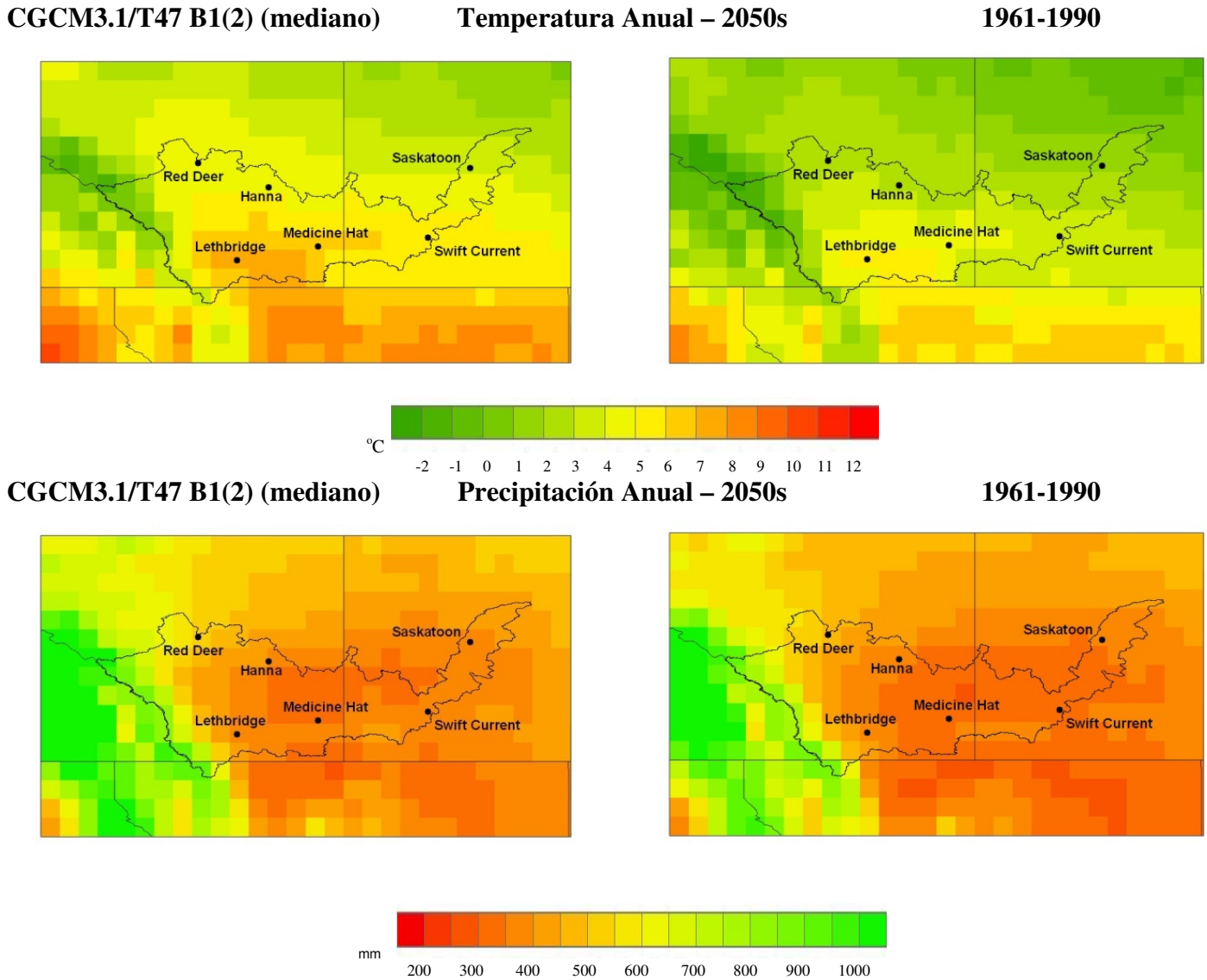
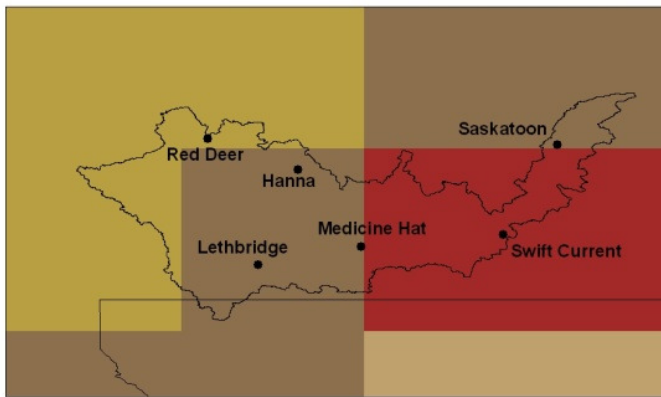
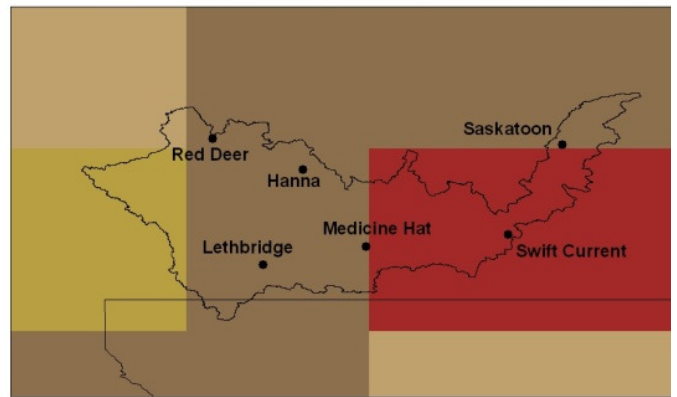


Figura 1. Temperatura anual (arriba) y precipitación (abajo) para la SSRB. Las condiciones para la línea de base (1961–90) se ven a la derecha. Estos escenarios medianos fueron derivados del Modelo Canadiense Climático Global (CGCM) versión 3.1/T47 y escenarios de emisiones del gases de efecto invernadero B1 (2).

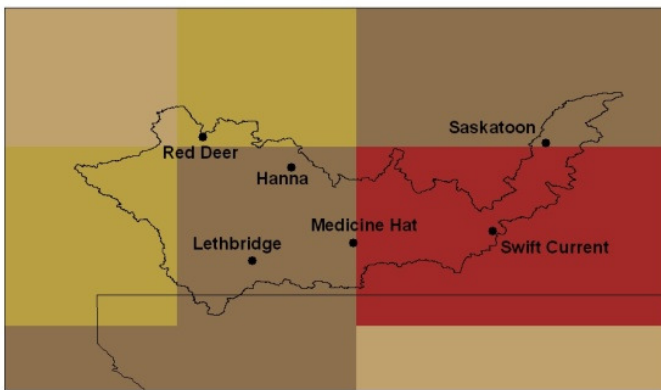
1961-90



2020s



2050s



2080s

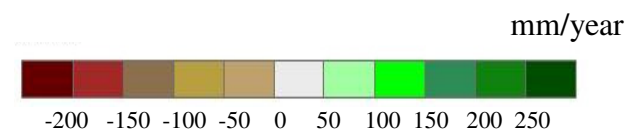
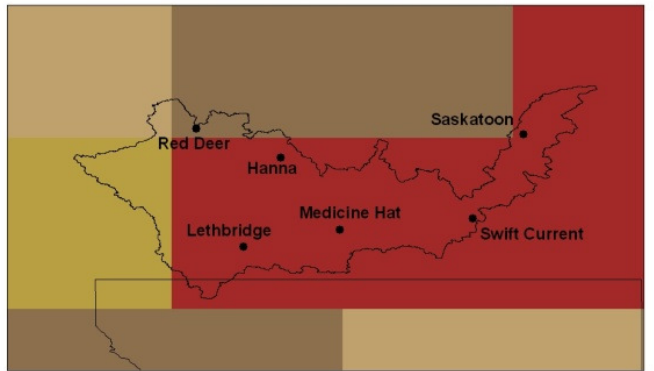
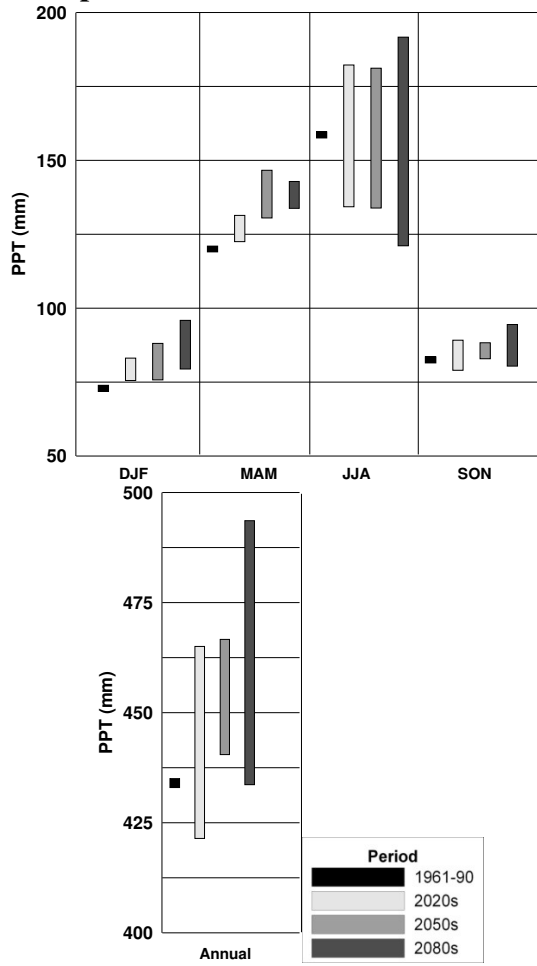


Figura 2. Escenarios medianos para mayo/junio/julio, Índice de Clima Humedad (P-PET) para 1961-90, los 2020s, 2050s y 2080s, de CGCM3.1/T47 B1 (2).

Precipitation



Temperature

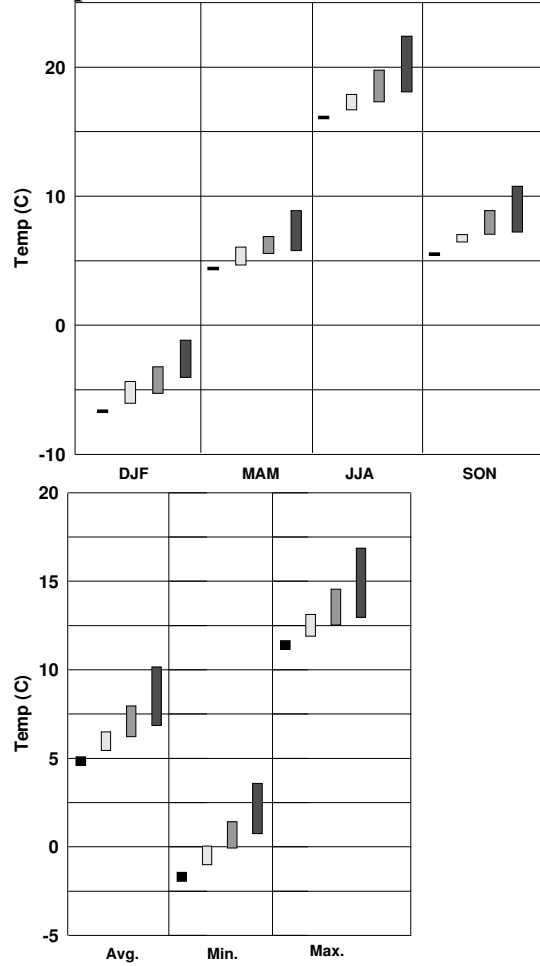
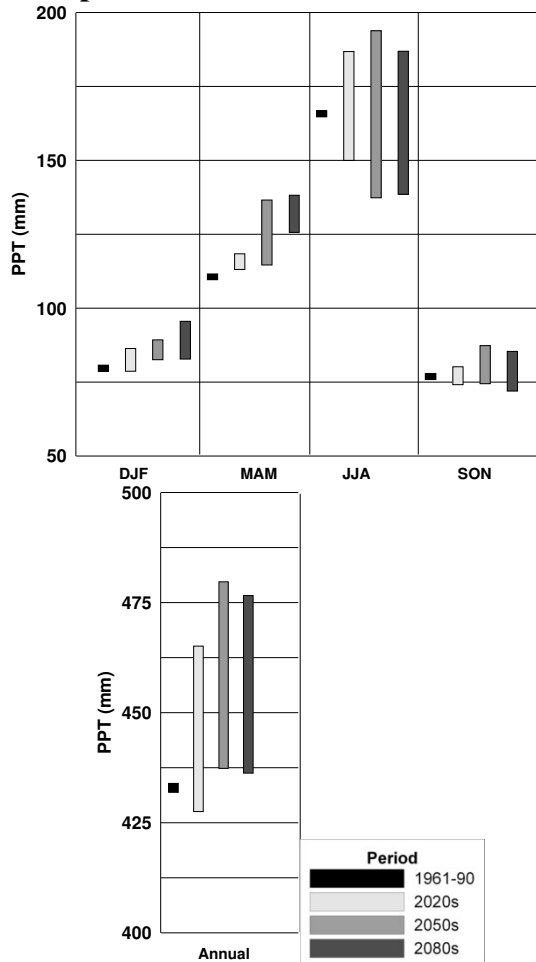


Figura 3. Escenarios climáticos futuros para Lethbridge, Alberta por temporada, periodo, y para una serie de cinco escenarios, que están reflejados en la longitud de las barras verticales.

Precipitation



Temperature

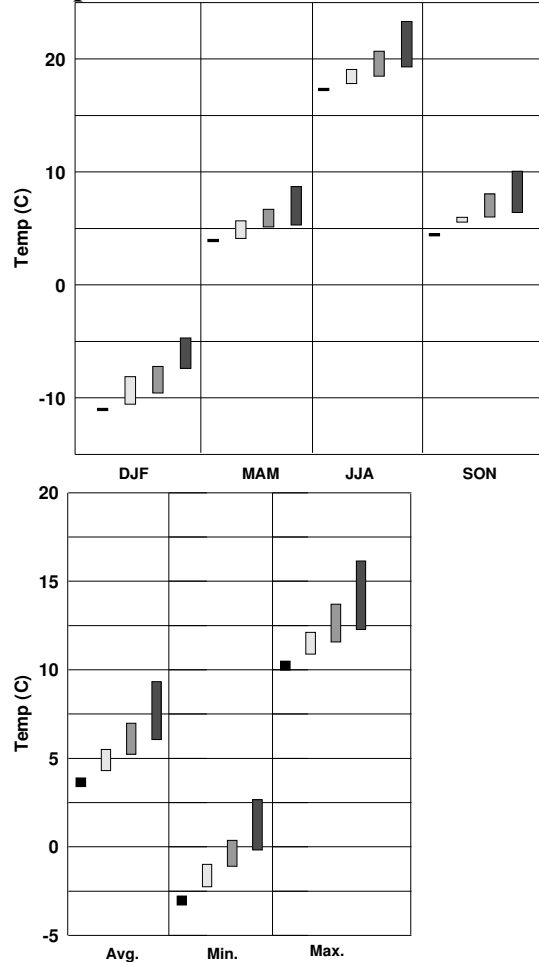


Figura 4. Escenarios climáticos futuros para Swift Current, Saskatchewan por temporada, periodo, y para una serie de cinco escenarios, que están reflejados en la longitud de las barras verticales.

4. LA VULNERABILIDAD FUTURA

El cambio climático previsto en la cuenca SSRB implica aumentos en las temperaturas, los cambios en los patrones de lluvia y nieve, la reducción en el flujo anual de los ríos, los aumentos en la intensidad y gravedad de los eventos climáticos extremos, como las sequías y las precipitaciones, y una expansión de la zona con un déficit anual de humedad. Estos son cambios importantes que están fuera del rango de variabilidad del clima que actualmente caracteriza a la SSRB; cambios que proporcionan una gama de oportunidades y riesgos para las comunidades rurales y los productores agrícolas.

4.1. Exposiciones futuras

Una temporada de crecimiento sin heladas más larga y más cálida, y la posibilidad de diversificar la producción agrícola mediante la introducción de nuevos cultivos, son algunos de los beneficios que ofrece el nuevo clima. Los riesgos, sin embargo, son importantes y no pueden ser ignorados. Las temperaturas más cálidas en el verano pueden aumentar la posibilidad de fuertes lluvias que causan inundaciones – una fuente importante de riesgo para la población rural. El aumento de la escasez de agua, sin embargo, es el impacto más significativo asociado con un clima más cálido. Un déficit de agua ya es una característica de esta zona, y los cambios climáticos esperados (Ej. mayor evapotranspiración, una disminución de la escorrentía de agua de deshielo, y un cambio en el calendario del flujo dominante en los ríos de verano a primavera) tendrán un impacto significativo en los recursos de agua superficiales, subterráneos, y en la calidad de agua, especialmente durante los meses de verano. El déficit va a ser más grave, ya que la población en la SSRB se espera un crecimiento de 1,3 millones en 1996 a más de 3 millones en 2046 (Sauchyn y Kulshreshtha, 2008; Pietroniro *et al.*, 2006).

Los eventos extremos, sin embargo, traen mayores riesgos que un cambio en el clima promedio. Hay un alto nivel de confianza que las condiciones más secas son muy probables, y éstas condiciones se van a manifestar en sequías de mayor gravedad y duración. La alta posibilidad de ocurrencia de varios años de sequía no sólo fue inferida por los escenarios futuros de cambio climático, sino también de evidencia paleo paleoclimatológica que muestra que las sequías de varios años antes de 1900 eran frecuentes, y que las condiciones que facilitan a estas sequías extremas fácilmente podrían volver a aparecer. Las sequías son una fuente de riesgo grave, ya que afectan no sólo la calidad y el suministro de agua a la población regional, pero también amplifican los efectos negativos de la aridez en la erosión del suelo, degradan a los ecosistemas, reducen la productividad agrícola, aumentan la incidencia de los incendios en las praderas canadienses, afectan la salud de las personas, y crean las condiciones para los conflictos sociales potenciales.

Así, en el contexto del nuevo clima, los recursos hídricos en la cuenca se verán seriamente limitadas, tanto en términos de cantidad y calidad. El aumento de los niveles de estrés hídrico se espera, y puede resultar en consecuencias negativas para el proceso de desarrollo regional. La escasez de agua afectará a todos en la cuenca, pero se espera afectar desproporcionadamente a las comunidades rurales, dada a su dependencia en los recursos naturales y su escasa población. En estos términos, es urgente evaluar el grado de exposición de los diferentes sub-sectores agrícolas (como el cultivo de granos de las tierras secas, la agricultura de cultivos bajo regadío, y la ganadería) bajo cambios en la disponibilidad de agua, y también evaluar las capacidades de estos sub-sectores para gestionar los cambios esperados.

Los agricultores de las tierras secas enfrentarán a problemas graves como consecuencia de la reducción de la humedad del suelo en el verano. Sus prácticas agrícolas son muy sensibles a la disminución de las precipitaciones y al aumento del calor durante la temporada de crecimiento, ya que dependen mucho en la adecuada cantidad de humedad en el suelo, que es crítico en la temporada de crecimiento temprano y más tarde también. Demasiada humedad, o una primavera seca, es problemático para este tipo de agricultura, así como un verano seco. Las nuevas condiciones climáticas pueden

ofrecerles las oportunidades asociadas con una estación de crecimiento más temprano y, tal vez, podrán producir los cultivos de invierno. Estos agricultores también tienen que enfrentar la posibilidad de muchos días de calor en un verano seco, lo que podría impedir el crecimiento de sus cultivos. Obviamente, la agricultura de secano es muy sensible a la sequía, y la sequía de varios años podría causar un desastre en este sector agrícola.

La ganadería, como la agricultura de secano, requiere suficiente precipitación para el crecimiento de hierba, y suficiente agua para el ganado. Pastos domados necesitan lluvia adecuada durante la primavera y el verano, así que son más sensibles que los pastos nativos, que también necesitan un poco de lluvia, pero no son tan sensibles al tiempo que los pastos domados. Los rancheros también necesitan un acceso seguro al agua para sus animales. En la actualidad, agujeros hechos por agricultores que capturan el agua del deshielo en la primavera satisfacen esta necesidad, pero con inviernos más cálidos, esta estrategia de adaptación podría ser problemático, especialmente en el caso de los períodos de sequía sostenida. Las alternativas son tener más capacidad de almacenamiento de agua, o instalar tuberías para la recarga de los recursos hídricos, lo que implica el acceso a los arroyos o canales, y suficiente escurrimiento.

Los agricultores con cultivos bajo regadío están mejor equipados para afrontar a la futura reducción de la humedad del suelo, porque tienen acceso al riego. La precipitación es aún muy importante para ellos durante la temporada de crecimiento, pero no tan crucial como para los agricultores con cultivos sin regadío. Además, también los cultivos son susceptibles a los efectos de un exceso de calor. Tal vez los mayores desafíos futuros tienen que ver con el aumento potencial en la demanda de agua de fuentes aparte del riego, estimado a entre 35% y 67% en 2021 (véase Sauchyn y Kulshreshtha, 2008), y la escasez de agua para las nuevas cuotas postuladas en algunas zonas de la cuenca. Esta situación se agravaría en los períodos de sequía, y podría crear conflictos por el agua significativos.

Las sensibilidades de las comunidades rurales a las nuevas condiciones climáticas pueden ser más altas si su sector económico principal es la agricultura. La mayoría de las empresas de la comunidad se ven afectadas directa o indirectamente por las fluctuaciones en las condiciones económicas. Los períodos de sequía también son un problema para la población. Las comunidades también son sensibles a los cambios en la calidad del agua. Para cumplir con los requerimientos gubernamentales de la calidad del agua, las comunidades deben tener los recursos financieros necesarios para instalar plantas de tratamiento de agua moderno. Las pequeñas comunidades son limitadas, sin embargo, porque no tienen acceso al capital necesario para financiar proyectos de agua. Si los gobiernos no están dispuestos a invertir en estas comunidades, ellos serán expuestos a problemas asociados con la mala calidad del agua.

4.2. Respuestas y adaptaciones institucionales futuras

La cuestión para el futuro es si la capacidad adaptativa existente es suficiente para manejar los desafíos planteados por las nuevas condiciones climáticas. La opinión basada, en los resultados de la investigación AICC, es que ya tenemos una capacidad adaptativa bastante bien establecida y capaz de hacer frente a la variabilidad climática actual. Esta capacidad no es suficiente bajo las condiciones del futuro definido por los escenarios de cambio climático, por lo que se requieren más esfuerzos para desarrollar

estrategias que son más sólidas, coordinadas y anticipatorias, para reducir los riesgos futuros y capitalizar en las oportunidades nuevas. Miembros de las comunidades también reconocen la necesidad de fortalecer la capacidad adaptativa. Ellos reconocen los beneficios de las estrategias adaptativas, pero también indican que estas estrategias no serán suficientes bajo los escenarios futuros de cambio climático. Argumentaron para la planificación a largo plazo en los temas de conservación, la diversificación agrícola, el empoderamiento y la participación en las decisiones locales de manejo de cuencas, la gestión financiera, la educación y el aprendizaje, el capital social, las prácticas agrícolas que son sostenibles y rentables, entre muchos otros. En este sentido, los participantes reconocieron que necesitan ser "más preparados para más extremos", comprender los riesgos del cambio climático, y identificar las estrategias que reduzcan riesgos (Ej. cambiar los cultivos, reducir los gastos, tener acceso a fondos que se reservan en los años buenos para los malos) (Patiño, 2008; Hurlbert *et al.*, 2009a).

Como en el pasado, el apoyo institucional es fundamental para el desarrollo de la capacidad adaptativa comunitaria. Sin este apoyo, las comunidades y los productores agrícolas no podrán acceder a todos los recursos necesarios para manejar las nuevas condiciones climáticas. La conclusión de las investigaciones embarcadas por el proyecto AICC es que las redes de gobernanza pueden mejorar su papel en el fomento de la capacidad adaptativa a través de las siguientes recomendaciones claves (también se proporcionan ejemplos de la literatura publicada, que apoyan a estas conclusiones):

- **Desarrollar a largo plazo (de 10 a 20 años) los planes del clima y del agua.** Es evidente que existe la necesidad de desarrollar y fortalecer las respuestas políticas orientadas a aumentar la resiliencia de las comunidades en el contexto del cambio climático. Respuestas políticas exigen una estrategia más amplia que combina mitigación y adaptación, una estrategia que adopta un enfoque anticipatorio en lugar del enfoque reactivo tradicional, y que integra a las políticas climáticas y políticas ya existentes, especialmente las que tienen que ver con el agua, el medio ambiente, y las actividades económicas altamente vulnerables, como la agricultura. Estrategias a largo plazo son necesarias, y deben considerar la planificación de escenarios a largo plazo. (El cambio climático y la adaptación requieren planificación a largo plazo. Véase, por ejemplo: Medio Ambiente Canadá, 2008; Oliver y Wiebe, 2003, pp. 69-71; y Medio Ambiente Alberta, 2008.)
- **Integrar las actividades de adaptación del gobierno y de comunidades.** Dado al carácter multidimensional de la vulnerabilidad comunitaria, donde los estreses climáticos interactúan con muchos otros factores de estrés, existe la necesidad de adoptar un marco político amplio que pone énfasis en los vínculos entre la adaptación y el desarrollo económico sostenible, y también que se dirige específicamente a las comunidades con baja capacidad adaptativa, en un intento de remediar de la distribución desigual de la capacidad adaptativa. Las interrelaciones entre las vulnerabilidades climáticas, económicas, y sociales requieren un enfoque capaz de fortalecer la sostenibilidad de la comunidad, un enfoque que requiere un alto nivel de coordinación entre los organismos gubernamentales. Es difícil aumentar la

resiliencia comunitaria usando enfoques *ad-hoc*. Necesitamos un enfoque que integra todos los sectores económicos, todos los asuntos pertinentes, y todos los niveles gubernamentales pertinentes. También tenemos que integrar la gestión de los ecosistemas, la reducción de desastres, y el desarrollo social y económico. (La necesidad de tener mejor integración y coordinación entre todos los órdenes de gobierno es un tema común en la literatura publicada sobre las estrategias de agua, un tema que está estrechamente vinculada a la adaptación al cambio climático. Véase, por ejemplos: Brandes *et al.*, 2005, Banks y Cochrane, 2005; Bakker, 2007; Morris *et al.*, 2007; Hoover *et al.*, 2007; de Loë, 2008; Sproule-Jones *et al.*, 2008).

- **Usar un marco en la gestión del agua que empodera e incorpora a los grupos de ciudadanos y las personas interesadas.** Se deben realizar esfuerzos para fortalecer las organizaciones de la sociedad civil, especialmente aquellos que participan en el proceso de la gobernanza del agua, como las asociaciones de riego, los grupos de las cuencas, y otras partes interesadas. Ellos son claves en el fortalecimiento de la capacidad adaptativa en ambas provincias. Su participación en la gobernanza del agua amplifica las perspectivas incluidas en el proceso de adaptación, legitima las decisiones, y ayuda con el cumplimiento de objetivos. Es importante apoyar a estos grupos con recursos financieros suficientes para garantizar que ellos pueden funcionar y financiar proyectos. No menos importante es definir su papel, de modo que sean más que simplemente grupos de asesoramiento, y para que puedan desempeñar un papel central en una amplia gama de adaptaciones a los estreses climáticos y en la resolución de los conflictos. (El principio de planificación participativa es ampliamente mencionado en la literatura publicada sobre la gestión integrada de los recursos hídricos, establecido por los Principios de Dublín de 1992. Véase, por ejemplo: WWCWAU, 2003, p. 23; Moss, 2008; Asociación Mundial del Agua, 2009; Meteorológica Mundial Organización, 2009).
- **Mejorar el diálogo entre el gobierno y las comunidades (particularmente las comunidades rurales) para poder aumentar la resiliencia local y buscar nuevas oportunidades.** La gestión de los riesgos y las oportunidades creadas por el cambio climático requiere una estructura de gestión que mejora la comunicación entre las comunidades y organismos gubernamentales. Las soluciones para los problemas de la sostenibilidad comunitaria requieren una comprensión adecuada de las vulnerabilidades locales. Al mismo tiempo, la movilización y coordinación de los recursos externos para aliviar las vulnerabilidades locales requieren un conocimiento sistemático de los disponibles programas gubernamentales. Ambos son necesarios para desarrollar el conocimiento necesario para fortalecer las comunidades. La planificación para la sequía futura será crucial para reducir la vulnerabilidad comunitaria. La adaptación al cambio climático debe ser incluido en programas y políticas relevantes existentes. (Véase, por ejemplo: Oliver y Wiebe, 2003, pp. 69-71. También hay una necesidad de luchar contra el mito

sobre la abundancia de agua que existe en Canadá, indicado en Sprague, 2007.)

- **Concentrar los esfuerzos en la mejora de las capacidades locales y regionales de manejar estreses.** Un esfuerzo conjunto especial entre las comunidades y el gobierno debe orientarse hacia la mejora de las capacidades locales y regionales. El fortalecimiento de la capacidad adaptativa local podría aumentar el capital humano. Esto facilitaría la gestión de los riesgos y oportunidades enfrentados por las comunidades. El conocimiento existente, y las fortalezas de instituciones como la PFRA, tienen que ser retenido para prestar asistencia en la gestión de riesgos y oportunidades. Conservación y gestión del agua son áreas en las que el conocimiento local y recursos se podrían mejorar, con el apoyo de un marco institucional que busca a capacitar a las personas en las comunidades en cuanto a cómo implementar estrategias locales de conservación del agua y garantizar estándares mínimos de calidad de agua. Programas orientados hacia el desarrollo o el fortalecimiento del capital social de las comunidades (por ejemplo, dando recursos a las organizaciones locales) podrían reducir la vulnerabilidad comunitaria. Por otra parte, mejor coordinación entre comunidades y el gobierno provincial podría contribuir al desarrollo de un capital social capaz de reunir a varias comunidades para solucionar problemas regionales comunes. Todas estas medidas no sólo proporcionarían a las comunidades rurales con los instrumentos necesarios para ser más sostenibles, sino que también contribuirían al desarrollo de una estrategia más eficaz para reducir los riesgos del cambio climático. (Como se señaló en el punto anterior, la adaptación al cambio climático debe ser incorporado en las políticas y programas existentes; Oliver y Wiebe, 2003, pp. 69-71)
- **Prepárese para los conflictos del agua, y utilizar el enfoque de resolución adaptativa para mediar a los conflictos.** La escasez de agua podría aumentar la incidencia de conflictos por el agua entre los usuarios de agua. Los gobiernos también pueden actuar de manera proactiva, representar verdaderamente el bien público, y tomar la iniciativa para asegurarse de que el proceso su toma de decisiones es muy transparente y responsable. Esto aumentaría la legitimidad de la acción del gobierno en los ojos de los interesados. Esto también animará a las partes interesadas y las comunidades a ser más tolerantes de las estrategias de gestión del agua realizada en tiempos de escasez de agua. En estos términos, el proyecto AICC recomienda que los gobiernos usen un enfoque de resolución adaptativa para resolver a los conflictos. La utilización de este enfoque pueda crear una dinámica entre actores beneficiosa, y transformar el conflicto en una oportunidad de aprendizaje; quizás las adaptaciones institucionales que antes eran impensables se descubrirán. Aunque todos los interesados pueden contribuir desde el principio a la implementación de este enfoque, el papel del gobierno en crear las condiciones para su aplicación es esencial.

- **Colectar y compartir más y mejores datos sobre el agua.** Hay una necesidad de mejorar los procesos de recopilación e intercambio de datos sobre el agua en la red de gestión del agua en cada provincia, y entre las agencias federales y provinciales. La investigación identificó brechas en los datos sobre los recursos de agua, que se necesitan para vigilar y predecir los futuros suministros de agua, y para calcular el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. Además, es fundamental maximizar la coordinación y la utilización de datos (por ejemplo, hay una necesidad para desarrollar un portal sólo, donde se puede encontrar datos del agua. Esto facilitaría la gestión y la planificación eficaz del agua). Muy frecuentemente, la literatura publicado se hace referencia a la necesidad de tener datos de agua más completos (véase Bancos y Cochrane, 2005, Morris *et al.*, 2007; y de Loë, 2008).
- **Buscar soluciones usando los equipos de investigación interdisciplinarios (que incluyen las ciencias sociales y físicas), y coordinar con las partes interesadas y los responsables políticos.** Investigaciones interdisciplinarias que abordan todos estos temas críticos descritos en ese informe son fundamentales para reducir la vulnerabilidad de la población rural y mejorar los esfuerzos institucionales para aumentar su capacidad adaptativa. Los impactos del cambio climático, y la vulnerabilidad de comunidades a estos impactos, son cuestiones que abarcan varios campos científicos, desde la filosofía a la climatología, de las ciencias sociales a la ingeniería. Las respuestas al cambio climático requieren sólidos equipos de investigación interdisciplinarios capaces de colaborar con diversas partes interesadas y con los políticos para desarrollar respuestas adecuadas a los desafíos del cambio climático. También se necesita un esfuerzo más intenso para reunir a gobiernos y universidades, para organizar una agenda de investigación interdisciplinaria sobre el cambio climático. Esto sería un gran paso en la reducción de la vulnerabilidad de las personas de las praderas canadienses. (La inclusión de equipos de investigación interdisciplinarios se aboga por los principios de gestión integrada de los recursos hídricos para el desarrollo sostenible. Este marco intenta de equilibrar los aspectos sociales, ambientales y económicos que afectan los recursos hídricos. Véase la literatura recomendada en "Usar un marco en la gestión del agua que empodera e incorpora a los grupos de ciudadanos y las personas interesadas" más arriba.)
- **Simplificar el proceso de la gobernanza del agua para facilitar decisiones de adaptación que son más eficientes y efectivas.** La eficacia de la gestión del agua se ve frustrada por la complejidad de los acuerdos existentes de la gestión, especialmente la falta de coordinación interinstitucional. La gobernanza del agua y los sistemas de vigilancia climáticos sufren de la duplicación de esfuerzos y la falta de coordinación. Esto crea confusión entre los funcionarios del gobierno y las partes interesadas. Es importante reducirlos para garantizar un enfoque integral y sistemático para el desarrollo de una mayor capacidad adaptativa. La iniciativa tomada en mayo de 2008 por

líderes del los gobiernos provinciales canadienses es un paso adelante para hacer frente a las necesidades identificadas anteriormente en este informe. La formación del Consejo del Administración del Agua del Oeste ilustra la necesidad de un liderazgo federal más fuerte en el tratamiento de las vulnerabilidades cruz-jurisdiccionales relacionadas al agua y el cambio climático. Los planes del líder del gobierno provincial para desarrollar un plan de preparación para la sequía y un marco político sobre el cambio climático son loables. Aunque la gestión de los recursos naturales es un mandato de los gobiernos provinciales, esta iniciativa provincial demuestra que existe una clara necesidad de enfoques regionales. El gobierno federal puede desempeñar un papel importante en el apoyo a tales iniciativas provinciales para mejorar la adaptación regional. Sería ventajoso desarrollar estrategias climáticas y de agua de 10 a 20 años, con una manera de medir el progreso de tales estrategias. Estas estrategias deben ser flexibles para que lo que vamos aprendiendo sobre los impactos del cambio climático en el futuro pueda ser fácilmente incorporado. (Véase la literatura bajo “Integrar las actividades de adaptación del gobierno y de comunidades”. Con respecto a la cuenca SSRB, Banks y Cochrane (2005) recomiendan que todos los órdenes de gobierno trabajen juntos. Este amplio cuerpo de literatura identifica una necesidad de aclarar las modalidades de gobernanza del agua, y también integrar actividades de agua.)

Por último, la vulnerabilidad comunitaria no se define sólo por la gravedad de los fenómenos naturales que se experimentan en las comunidades, sino también por una variedad de condiciones sociales y económicas que caracterizan la vida cotidiana de la población rural. La reducción de su vulnerabilidad exigirá un esfuerzo institucional sincronizado entre todos niveles de gobierno, una perspectiva interdisciplinaria que integra tanto las ciencias naturales y sociales, y el fortalecimiento de la participación de los interesados y ciudadanos en el proceso de toma decisiones. Este esfuerzo colaborativo les ayudará a instituciones y comunidades rurales gestionar los riesgos y oportunidades que presentan las nuevas condiciones climáticas.

REFERENCIAS

- Bakker, K. (ed.), 2007. *Eau Canada. The Future of Canada's water*, UBC Press: Vancouver.
- Banks, T. y E. Cochrane, 2005. *Water in the West: Under Pressure*. Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources. Disponible en: <http://www.parl.gc.ca/38/1/parlbus/commbus/senate/com-e/enrg-e/rep-e/rep13nov05-e.htm>
- Brandes, O., K. Ferguson, M. McGonigle y C. Sandborn, 2005. *At a Watershed, Ecological Governance and Sustainable Water Management in Canada*, Polis Project on Ecological Governance, University of Victoria, Victoria.
- Bruneau J., D.R. Corkal, E. Pietroniro, B. Toth y G. van der Kamp, 2009. "Human Activities and Water Use in the South Saskatchewan River Basin," *Prairie Forum* 34, 1: 129-152. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf04.pdf>
- Corkal, D.R., B. Inch y P.E. Adkins, 2007. *The Case of Canada – Institutions and Water in the South Saskatchewan River Basin*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC045.pdf>
- de Loë, R., 2008. *Toward a Canadian National Water Strategy*, Final Report for the Canadian Water Resources Association, Guelph. Disponible en: http://www.cwra.org/Resource/assets/CNWS_Report_Final_2008_06_18.pdf.
- Diaz, H., M. Hurlbert, J. Warren y D. Corkal, 2009a. *Saskatchewan Governance Assessment*, Final Report. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/gov01.pdf>
- Diaz, H., S. Kulshreshtha, B. Matlock, E. Wheaton y V. Wittrock, 2009b. "Community Case Studies of Vulnerability to Climate Change: Cabri and Stewart Valley, Saskatchewan," *Prairie Forum* 34, 1: 261-88. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf05.pdf>
- Epp, R. y D. Whitson, 2001. *Writing Off the Rural West*, The University of Alberta Press/Parkland: Edmonton.
- Global Water Partnership, 2009. *Integrated Water Resources Management*. Disponible en: http://www.gwptoolbox.org/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=3
- Hoover, G., A. Howatson, J. Churchill y J. Roberts, 2007. *Navigating the Shoals, Assessing Water Governance and Management in Canada*, Conference Board of Canada, Toronto. Disponible en: <http://www.conferenceboard.ca/>.
- Hurlbert, M., D. Corkal y H. Diaz, 2009a. "Government and Civil Society: Adaptive Water Management in the South Saskatchewan River Basin," *Prairie Forum* 34, 1: 181-207. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf01.pdf>
- Hurlbert, M., D. Corkal, H. Diaz y J. Warren, 2009b. "Climate Change and Water Governance in Saskatchewan, Canada," *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 1, 2. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC084.pdf>
- Jones, M. y M. Schmeiser, 2005. "Helping Ourselves': Community Viability in Building the Local Economy," *Prairie Forum* 30, 2: 211- 228.

- Knuttila, M., 2004. "Power Resources and the State in Canada," *Prairie Forum*, 29, 2: 183-203.
- Marchildon, G.P., 2007. "Institutional Adaptation to Drought and the Special Areas of Alberta, 1909–1939," *Prairie Forum* 32, 2: 251–72. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf02.pdf>
- Marchildon, G.P., 2009. "The Prairie Farm Rehabilitation Administration: Climate Crisis and Federal-Provincial Relations during the Great Depression," *Canadian Historical Review* 90, 2: 275-301.
- Marchildon, G.P., S. Kulshreshtha, E. Wheaton y D. Sauchyn, 2008. Drought and Institutional Adaptation in the Great Plains of Alberta and Saskatchewan, 1914–1939," *Natural Hazards* 45, 3: 391–411. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC082.pdf>
- Marchildon, G.P., J. Pittman y D.J. Sauchyn, 2009. "The Dry Belt and Changing Aridity in the Palliser Triangle, 1895-2000," *Prairie Forum* 34, 1: 31-44. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf02.pdf>
- Matlock, B., 2007. *Report on the Community Vulnerability Assessment of Cabri and Stewart Valley, Saskatchewan*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC052.pdf>
- Magzul, L. y A. Rojas, 2006. *Report on the Blood Tribe (Kainai Nation): Community Vulnerabilities*. Available online at: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC051.pdf>
- Medio Ambiente Alberta., 2008. *Alberta's 2008 Climate Change Strategy*. Disponible en: <http://environment.gov.ab.ca/info/library/7894.pdf>
- Medio Ambiente Canadá., 2008. *Turning the Corner Regulatory Framework for Industrial Greenhouse Gas Emissions*, Environment Canada: Ottawa. Disponible en: http://www.ec.gc.ca/doc/virage-corner/2008-03/pdf/COM-541_Framework.pdf
- Morito, B., 2006. *Value Analysis and Institutional Adaptation to Climate Change*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC080.pdf>
- Morris, T.J., D.R. Boyd, O.M. Brandes, J.P. Bruce, M. Hudon, B. Lucas, T. Maas, L. Nowlan, R. Pentland y M. Phare, 2007. *Changing the Flow: A Blueprint for Federal Action on Freshwater*, The Gordon Water Group of Concerned Scientists and Citizens.
- Moss, T., 2008. "The Governance of Land Use in River Basins. Prospects for Overcoming Problems of Institutional Interplay with the EU Water Framework Directive," *Land Use Policy* 21, 1: 85-94.
- Oliver, D. y J. Wiebe, 2003. *Climate Change: We are at Risk*, Interim Report, Standing Senate Committee on the Environment: Ottawa.
- Patiño, L., 2008. *Community Recommendations to Policy-makers to Facilitate the Adaptation of Farming Communities to Potential Impacts of Future Climate Change on Water. Municipalities of Taber (AB), Saskatchewan Landing (SK), Riverside (SK), Fertile Valley (SK), and Rudy (SK), South Saskatchewan River Basin*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC062.pdf>
- Patiño, L. y D. Gauthier, 2009. "Integrating local perspectives into climate change decision-making in rural areas of the Canadian prairies," *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 1, 2: 179-196. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC083.pdf>

- Pearse, P.H., F. Bertrand y J.W. MacLaren, 1985. *Currents of Change*, Final Report, Inquiry on Federal Water Policy, Environment Canada: Ottawa.
- Pietroniro, A., R. Leconte, B. Toth, D.L. Peters, N. Kouwen, F.M. Conly y T. Prowse, 2006. "Modelling Climate Change Impacts in the Peace and Athabasca Catchment and Delta: III—Integrated Model Assessment," *Hydrological Processes* 20: 4231–4245.
- Pittman, J., 2008. *Report on the Community Vulnerability Assessment of Outlook, Saskatchewan*. Available online at: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC063.pdf>
- Prado, S., 2008. *Report on Community Vulnerability Assessment of Taber, Alberta*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC066.pdf>
- Rojas, A., B. Reyes, L. Magzul y H. Morales, 2007. *Water Blues in Climate Change: The Role of Institutions in Water Conflicts and the Challenges of Climate Change*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC041.pdf>,
- Rojas, A., L. Magzul, G. Marchildon y B. Reyes. 2009. "The Oldman River Dam Conflict: Adaptation and Institutional Learning," *Prairie Forum* 34, 1: 235-260. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf03.pdf>
- Sauchyn D. y S. Kulshreshtha, 2008. "Prairies," pp. 275–328 in D. Lemmen *et al.* (eds.), *From Impacts to Adaptation, Canada in a Changing Climate*. Government of Canada: Ottawa. Disponible en: http://adaptation.nrcan.gc.ca/assess/2007/pdf/full-complet_e.pdf
- Sauchyn, D., E. Barrow, R.F. Hopkinson y P. Leavitt, 2002. "Aridity on the Canadian Plains," *Geographie physique et Quaternaire* 58, 2 and 3: 247–59.
- Smit, B. y J. Wandel, 2006. "Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability," *Global Environmental Change* 16: 282–92.
- Sprague, J., 2007 "Great Wet North? Canada's Myth of Water Abundance" in K. Bakker (ed.), *Eau Canada, The Future of Canada's Water*. UBC Press: Vancouver
- Sproule-Jones, M., C. Johns y T. Heinmiller. (eds.), 2008. *Canadian Water Politics. Conflicts and Institutions*, McGill-Queen's University Press: Montreal.
- Stirling, R., 2004. "Introduction," *Prairie Forum* 29, 2: 135-142.
- Toth, B., D.R. Corkal, D. Sauchyn, G. Van der Kamp, and E. Pietroniro, 2009. "The Natural Characteristics of the South Saskatchewan River Basin: Climate, Geography and Hydrology", *Prairie Forum* 34, 1: 95-127. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf07.pdf>
- Wandel, J., 2009. *Alberta Governance Assessment Report*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/gov02.pdf>
- Wandel, J., J. Pittman y S. Prado, Forthcoming. "Rural vulnerability to climate change in the South Saskatchewan River Basin" in D. Sauchyn, S. Kulshreshtha, y P. Diaz. (eds.). *The Canadian Prairies in a Changing Climate*. Regina: CPRC.
- Wandel, J., G. Young and B. Smit, 2009. "The 2001–2002 Drought: Vulnerability and Adaptation in Alberta's Special Areas," *Prairie Forum* 34, 1: 211-34. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/pf06.pdf>
- Wheaton, E., 2007. "Droughts," pp. 49–52 in B. Thraves *et al.* (eds.), *Saskatchewan: Geographic Perspectives*, CPRC Press: Regina.

- Wheaton, E., S. Kulshreshtha, V. Wittrock y G. Koshida, 2008. “Dry Times: Hard Lessons from the Canadian Drought of 2001 and 2002,” *The Canadian Geographer* 52, 20: 241–62.
- Wittrock, V. y G. Koshida, 2005. *Canadian Droughts of 2001 and 2002: Government Response and Safety Net Programs—Agricultural Sector*. Saskatchewan Research Council: Saskatoon.
- Wittrock, V., S. Kulshreshtha, E. Wheaton y M. Khakapour, 2007. *Vulnerability of Prairie Communities during the 2001 and 2002 Droughts: Case Studies of Taber and Hanna, Alberta, and Outlook, Saskatchewan*. Saskatchewan Research Council: Saskatoon.
- Wittrock, V., S. Kulshreshtha y E. Wheaton, Forthcoming. *Vulnerability and Adaptation of Six Canadian Prairie Rural Communities to Drought*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC081.pdf>
- World Meteorological Organization., 2009. *Managing the Resources – Integrated Water Resources Management*. Disponible en: <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/managing.html>
- World Water Council Water Action Unit (WWCWAU)., 2003. *World Water Actions, Making Water Flow for All*, Earthscan Publications Ltd: London.
- Young, G. y J. Wandel, 2007. *Community Vulnerability in the South Saskatchewan River Basin: A Case Study of Hanna, Alberta*. Disponible en: <http://www.parc.ca/mcri/pdfs/papers/AICC060.pdf>

APENDICE A: EL MODELO DE EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD

