

# Sistema de Información para la Gestión del Riesgo Agroclimático

**Apoyo al Diseño e Implementación de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático**

**UTF/CHI/028**

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO**

UNIDAD NACIONAL DE EMERGENCIAS AGRÍCOLAS Y GESTIÓN DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO (UNEA)  
SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA, MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL GOBIERNO DE CHILE

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO)

SANTIAGO, MARZO DE 2011

**INFORME PREPARADO POR:**

Centro de Cambio Global, Pontificia Universidad Católica de Chile  
Francisco Meza. Ing. Agrónomo, PhD. Director del Centro  
Juan Pedro León. Ing. Agrónomo. Investigador Asociado

**EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO**

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)  
Jan Van Wambeke. Oficial Principal Tierras y Aguas  
Laura Meza. Coordinadora Principal del Proyecto  
Sebastián Soza. Consultor en Gestión del Riesgo  
Paola Valle. Consultora en Políticas Públicas

Ministerio de Agricultura, Subsecretaría de Agricultura, Unidad Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo Agroclimático (UNEA):

Antonio Yaksic. Encargado Nacional de la UNEA  
Nicolás Alvear. Profesional UNEA  
Cristian Jordán. Profesional UNEA  
Beatriz Ormazábal. Profesional de la UNEA

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la FAO o con las del Ministerio de Agricultura.

## TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. DIAGNÓSTICO. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DISPONIBLE EN LAS INSTITUCIONES QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO .....	7
2.1. COMISIÓN NACIONAL DE EMERGENCIAS AGRÍCOLAS .....	7
2.1.1. Información Disponible .....	7
2.2. EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA) .....	8
2.2.1. Información Disponible .....	8
2.2.2. Escala y Frecuencia .....	9
2.2.3. Cobertura .....	9
2.2.4. Comentarios generales .....	10
2.3. CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES (CIREN).....	10
2.3.1. Tipo de información disponible.....	10
2.3.2. Cobertura .....	11
2.3.3. Comentarios generales .....	13
2.4. FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO FRUTÍCOLA (FDF) .....	13
2.4.1. Tipo de información disponible.....	14
2.4.2. Cobertura.....	15
2.4.3. Comentarios generales .....	15
2.5. INSTITUTO FORESTAL (INFOR).....	15
2.5.1. Tipo de Información Disponible .....	15
2.5.2. Escala y Frecuencia .....	16
2.5.3. Cobertura.....	16
2.5.4. Comentarios Generales.....	16
2.6. DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE (DMC).....	17
2.6.1. Tipo de información disponible.....	17
2.6.2. Escala y Frecuencia.....	17
2.6.3. Cobertura.....	17
2.6.4. Comentarios generales.....	17
2.7. OTRAS INSTITUCIONES RELEVANTES Y POSIBLE ROL QUE DEBIERAN CUMPLIR EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGO AGROCLIMÁTICO. ....	18
2.7.1. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).....	18
2.7.2. Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP).....	18
2.7.3. Dirección General de Aguas (DGA).....	18
2.7.4. Comisión Nacional de Riego (CNR) .....	19
2.7.5. Universidades y Centros de Investigación .....	19
2.8. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES .....	19
2.8.1. Argentina.....	19
2.8.2. Brasil.....	21
2.8.3. Uruguay .....	23
2.8.4. Australia.....	25
2.8.5. Región de Latinoamérica y Caribe.....	25
2.8.6. CIIFEN .....	26
3. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS .....	28
4. DESARROLLO DE SUB PROCESOS .....	29
4.1. ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DEL MODELO SPPIRA EN RELACIÓN A LOS FLUJOS DE INFORMACIÓN .....	29
4.2. PROPUESTA DE SISTEMA DE ARTICULACIÓN Y OPERACIÓN .....	31
4.2.1. Visión General de Propuesta de Sistema de Información.....	31
4.2.2. Articulación institucional.....	33
4.2.3. Protocolos de Intercambio de Información.....	39

4.2.4. Presupuestos para Implementación y Operación .....	40
4.3. PROPUESTA DE PRODUCTOS ADICIONALES A DESARROLLAR.....	43
4.3.1. PRODUCTOS CLIMÁTICOS GENERALES .....	43
4.3.2. PRODUCTOS AGROCLIMÁTICOS Y DE COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS .....	44
4.3.3. OTROS PRODUCTOS A DESARROLLAR.....	46
4.4. SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES SOBRE ESTE COMPONENTE .....	47
5. REFERENCIAS .....	48
5.1. SITIOS INTERNET CONSULTADOS.....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector silvoagropecuario es una de las áreas de aprovechamiento de recursos naturales más sensible a las variaciones climáticas. La productividad primaria y, en ciertas circunstancias, los atributos de calidad son fuertemente influenciados por el comportamiento de las variables climáticas a lo largo de una temporada, representando una de las fuentes de variabilidad e incertidumbre que más afectan a los agricultores. Adicionalmente, la ocurrencia de eventos extremos tales como sequías, inundaciones, heladas, ráfagas de viento, olas de calor, etc. puede tener efectos devastadores sobre la producción de cultivos agrícolas y comprometer seriamente el desarrollo económico de las poblaciones que de ellos dependen.

Al incrementar el nivel de conocimiento acerca de la influencia del clima sobre el crecimiento y desarrollo de cultivos, y mejorar el acceso a información que apoye la toma de decisiones se ha transformado en un objetivo de muchas instituciones de investigación y de programas de apoyo al desarrollo sostenible de la agricultura.

En las últimas décadas hemos sido testigos de progresos significativos en el monitoreo y modelación del clima y de avances tecnológicos que han posibilitado la masificación de las estaciones de monitoreo meteorológico, permitiendo de paso el flujo de información casi en tiempo real y su uso en la predicción del tiempo a corto plazo. Paralelamente, se han realizado avances significativos en la detección de patrones climáticos estacionales y en la aplicación de modelos de circulación global para la predicción climática estacional, aún cuando la utilización de esa información y su relación con las decisiones de manejo agronómico y de recursos naturales no se ha cuantificado y evaluado.

Puesto que la variabilidad climática es una importante fuente de riesgos para la agricultura, el manejo del riesgo climático implica en primer lugar una evaluación de los impactos de la variabilidad climática, luego la adopción de medidas de adaptación y de decisiones estratégicas tácticas y operacionales (David *et al.*, 2005). El manejo de riesgo climático evalúa los posibles impactos de la variabilidad climática en el negocio agrícola, las comunidades rurales y las opciones disponibles para mitigar el riesgo (Malcolm, 1992).

Se sabe que los productores en el área silvoagropecuaria enfrentan por lo general los riesgos asociados a la variabilidad climática tomando decisiones basadas en su conocimiento del patrón general de clima en sus regiones. Esto determina que las estrategias de manejo sean, por lo general, conservadoras, donde se sacrifica rendimiento para reducir el riesgo de grandes pérdidas en temporadas desfavorables (Jones *et al.*, 2000). Si fuera posible obtener mejores predicciones de clima con tres o seis meses de anticipación, sería posible modificar las decisiones para disminuir impactos indeseados y obtener ventajas de condiciones favorables esperadas (Jones *et al.*, 2000).

Los avances en la comprensión de las interacciones entre los océanos tropicales y la atmósfera, los mejoramientos en nuestra capacidad para monitorear estos sistemas y la velocidad y costo de los computadores permiten actualmente obtener predicciones de variaciones climáticas con meses de anticipación en muchas partes del mundo (Barnston *et al.*, 1999, Latif *et al.*, 1994). Estas predicciones están por lo general basadas en el fenómeno ENSO, encontrándose en muchas regiones una alta correlación entre la actividad del ENSO y la productividad agrícola. Asimismo, mediante el análisis de registros históricos de rendimientos Hansen *et al.* (1999) encontraron que la actividad ENSO influencia significativamente la producción de maíz, trigo (*Triticum aestivum* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), tomate (*Lycopersicon* spp.), arroz (*Oryza sativa* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y heno en ocho estados del sur de Estados Unidos.

Esta evidencia sugiere que la predictibilidad del clima y su influencia en el rendimiento de los cultivos, indican que la aplicación de predicciones climáticas en agricultura puede ser muy valiosas para la sociedad (Jones *et al.*, 2000).

Australia, que presenta una variabilidad enorme de climas, desde desiertos hasta áreas con inundaciones provocadas por lluvias, tiene una vasta experiencia en las áreas de predicción de clima, climatología y sus aplicaciones en el manejo de recursos naturales. El programa MCV (Managing Climate Variability) es un ejemplo de la aplicación de la predicción de clima a la toma de decisiones en agricultura, y que se ha

traducido en herramientas y productos concretos para productores agrícolas, y en ahorros para el sector agrícola de \$350 millones de dólares australianos (Climag, 2007). El principal objetivo del programa MCV es el mejoramiento del manejo del riesgo climático mediante el desarrollo y aplicación de predicciones de clima estacional para el mejoramiento de la toma de decisiones. Al amparo de este programa se han desarrollado y socializado herramientas de software como Australia Rainman, Yield Prophet, WhopperCropper y AussieGRASS, que permiten estimar impactos usando predicciones climáticas de corto y mediano plazo (Climag, 2006). Proyectos ejecutados al amparo de este programa incluyen aplicaciones en agricultura, recursos naturales y economía agraria. El programa asimismo mantiene en línea bases de datos históricas de precipitación para toda Australia.

Durante el año 2008 la FAO y el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), colaboraron en el desarrollo conjunto de un estudio piloto para diagnosticar la vulnerabilidad a la sequía y determinar la gestión local del riesgo en dos zonas de secano del país. Esta primera etapa, dio lugar a una segunda fase de colaboración para el diseño e implementación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo Agroclimático, al cual viene abocado el Ministerio. Este proceso se desarrolla conjuntamente entre la FAO y la Comisión Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo Agroclimático y la Unidad de Emergencia Agrícolas y Gestión del Riesgo asentada en la Subsecretaría de Agricultura (SDA) del MINAGRI.

En este contexto, el fortalecimiento y coordinación de un sistema de información para la gestión del riesgo climático representa un elemento fundamental que corresponde a un instrumento de apoyo a la toma de decisiones públicas y privadas oportunas para la prevención y enfrentamiento de las amenazas y desastres naturales vinculadas al sector silvoagropecuario.

Este informe contiene un análisis de las características, fortalezas y limitaciones que tiene el esquema actual del sistema de información para la gestión del riesgo agroclimático. Asimismo, entrega algunas recomendaciones y propuestas de diseño que contribuyan a fortalecer su estructura y dar cuenta de los objetivos generales planteados en el momento de su estructuración inicial.

## 2. DIAGNÓSTICO. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DISPONIBLE EN LAS INSTITUCIONES QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO AGROCLIMÁTICO

Este capítulo muestra un análisis somero de cada una de las instituciones que juegan un rol en el sistema de información para la gestión del riesgo, prestando particular atención a la clasificación de la información disponible y su aplicabilidad en el contexto de un sistema integrado de información para la toma de decisiones. Es evidente que cada una de estas instituciones presta un invaluable servicio y que los productos y servicios desarrollados representan un aporte en sí mismos. A pesar de ello, la tarea de coordinación y de integración no siempre es fácil y requiere de una constante evaluación a la luz de los objetivos planteados.

Para la realización del análisis sobre la información disponible en cada una de las instituciones gubernamentales o privadas que manejan información relevante, se investigaron los datos y sus formatos publicados en los distintos sitios web institucionales, lo que fue complementado con entrevistas para acotar la información y tiempos de desarrollo de los productos que componen un sistema de información para la gestión del riesgo agroclimático.

En términos generales se pudo constatar que en la actualidad existe una acción cooperativa pero que tiene algunas dificultades con respecto a la coordinación entre los servicios. Independiente de la calidad de la información generada a partir de los datos utilizados, los organismos generan productos de acuerdo a sus objetivos particulares, sin considerar estrategias globales de información, asociándose únicamente para la obtención de productos específicos. En muchos casos sólo cumplen con una función de difusión, la cual, en algunos casos, puede ser mejorada. Para la generación de sistemas de gestión de riesgo agroclimático, es fundamental desarrollar un flujo de información más eficiente que logre el acceso a información de forma oportuna.

A continuación se presenta una revisión detallada de la información recopilada en cada institución.

### 2.1. COMISIÓN NACIONAL DE EMERGENCIAS AGRÍCOLAS

El Ministerio de Agricultura, a partir de la experiencia adquirida en múltiples emergencias agrícolas que afectaron el país durante la temporada 2007-2008, conforma un sistema de gestión de riesgo agroclimático que basa su articulación en el paso de una "gestión de crisis" a una "gestión de riesgos". Tarea que recae en la Comisión Nacional de Emergencias Agrícolas (CNEA) y en su Unidad Operativa, la Unidad Nacional de Emergencias Agrícola (UNEA).

Para dar cumplimiento a los objetivos de la CNEA; Posicionar el riesgo agroclimático como un elemento propio de los negocios silvoagropecuarios; Establecer un efectivo sistema de información para el monitoreo, alerta y evaluación de riesgos agroclimáticos; Fortalecer la inversión que contribuya a reducir los riesgos en la producción silvoagropecuaria; y Desarrollar mecanismos para una efectiva y bien orientada respuesta ante situaciones de emergencia agrícola. Se ha publicado información en la página del ministerio de agricultura referente a los productos que se han elaborado hasta el momento.

#### 2.1.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

La Unidad de Emergencias Agrícolas posee un sitio web que corresponde a una sección dentro de la página del ministerio de agricultura ([www.minagri.gob.cl](http://www.minagri.gob.cl)), creada y programada en Joomla (sistema de sitios web prediseñados que son editados por los administradores).

La CNEA no genera informes técnicos del estado o pronósticos climáticos, sino que, mediante convenios y coordinación entre las instituciones que la componen, pone a disposición del público una serie de vínculos a los servidores de las instituciones correspondientes, responsables de la generación y actualización de los contenidos. Entre estos informes se destacan:

- Informe Agrometeorológico Mensual (FDF-INIA-DMC).
- Información Agroclimática a partir de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs) (FDF-INIA-DMC).
- Modelos Predictivos (FDF-INIA-DMC).
- Modelos para Alertas y Alarmas (FDF-INIA-DMC).
- Índices de Vegetación, Balance Hídrico e Índice de Palmer.
- Consolidado Nacional del NDVI (INIA).
- Pronósticos Meteorológicos Diarios, Semanales y Tendencias Trimestrales móvil (DMC).
- Información Hidrológica (DGA).

Un aspecto a destacar es la utilización de vínculos directos a las fuentes de información permite que los datos se encuentren tan actualizados como lo permite la fecha de edición con que son publicados en los respectivos servidores. Lamentablemente, no se encuentra un vínculo a los servidores de mapas de INIA con las imágenes de Índice Diferencial de Vegetación Normalizado, NDVI (por su sigla en inglés).

Es importante destacar que para acceder a la sección de la Comisión Nacional de Emergencias Agrícolas, se debe ingresar a través del portal del ministerio de Agricultura, compartiendo espacio con otros contenidos (Precios de Canasta Hortofrutícola, Monitoreo del precio de la Carne, Monitoreo Precio del Pan, Monitoreo del Precio de la Leche)<sup>1</sup>.

Una plataforma que debe informar al usuario, debe permitir que éste llegue sin mayores problemas al contenido buscado. Un dominio que sea más fácil de recordar es fundamental para que los usuarios utilicen la página web de la CNEA como web de referencia permanente con respecto a información climática.

## 2.2. EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), tiene la misión de generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad y calidad alimentaria de Chile, y responda competitiva y sustentablemente a los grandes desafíos de desarrollo del país. ([www.inia.cl](http://www.inia.cl))

INIA posee 11 Centros Regionales en todo el país. El centro regional Quilmapu, ubicado en la región del Biobío, es responsable de la generación de la información para el sistema de gestión de información para la gestión de riesgo climático que actualmente se encuentra disponible en la web: [www.aclimat.cl](http://www.aclimat.cl)

### 2.2.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

#### INFORMES METEOROLÓGICOS

Realizados en base a la información obtenida de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), Dirección General de Aguas (DGA) y otras fuentes, se publican cada mes. Se incluye en el informe, un apartado con la perspectiva meteorológica de la DMC para las próximas temporadas. Además se adjunta un resumen de las imágenes satelitales NDVI con comentarios generales a nivel nacional.

Destaca el trabajo coordinado de cada centro regional y la articulación del informe combinando registros meteorológicos de DMC y DGA, junto a las estaciones que están bajo la tuición de INIA. En este sentido, los usuarios finales pueden encontrar información sobre sus localidades con mayor facilidad que en los reportes climáticos estándar de los organismos dedicados a la observación climática e hidrológica, ya que, en un solo reporte se encuentran los resúmenes climáticos, estados de los embalses y la situación general de los cultivos.

En este reporte se entregan algunas recomendaciones de manejo agronómico para cada cultivo que sirve de orientación general. No obstante, no siempre estas recomendaciones están vinculadas a la perspectiva

<sup>1</sup> <http://www.minagri.gob.cl/contenidos.php?code=DQJDAVpqb1wMR1MMWlwOCQEEOjFjNjY1NzI2>



y/o proyección climática y por lo tanto no constituyen elementos de apoyo para la gestión del riesgo climático.

Los informes meteorológicos son de gran utilidad para comprender las condiciones de inicio y el contexto climático en que se está desarrollando la actividad productiva. Se trata de información de planificación de corto plazo que ayuda a identificar riesgos potenciales. Los tipos de usuarios son diversos y van desde los organismos de gobierno (UNEA, CREA, SEREMI, MUNICIPALIDADES; INIA; INDAP) centros de investigación (UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION) y actores productivos (EMPRESAS AGRICOLAS Y DE INSUMOS y AGRICULTORES).

## RIESGO CLIMÁTICO

Bajo este vínculo se puede encontrar una serie de imágenes satelitales mensuales, la disponibilidad de las imágenes está determinada por el tipo de imagen y zona, encontrando una gran diversidad en la cobertura de los análisis. Los productos publicados que provienen de análisis de imágenes satelitales son:

- **NVDI:** El Índice Diferencial de Vegetación Normalizado o NDVI, por sus siglas en inglés. Permite observar el estado de desarrollo de la vegetación mediante la diferencia entre la radiación emitida o reflejada de una determinada banda del espectro electromagnético.
- **EVI:** Al igual que el NDVI provienen de imágenes MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), resulta más adecuado para zonas con poca cobertura vegetal y gran efecto del suelo desnudo.
- **SAVI:** Índice de vegetación ajustado al suelo, disminuye las alteraciones del valor del NDVI al estudiarse en zonas áridas.
- **ISSP:** El Índice de Severidad de Sequías de Palmer (ISSP) se estructura a partir de un balance de humedad mensual, considerando la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
- **Disponibilidad de Agua:** La disponibilidad por regiones, se estima a partir de datos proporcionados por imágenes satelitales.

Las imágenes satelitales y productos derivados entregan información territorial que permite identificar elementos de vulnerabilidad y dimensionar impactos para la gestión de los elementos de apoyo y de mitigación. Se requiere de alto entrenamiento y de formación para la interpretación de la información. Los tipos de usuarios son principalmente los organismos de gobierno e instituciones de investigación.

## SERVIDOR DE MAPAS

En la sección **servidor de mapas** se puede encontrar una aplicación web, que permite la visualización del país por región, comunas y ríos. Si bien la información que se muestra en la sección es similar a lo publicado en las imágenes NDVI de la sección de riesgo climático, esta plataforma entrega interactividad al tener opciones para desplazarse por el mapa de la región y hacer zoom a una zona de interés.

El nivel de interactividad que posee la plataforma aún es bajo debido principalmente a las pocas capas que pueden ser integradas y combinadas. Mayores opciones en un servidor de mapas pueden tener un gran potencial como interfaz de comunicación.

Se deben enfocar esfuerzos en el diseño de la plataforma, puesto que es difícil leer la información de las capas, por ejemplo al incorporar los nombres de las comunas.

### 2.2.2. ESCALA Y FRECUENCIA

- **Informes Agrometeorológicos:** Se encuentran publicados mensualmente desde Agosto de 2009 y se encuentra a nivel nacional.
- **Imágenes Satelitales:** Se publican en mapas regionales cada 15 días, la escala de los mapas varía por región.
- **Servidor de Mapas:** No se informa del grado de actualización de las imágenes y se encuentran disponibles NDVI como la desviación de NDVI por cada región del país. Esta herramienta se encuentra aun en desarrollo.

### 2.2.3. COBERTURA

La disponibilidad de los datos varía según el producto como se puede observar en la siguiente tabla que muestra el periodo en que existen datos. Existe un error de publicación de los datos en algunas regiones.

“Apoyo al Diseño y Establecimiento de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático” (MINAGRI-FAO)

#### 2.2.4. COMENTARIOS GENERALES

INIA ha estado elaborando reportes meteorológicos y publicando imágenes satelitales tal como indica el acuerdo suscrito con el Ministerio de Agricultura, pero la disponibilidad de estos datos sólo se encuentra actualizada en los informes agrometeorológicos y en las imágenes satelitales NDVI.

#### INFORMES AGROMETEOROLÓGICOS

Se publican informes nacionales, generando archivos pesados y de una gran cantidad de hojas, lo que redundaría en dificultar el acceso a información por parte de los usuarios. La publicación de la información mediante informes regionales puede ser más amigable para el usuario, al descargar solo la información con respecto a un área de interés. Eventualmente se puede mantener informes nacionales y abrir la posibilidad de entregarlos adicionalmente en forma regional para facilitar el acceso a la información.

#### IMÁGENES SATELITALES

La escala de los mapas es variable según la región. La configuración para la creación de imágenes determina una calidad media en pantalla, y una mala calidad para impresión. Más allá de los problemas técnicos de visualización de imágenes, la escala tiene que ser demasiado alta como para permitir un estudio de las características de una localidad en particular. Esta es una limitante del producto MODIS y del formato de entrega, por lo que es probable que el usuario de esta información esté más cercano al perfil académico y de planificación y gestión de recursos, que el de un agricultor interesado en el indicador de su predio particular.

#### SERVIDOR DE MAPAS

Debe agregarse información que ayude a la interpretación de lo presentado. El formato actual puede ser interesante para un usuario técnico, dado que el uso e interpretación de este tipo de imágenes está asociado a personas con un alto grado de especialización. Considerando que la transferencia tecnológica es uno de los objetivos que persigue un sistema de información como el que se está desarrollando, los apoyos y guías de interpretación son de mucha utilidad.

### 2.3. CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES (CIREN)

El Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) tiene la misión de Generar, integrar y mantener permanentemente actualizada la información de Recursos Naturales y Productivos e información complementaria para su uso como condiciones habilitantes para la competitividad y la innovación del país ([www.ciren.cl](http://www.ciren.cl)).

#### 2.3.1. TIPO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

Esta oficina cuenta con una gran base de datos con información que puede ser relevante al momento de elaborar un sistema de gestión de riesgo climático, aun cuando en el convenio suscrito con MINAGRI sólo se hace mención a modelos de vulnerabilidad para algunos cultivos.

Los productos CIREN pueden encontrarse clasificados en 5 grandes áreas: Clima, Fruticultura, Forestal, Recursos Hídricos y Predios Rurales.

#### CLIMA

- Distritos Agroclimáticos.
- Cartas de Evapotranspiración Potencial.
- Mapas de Estaciones y de Isolíneas Climáticas.
- Informes de promedios de series climáticas.
- Informe de Evapotranspiración Potencial.

#### SUELO

- Sistema de Información Geográfico de Suelos-Base de Datos Digitales.
- Informe Predial.

**FORESTAL**

- Cartografía del Catastro del Bosque Nativo.
- Informes del Catastro del Bosque Nativo.

**RECURSOS HÍDRICOS**

- Directorios.
- Cartografía con delimitación de zonas hidrogeológicas homogéneas.
- Fichas técnicas de cada zona hidrogeológica.

**PREDIOS RURALES**

- Informe Predial.
- Directorios de propietarios rurales.

**FRUTICULTURA**

- Directorios Frutícolas.
- Cartografía Digital del Catastro Frutícola.
- Servicio Pronóstico de Cosecha.

La cartografía ambiental general es información de planificación de largo plazo y tiene sentido para estimar los riesgos y priorizarlos en la región. Los tipos de usuarios son diversos y van desde los organismos de gobierno (UNEA, CREA, SEREMI, MUNICIPALIDADES; INIA; INDAP) centros de investigación (UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION) y actores productivos (EMPRESAS AGRICOLAS Y DE INSUMOS y AGRICULTORES).

**2.3.2. COBERTURA**

Los diferentes datos que posee CIREN y que podrían llegar a ser interesantes en un sistema de gestión de riesgo agroclimático difieren en cobertura según el recurso y la base de datos, principalmente se debe a los tiempos de desarrollo y las fuentes de información con las que cuenta CIREN. A continuación se muestra una tabla con el detalle de cobertura de los distintos productos como reporta CIREN en su sitio web (Tabla 1).

**Tabla 1. Detalle de cobertura y especificaciones de los productos disponibles en CIREN que pueden ser empleados en un sistema de gestión de riesgo climático.**

Recurso	Base de Datos	Información Principal	Cobertura
<b>Clima</b>	Estaciones Meteorológicas	Ubicación, nombre, altura, tipo de estación, promedios de series de datos mensuales y series estadísticas.	I a XII Regiones.
	Distritos agroclimáticos	Áreas de clima homogéneo para la agricultura caracterizado por suma térmica, heladas, horas frío, etc.	III a XII Regiones.
	Distritos agroclimáticos con aptitud de especies	Áreas de clima homogéneo para la agricultura con énfasis térmico, caracterizado por suma térmica, heladas, horas de frío, etc., con evaluación de las aptitudes del clima para un grupo seleccionado de especies y variedades cultivadas.	V a VIII Regiones.
	Estudios Agrológicos	Descripción de series de suelo	Estudio PAF: Valles III y IV Regiones V a X Estudios Regionales

Recurso	Base de Datos	Información Principal	Cobertura
		Descripción de series y variaciones (profundidad, textura, drenaje, erosión, etc.)	V a X Otros Estudios IV: Valles Elqui, Limarí, Choapa, Quilimarí Comunidades Agrícolas.
		Clasificación interpretativa (capacidad de uso, categoría de riego, clases de drenaje, aptitud forestal y aptitud agrícola)	XII: Sectores Provincias de Aysén, Coyhaique, General Carrera y Capitán Prat. Estudios generalizados VI y VIII regiones
<b>Suelo</b>	Degradación de los recursos naturales	Estadística a nivel comunal de niveles de degradación del recurso suelo y vegetación nativa por unidades de paisaje homogéneo.	IV a IX Regiones
	Propiedades agrícolas	Número de rol del SII, nombre del propietario, superficie, superficie por capacidad de uso, dirección postal, localización gráfica.	III a XI Regiones
	Catastro frutícola	Número de rol del predio, nombre propietario, superficie y edad de los árboles, especies y variedades, número de árboles, nombre del productor	III a X Regiones
	Proyecciones de producción	Especies principales de exportación	Nacional (a pedido, base de Catastro Frutícola)
	Coeficientes técnicos	Identificación uso del suelo, insumos, mano de obra, tracción mecánica, animal, destino y comercialización.	V a VII Regiones
	Diagnóstico agroecológico	De las limitaciones de clima y suelo a un grupo seleccionado de especies cultivadas.	V a VIII Regiones
<b>Forestal</b>	Catastro Bosque Nativo	Información de CONAF-CONAMA, generada a través de interpretación de imagen satelital, con enfoque al ámbito forestal.	Regiones I a V; IX, XI y XII (1997).
	(CONAF-CONAMA)	Información vectorial de polígonos ("rodal"), en donde sus principales atributos de base de datos son: · Uso actual (leyenda principalmente forestal) · Especies dominantes (las seis principales) · Como atributos secundarios: estructura, altura, tipo forestal, cobertura Localización de las zonas SNASPE en cobertura vectorial de tipo polígono, asociada a su nombre en los rangos de Reserva, Monumento o Parque.	Regiones RM y VI (2000) Región VII (1999) Regiones RVIII y X (1998)
<b>Recursos Hídricos</b>	Aguas superficiales	Registro de caudales en puntos de interés.	IV a IX Regiones
	Aguas subterráneas	Zonas Hidrogeológicas Homogéneas.	III a VII y IX Regiones.
		Profundidad del pozo, caudal de explotación, niveles freáticos.	I a IX Regiones
	Infraestructura hidráulica. Red de canales y embalses.	Cartografía de la red de canales y embalses.	III a IX Regiones.

Recurso	Base de Datos	Información Principal	Cobertura
	Usuarios de aguas	Número de rol del SII, número de acciones, nombre del usuario, superficie regada	IV a IX Regiones.
	Estudios específicos	Mejoramiento en la eficiencia de conducción y operación de agua de riego.	Cuencas Elqui, Aconcagua y Cachapoal.
<b>Predios</b>	Catastro de Propiedades Rurales	Número de rol del S.I.I. Nombre del predio, superficie, superficie por capacidad de uso, dirección postal, localización. Fuentes: SII; MINBINAC; MINAGRI y CIREN	III a XI Regiones
<b>Fruticultura</b>	Catastro Frutícola	Número de rol del predio, nombre propietario, superficie y edad de los árboles, especies y variedades, número de árboles, nombre del productor.	III a X Regiones.
		Antecedentes del huerto como especie variedad año de plantación superficie número de árboles, método de riego. Sistema de plantación y conducción.	
	Potencial Frutícola	Evaluación de las condiciones de clima, suelo y agua para la producción de 49 especie-variedad frutal.	V a VII Regiones

### 2.3.3. COMENTARIOS GENERALES

CIREN al ser una institución de carácter privado, no da acceso libre a la información de mapas digitales. Esto es consecuencia del mecanismo que tiene de autofinanciamiento. Por la misma razón, la actualización de los mapas y catastros están asociados a proyectos específicos y, en muchos casos, la información que ha sido "vendida" a otras instituciones, mediante convenios de colaboración, se encuentra más actualizada que la información que posee actualmente CIREN.

Además de la información básica cartográfica sobre los recursos naturales, CIREN tiene por compromiso aportar análisis de vulnerabilidad de cultivos y métodos de traducción de pronósticos climáticos estacionales a efectos sobre el rendimiento, por la vía de modelos de simulación de cultivos. Este enfoque es usado en otras instituciones y puede ser una herramienta de gran utilidad para ayudar a los tomadores de decisiones a explorar estrategias de manejo frente a la variabilidad climática y seleccionar conjuntos de alternativas que permitan minimizar el riesgo. Los modelos de cultivos que han sido desarrollados se hicieron con la activa participación de INIA.

Cabe señalar que estos modelos tienen errores que varían entre un 10 y 20%, por lo que en la mayoría de los casos los márgenes de error se encuentran en los niveles de fluctuación natural de los rendimientos.

Además debe considerarse que estos modelos han sido desarrollados para representar el comportamiento de un cultivo en condiciones de fisiología normal, y que en forma paulatina se han incorporado la acción de estrés hídrico y nutricional. Por lo que es aconsejable comunicar los resultados en términos relativos (porcentaje de cambio de rendimiento frente a condiciones climáticas). El perfil de usuario de esta información coincide con profesionales y técnicos que pueden hacer análisis y ajustar los resultados a las condiciones específicas de las localidades agrícolas de interés.

Por último es necesario señalar que la geografía agrícola del país es muy diversa y que este tipo de modelos sólo cubre las necesidades de un grupo significativo de agricultores pero no de su totalidad.

### 2.4. FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO FRUTÍCOLA (FDF)

La Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), es una institución de derecho privado sin fines de lucro, que tiene la misión de ([www.fdf.cl](http://www.fdf.cl)). Que tiene como fin Promover la investigación científica y tecnológica relacionada con las especies frutales, hortícolas y otras de origen vegetal. Contribuir al desarrollo y la

*“Apoyo al Diseño y Establecimiento de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático” (MINAGRI-FAO)*

aplicación de los avances científicos y tecnológicos que obtenga en las áreas de producción, post-cosecha, calidad, distribución y servicios asociados que corresponda. Canalizar la transferencia tecnológica y científica a través de diversos medios y realizar las asesorías relacionadas con los proyectos, servicios tecnológicos y programas que desarrolle.

#### 2.4.1. TIPO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

FDF, en colaboración con INIA y la DMC, opera una red de estaciones meteorológicas automáticas en todo el país, conectadas a un servidor central. Además tiene un servicio de mantenimiento de bases de datos que los protege de acontecimientos que puedan comprometer la integridad de los datos.

Existe una serie de parámetros básicos meteorológicos que son registrados por cada estación: Los parámetros medidos son Temperatura, Humedad Relativa, Velocidad del Viento y Radiación Solar. Con esta información se puede reportar la Evapotranspiración Potencial, utilizando la ecuación de Penman-Monteith.

#### PARÁMETROS Y FUNCIONES CLIMÁTICAS DISPONIBLES

Con la información básica también es posible calcular una serie de parámetros o índices bioclimáticos relevantes y sus variantes, como los siguientes -entre otros-.

- Temperaturas horarias y diarias.
- Oscilación térmica.
- Horas frío Richarson o Shaltout y Unrath diarias o acumuladas.
- Growing Degree Hours.
- Días grados, días acumulados en base a distintas temperaturas.
- Punto de Rocío.
- Precipitación.
- Radiación solar.

#### MODELOS PREDICTIVOS

- Estados fenológicos de frutales: Vid de mesa y Manzano- principales variedades.
- Plagas:
  - Polilla de la manzana (*Cydia pomonella*)- Desfase de la actual temporada en base a GDH

#### ESCALA Y FRECUENCIA

Las estaciones realizan mediciones cada 15 minutos y envían la síntesis de las mediciones al servidor cada una hora. Los datos son enviados, en su mayoría, por vía GPRS (General Packet Radio Service), disponible a través de distintas empresas de telecomunicaciones. Ésta red se encuentra disponible en la gran parte del país y pertenece a lo que se denomina Segunda Generación o 2G, y es la misma red utilizada para el envío de mensajes de texto desde celular a celular.

Utilizar la red GPRS brinda seguridad en la continuidad de los datos, puesto el mensaje con los datos queda en espera si existe algún problema en la red, una vez que se restablece la señal el mensaje con los datos es enviado a destino nuevamente desde donde haya quedado esperando mejora en la señal.

En el servidor de FDF el mensaje es recibido por el modem GRPS y es transcrito a una base de datos SQL (Structured query language) que permite su publicación de forma automática en la web [www.agroclima.cl](http://www.agroclima.cl).

Es en este servidor donde se realizan los cálculos de las funciones climáticas que son parte del servicio entregado por FDF a sus usuarios. Todo el proceso permite la incorporación de herramientas que facilitan la creación de informes por zonas para los usuarios inscritos.

La información meteorológica y de índices derivados es de alto impacto. Permite el monitoreo en tiempo real de las condiciones, permite identificar patrones de extensión geográfica e intensidad de los factores adversos. Es información táctica ya que habilita para la toma de decisiones en términos de acciones preventivas de corto plazo y de dimensionamiento de riesgos. Se trata de información de planificación de corto plazo que ayuda a identificar riesgos potenciales. Los tipos de usuarios son diversos y van desde los organismos de gobierno (UNEA, CREA, SEREMI, MUNICIPALIDADES; INIA; INDAP) centros de investigación (UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION) y actores productivos (EMPRESAS AGRICOLAS Y DE INSUMOS Y AGRICULTORES).

#### 2.4.2. COBERTURA

Las estaciones se encuentran instaladas en 12 regiones del país, la distribución de las estaciones es significativa en zonas predominantemente agrícolas, siendo la región del Bio-Bio la que cuenta con el mayor número de estaciones (40 estaciones), seguida por la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

#### 2.4.3. COMENTARIOS GENERALES

Esta red de FDF está cumpliendo en la actualidad un importante rol en lo que se refiere al monitoreo ambiental, a posibilidad de incorporar pronósticos meteorológicos a corta escala y también brindar apoyo en la generación de sistemas de alerta de eventos extremos.

La FDF cuenta con la tecnología necesaria para desarrollar un duplicado de un grupo de estaciones o de toda la red en tablas especiales con privilegios en particular para un usuario con los parámetros básicos que se obtienen en terreno como lo es Temperatura (Max, Min y Media), precipitaciones, Radiación solar, Velocidad del Viento y el cálculo de la Evaporación Potencial según la ecuación publicada por FAO.

Trabajar con un sistema de duplicidad de la base de datos, concede la capacidad de generar aplicaciones que se calculen a medida que los datos se han actualizado en el servidor.

Existe la posibilidad de llegar a un acuerdo para la obtención de estos datos y el costo variable por estación es marginal, puesto que el principal costo asociado es el algoritmo que duplique las bases de datos y la asignación de usuarios para la tabla. No se cierra la posibilidad de calcular directamente en los servidores FDF.

Uno de los principales problemas que se ha encontrado en la red FDF-FIA es que no existen datos históricos suficientes como para realizar pronósticos a mediano-largo plazo, puesto que las estaciones, en su mayoría son nuevas. El proyecto no tiene más de nueve años en funcionamiento.

El usuario tipo que se reconoce por la información publicada en la web [www.agroclima.cl](http://www.agroclima.cl), tiende a una persona con un grado de especialidad medio, es de fácil manejo y permite la interactividad al momento que se ingresa a los modelos predictivos de plagas o estados fenológicos.

Se desconoce el detalle de los informes que se entregan a los usuarios con privilegios, otorgado por el pago de una cuota mensual por estación, pero es posible que estos usuarios correspondan a profesionales que dan asesoría a productores de una zona en particular por encargo de empresas exportadoras o productores de un tamaño medio a grande, no se descarta la posibilidad que existan productores que estén suscritos a los informes de una estación particular.

Un catastro de clientes y usuarios de la web es necesario para tener con certeza el perfil de usuario de [agroclima.cl](http://agroclima.cl), pero por lo pronto la plataforma es sencilla y amigable siendo una buena herramienta para un grupo importante de internautas que estén interesados en las variables climáticas de una zona en Chile.

### 2.5. INSTITUTO FORESTAL (INFOR)

El Instituto Forestal (INFOR) tiene como misión crear y transferir conocimientos científicos y tecnológicos de excelencia para el uso sostenible de los recursos y ecosistemas forestales, el desarrollo de productos y los servicios derivados; así como, generar información relevante para el sector forestal, en los ámbitos económico, social y ambiental. ([www.infor.cl](http://www.infor.cl))

Algunos programas que desarrolla INFOR pueden ser relevantes en el marco de un sistema de gestión de Riesgo Agroclimático. Como lo es el Monitoreo de Ecosistemas Forestales, Integración de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) y la pyme al desarrollo forestal.

#### 2.5.1. TIPO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

INFOR cuenta con información de toda producción forestal primaria y secundaria, georeferenciada. Respecto a zonas de bosque nativo posee mayor información a la existente en el catastro forestal, donde solo aparece la ubicación, superficie y edad de las plantaciones.

INFOR ha participado además en la elaboración de índices de riesgo y peligro de incendios forestales, implementado en la V región de Valparaíso ([www.gisincendiosforestales.cl](http://www.gisincendiosforestales.cl)).

En el área de cambio climático se han realizado planes de mitigación ante los efectos adversos que pudiesen existir según los escenarios de cambio climático que han sido publicados en Chile.

Esta información es valiosa para dirigir planes de apoyo a la gestión de riesgo, para comprender el patrimonio forestal que podría estar comprometido por eventos climáticos adversos (sequías, fuego, etc.). El principal usuario serían las instituciones de gobierno (UNEA, CREA, SEREMI, MUNICIPALIDADES; INIA; INDAP) centros de investigación (UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION) y actores productivos (EMPRESAS AGRICOLAS Y DE INSUMOS y AGRICULTORES).

#### 2.5.2. ESCALA Y FRECUENCIA

---

Para mantener actualizada la información, se deben campañas regionales cada 2 años. Esto se realiza en dos Regiones por año, obteniéndose cada 5 años una nueva "imagen" de la situación Forestal en el país.

El proyecto Incendios Forestales es posible mediante el estudio de imágenes satelitales y debe ser ajustado por sensores instalados en terreno, por lo que la información puede ser visualizada a medida que se actualizan las imágenes satelitales NDVI (cada 15 días). La frecuencia de actualización depende de los convenios suscritos con las fuentes de imágenes. Actualmente, INFOR se encuentra trabajando en coordinación con la Universidad de Concepción, quien realiza los ajustes atmosféricos y territoriales pertinentes para INFOR.

#### 2.5.3. COBERTURA

---

**Incendios Forestales:** En la V Región de Valparaíso, el proyecto se encuentra detenido. La validación realizada en la V región es extrapolable a las regiones VI, RM gracias a la similitud de las condiciones ambientales.

**Existencias Forestales:** En la web [www.aldeaforestal.cl](http://www.aldeaforestal.cl) se publica información regional en formato de informes (PDF) para las regiones VII del Maule, VIII del Bio-Bio, IX de la Araucanía, XIV de los Ríos, X de los Lagos y XI de Aysén.

#### 2.5.4. COMENTARIOS GENERALES

---

INFOR tiene la capacidad de actualizar los mapas de riesgo de incendios forestales que fueron desarrollados para la V región y extrapolarlos a las regiones RM y VI. Esto gracias a que dichas regiones son similares en cuanto a las condiciones ambientales más importantes que afectan a la actividad. El escenario cambia al momento de pensar en la implementación de este modelo de cálculo de índices a nivel nacional, puesto que es necesario validar cada tema con la zona respectiva y para ello se deben realizar campañas en terreno y evaluar durante 2 veranos como máximo las nuevas áreas. Estas campañas son fundamentales para el ajuste entre lo calculado en las imágenes NDVI y los sensores en terreno.

La institución cuenta con gran experiencia en el uso de tecnologías GIS y en servidores de mapas, podría ser de gran utilidad como *programador* de los mapas que han de ser publicados en alguno de los servidores de ODEPA. Cuenta además con servidores y el software necesario para la publicación de la información que posee.

En el sitio web: [www.laaldeaforestal.cl](http://www.laaldeaforestal.cl), sección Mapa Forestal se puede encontrar un ejemplo de lo anterior, se ha publicado un mapa con información de plantaciones y de bosques nativos con el objetivo de hacer un seguimiento.



## 2.6. DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE (DMC)

La Dirección Meteorológica de Chile dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil, es el organismo responsable del quehacer meteorológico en el país, y cuyo propósito es satisfacer las necesidades de información y previsión meteorológica de todas las actividades nacionales. ([www.meteochile.cl](http://www.meteochile.cl))

La misión de la DMC es proporcionar pronósticos, avisos e información de tiempo y clima para fines aeronáuticos y de otras actividades; realizar estudios e investigación en todas sus aplicaciones; administrar y preservar toda la información meteorológica nacional; con el objetivo de mitigar daños por fenómenos atmosféricos, contribuyendo a proteger las personas, sus bienes y aportar al desarrollo socio-económico del país, en un marco de eficiencia, eficacia y de acuerdo a estándares de calidad. ([www.meteochile.cl](http://www.meteochile.cl))

### 2.6.1. TIPO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

Como es natural, existen una serie de productos y/o boletines que pueden ser consultados. Una síntesis de estos productos se presenta a continuación:

- Perspectiva agrometeorológica semanal y tendencia
- Boletines Agrometeorológicos (Semanal, Decadal mensual, Horas frío entre otros índices)
- Pronóstico Agrometeorológico para la Región Metropolitana, para fin de semana y festivo
- Mapas de Riesgo Agroclimático
- Mapas de Temperatura Zona Central
- Pronóstico Climático Experimental - Región Valparaíso
- Boletín Semanal de Horas de Frío
- Boletín de tendencias climáticas
- Informe de Precipitaciones
- Informe de Temperaturas

### 2.6.2. ESCALA Y FRECUENCIA

Cada boletín se desarrolla a nivel nacional, e incluye el periodo de tiempo está determinado por la disponibilidad de los datos. En general se entregan mensualmente.

### 2.6.3. COBERTURA

Las estaciones con las que se realizan los informes meteorológicos y pronósticos son aquellas que cuentan con alrededor de 50 años continuos de funcionamiento, lo que coincide con las principales ciudades del país.

Las estaciones utilizadas, por tanto, la cobertura de los pronóstico difiere según el parámetro que se estudia, en caso de las precipitaciones se utilizan las siguientes estaciones: Visviri, Chucuyo, Copiapó, La Serena, Valparaíso, Santiago, Curicó, Chillán, Concepción, Temuco, Valdivia, Osorno, Pto. Montt, Coyhaique, Chile Chico y Punta Arenas.

Esta es una de las piezas claves de información que debiesen estar disponibles para todos los usuarios y ser comunicados eficazmente de gobierno. La planificación y gestión del riesgo depende de información oficial de monitoreo y de pronóstico estacional si es que se quiere efectivamente migrar desde la acción reactiva a la proactiva. El usuario incluye a las instituciones de gobierno (UNEA, CREA, SEREMI, MUNICIPALIDADES; INIA; INDAP) centros de investigación (UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION) y actores productivos (EMPRESAS AGRICOLAS Y DE INSUMOS y AGRICULTORES)

### 2.6.4. COMENTARIOS GENERALES

Un rol fundamental de la DMC es el mantenimiento del sistema de monitoreo y registro de variables climáticas. Su banco de datos es importante para efectos de establecer pronósticos estacionales y entender el comportamiento de los cultivos en función de la variabilidad climática.

Un aspecto interesante y que es muy relevante para la articulación de un sistema de información para la gestión del riesgo climático es la evolución que han tenido los pronósticos climáticos estacionales. La DMC

*“Apoyo al Diseño y Establecimiento de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático” (MINAGRI-FAO)*

realizan estos análisis hace 3 años, utilizando las estaciones con la mayor continuidad de datos, lo que corresponde a una estación en cada ciudad de la región. La serie de tiempo corresponde a los datos observados desde 1970 a la fecha. Puesto que dichas estaciones son convencionales, se requiere de un observador meteorológico que envíe los datos a la oficina de Explotación, donde son validados los datos y se les practican procedimientos de control de calidad.

El proceso completo de generación de pronósticos estacionales puede tardar hasta 5 días como máximo, luego hay un día completo para procesar los datos y generación de los gráficos. Los datos recibidos son analizados con el software libre, Climatic Preditability Tool (CPT) que permite realizar análisis estadísticos y de correlación canónica. El informe final se entrega el décimo día de cada mes.

El panorama de un sistema integrado de información se ve complejo al tener una institución que aun tiene en sus procesos habituales recopilación manual de datos, una reestructuración del almacenamiento de los datos es necesaria para que exista colaboración a otras instituciones.

Sobre el usuario de la información cabe destacar la complejidad del lenguaje utilizando en los pronósticos, la información incluida en los informes requiere, para su comprensión un alto nivel de especialización, por tanto que la distribución de estos informes mensuales no está dirigido a la población general, sino a técnicos que transfieran la información a productores menos preparados.

## 2.7. OTRAS INSTITUCIONES RELEVANTES Y POSIBLE ROL QUE DEBIERAN CUMPLIR EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGO AGROCLIMÁTICO.

### 2.7.1. OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA)

ODEPA, según señala el Artículo 2° de dicha Ley, tendrá por objeto proporcionar información regional, nacional e internacional para que los distintos agentes involucrados en la actividad silvoagropecuaria adopten sus decisiones ([www.odepa.cl](http://www.odepa.cl))

### 2.7.2. INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP)

El instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario ha definido en su misión promover condiciones, generar capacidades y apoyar con acciones de fomento, el desarrollo productivo sustentable de la agricultura familiar campesina y de sus organizaciones. ([www.indap.cl](http://www.indap.cl))

Siguiendo esta línea de acción la institución es una de las que tiene mayor apoyo técnico en terreno a los productores y puede cumplir un rol fundamental en la difusión de información como pronósticos estacionales, tendencias meteorológicas e incluso acciones de mitigación frente a eventos climáticos extremos. Para lograr lo anterior INDAP cuenta con más de 900 técnicos de INDAP y este número puede llegar a 1400 considerando los agentes externos que prestan servicios. El rol que cumplen en la actualidad permite que se puedan ajustar los modelos e informes meteorológicos. Esto es posible si la implementación de un sistema de información de gestión de riesgo agroclimático, considera la posibilidad de rescatar información de terreno, enviada por los técnicos, con tal de ajustar los modelos predictivos, rendimiento de cultivos y de vulnerabilidad.

INDAP cuenta además con la información georeferenciada que considera información socioeconómica de los agricultores con quienes trabajan, esto sería interesante para poder captar el grado de vulnerabilidad de una zona respecto a los eventos climáticos.

### 2.7.3. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)

Organismo del Estado encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente; y proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica, ambas con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas. ([www.dga.cl](http://www.dga.cl))

En la actualidad la Dirección General de Aguas aporta fundamentalmente la información de estado de los embalses a nivel nacional, esta información, en la actualidad incorporada en los informes meteorológicos

*“Apoyo al Diseño y Establecimiento de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático” (MINAGRI-FAO)*

mensuales que elabora INIA y que se publican en la web [www.aclimat.cl](http://www.aclimat.cl). Además información sobre caudales y las estaciones son entregadas a CNR mediante convenios de colaboración.

Estos dos factores permitirían pensar que el uso de la información que elabora DGA sea indirecto, es decir, mediante el proceso previo por instituciones como INIA y CNR y dejando fuera de un modelo integrado a DGA, a menos que posea una base de datos que posibilite conectar directamente los datos a un servidor central. Esta estructura de los datos se desconoce, pero podría ser una mejora relevante para así disminuir la cantidad de personas que deben procesar los datos previamente a la publicación.

#### 2.7.4. COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

La Comisión Nacional de Riego (CNR) tiene como objetivo institucional contribuir a la formulación de la política de riego nacional, mejorar la eficiencia del riego a través de proyectos de desarrollo y transformación productiva, focalizar los esfuerzos hacia el desarrollo de regiones extremas del país y grupos de productores en situación vulnerable, fomentar la inversión privada en obras de riego mediante la optimización de inversiones y asignación de subsidios en riego y drenaje ([www.cnr.cl](http://www.cnr.cl))

el marco de los objetivos propuestos por la institución, se ha desarrollado una plataforma de información integral de riego, denominado ESIR, el cual está basado en un servidor de mapas que contiene información relevante a las asociaciones de canalistas y estado de los embalses del país.

La información publicada en este sistema proviene de instituciones como la Dirección General de Aguas, que mediante un acuerdo de colaboración con CNR han compartido los datos de sus estaciones. La información publicada corresponde a recopilaciones de otras instituciones y no son de elaboración propia, por consiguiente, dicha información podría ser aportada por la institución que elabora la información.

#### 2.7.5. UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Las Universidades y Centros de Investigación pueden cumplir un rol importante en el desarrollo de protocolos, estudios especializados y adaptaciones metodológicas que permitan un mejor uso de la información climática para la gestión del riesgo.

La caracterización de impactos de la variabilidad climática, la simulación estocástica y el desarrollo de modelos de crecimiento de cultivos, el diseño de estrategias de adaptación y el manejo general de la incertidumbre y riesgo son áreas en las que se necesita de constante innovación y, por lo tanto, se debe contar con el concurso de instituciones de investigación avanzadas.

Actualmente ellos cuentan con algún tipo de información como mapas agroclimáticos (ej. Centro Agrimed de la Universidad de Chile) o el mapa actualizado de la sequía (CAZALAC) que es de gran utilidad en la planificación y en la priorización de riesgos. También hay proyectos de gran interés como el manejo de redes meteorológicas (CEAZA) y la investigación en gestión del riesgo agroclimático (Centro de Cambio Global UC).

## 2.8. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

### 2.8.1. ARGENTINA

La Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) tiene como objetivo general coordinar y potenciar el accionar de dependencias y organismos descentralizados de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), en todas aquellas cuestiones relacionadas con los riesgos productivos, comerciales y financieros del sector agrícola (<http://www.ora.gov.ar/>).

En la web de ORA de Argentina se pueden encontrar una serie de productos que han sido desarrollados con el fin de gestionar el riesgo agroclimático, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

#### INFORMACIÓN DISPONIBLE:

Zonificación de Áreas Homogéneas de Capacidad de Producción  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_zonas\\_web.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_zonas_web.asp)

“Apoyo al Diseño y Establecimiento de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático” (MINAGRI-FAO)

Estadística agro-climática decadal interactiva  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_decadial.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_decadial.asp)

Riesgo de déficit y excesos hídricos por cultivo  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_riesgo\\_def\\_exc\\_hid2.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_riesgo_def_exc_hid2.asp)

Riesgo de sequía mediante el uso de imágenes NOAA-AVHRR  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_noaa-avhrr.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_noaa-avhrr.asp)

Riesgo de inundación y anegamiento  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_landsatweb.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_landsatweb.asp)

Fenología de los cultivos y períodos críticos  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_fenologia.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_fenologia.asp)

Impacto del déficit hídrico sobre los rendimientos  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_magrin\\_web.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_magrin_web.asp)

Impacto de El Niño y La Niña sobre la precipitación y los rendimientos de los cultivos  
[http://www.ora.gov.ar/climatico\\_i\\_enos\\_web\\_res.asp](http://www.ora.gov.ar/climatico_i_enos_web_res.asp)

Los mapas han sido elaborados por grandes áreas productivas, comenzando por la de mayor concentración de actividad del sector agropecuario y del mercado de seguros, siendo ésta la zona núcleo sojera de la región pampeana. Actualmente se encuentra disponible información para la región norte y noroeste de Buenos Aires, centro-sur de Santa Fe y Sudeste de Córdoba.

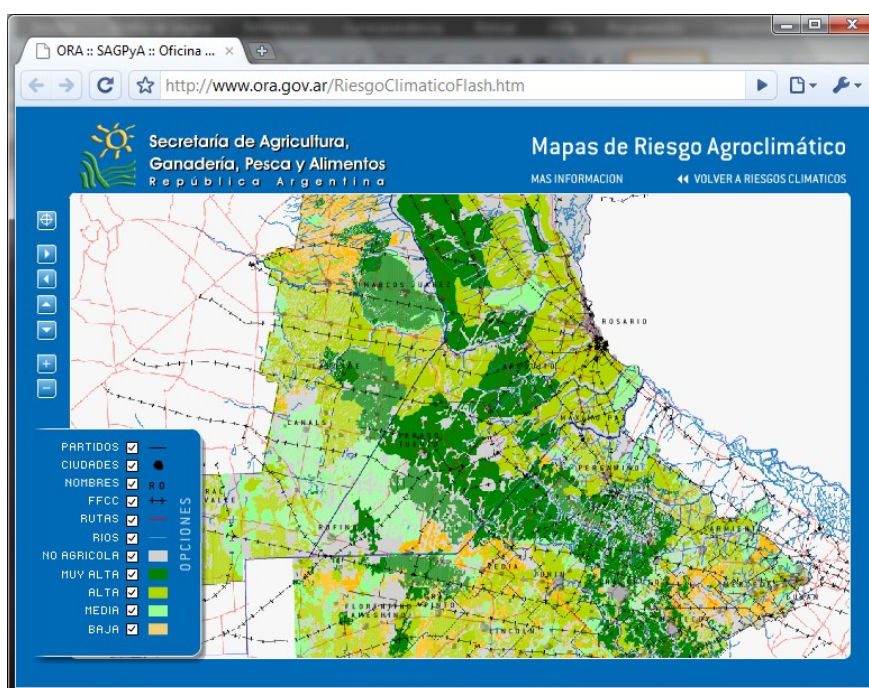
Los mapas de la región Noreste del país se encuentran en desarrollo.

#### COMENTARIOS GENERALES

---

Se publica información de mercado y seguros, los riesgos que existen en cada sector, además se realiza monitoreo de las condiciones climáticas, información que es publicada en mapas semanales en la Oficina de Riesgo Agroclimático.

## EJEMPLO DE PRODUCTO



**Figura 1 Ejemplo de Mapa de Zona Homogenea de Capacidad Agrícola, Zona Pampeana. Argentina.**

## 2.8.2. BRASIL

El *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento* (MAPA) de Brasil, cuenta con una Red Nacional Agroclimática (*Rede Nacional de Agrometeorologia*) que es una sociedad multi-institucional descentralizada y que sólo existe en internet y las principales fuentes de información de pronósticos meteorológicos y climáticos son: *Instituto Nacional de Meteorologia* (INMET), *Sistema de Monitoreo Agrícola* (AGRITEMPO), *Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos* (CPTEC), *Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais* (MASTER) ([www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)).

## INFORMACIÓN DISPONIBLE

URL INMET: <http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>

Entre los productos del INMET relacionados con la Agroclimatología se pueden encontrar:

- Balance Hídrico.
- Balance Hídrico por Cultivo.
- Balance Hídrico Secuencial.
- Boletín Agrometeorológico.
- Estimación de Productividad.
- Riesgo Climático de Plagas y Enfermedades.

Es interesante destacar como en este portal de información para la gestión del riesgo también se puede encontrar parámetros relevantes para el sector pecuario, entre ellos se pueden mencionar,

- Índice de Confort térmico.
- Pérdida de producción de Leche.

URL AGRITEMPO: <http://www.agritempo.gov.br/index.php>

En la página de AGRITEMPO se pueden encontrar mapas de monitoreo con los siguientes productos:

- Sequía.
- Sequía Agrícola.
- Agua Disponible en el Suelo.

- Necesidad de Reposición por Lluvia.
- Precipitación Acumulada.
- Evapotranspiración.
- Temperatura Media.
- Temperatura Mínima y Máxima Media.
- Temperatura Mínima y Máxima Absoluta.

Como Mapas de pronóstico se encuentran disponibles los siguientes productos:

- Tratamiento Fitosanitario.
- Necesidad de Irrigación.
- Condiciones para Manejo de Suelo.
- Condiciones para Cosecha.
- Temperatura Mínima Hoy, 24 , 48, 72 y 96 horas.
- Temperatura Máxima Hoy, 24 , 48, 72 y 96 horas.
- Precipitación Hoy, 24, 48, 72 y 96 horas.

#### COBERTURA

---

Los datos se encuentran disponibles a nivel nacional, se seleccionan los municipios de interés en cada uno de los productos deseados.

#### COMENTARIOS GENERALES

---

Es importante destacar que la RNA de Brasil, cumple con el objetivo de informar y realizar un monitoreo de las condiciones meteorológicas, pero no cuenta con mapas asociados al riesgo de eventos climáticos, sin embargo muchos de los productos publicados permiten desarrollar estrategias en los diferentes procesos productivos. Además cuentan con planes de adaptación a condiciones de cambio climático para los principales cultivos del país.

## EJEMPLO DE PRODUCTOS

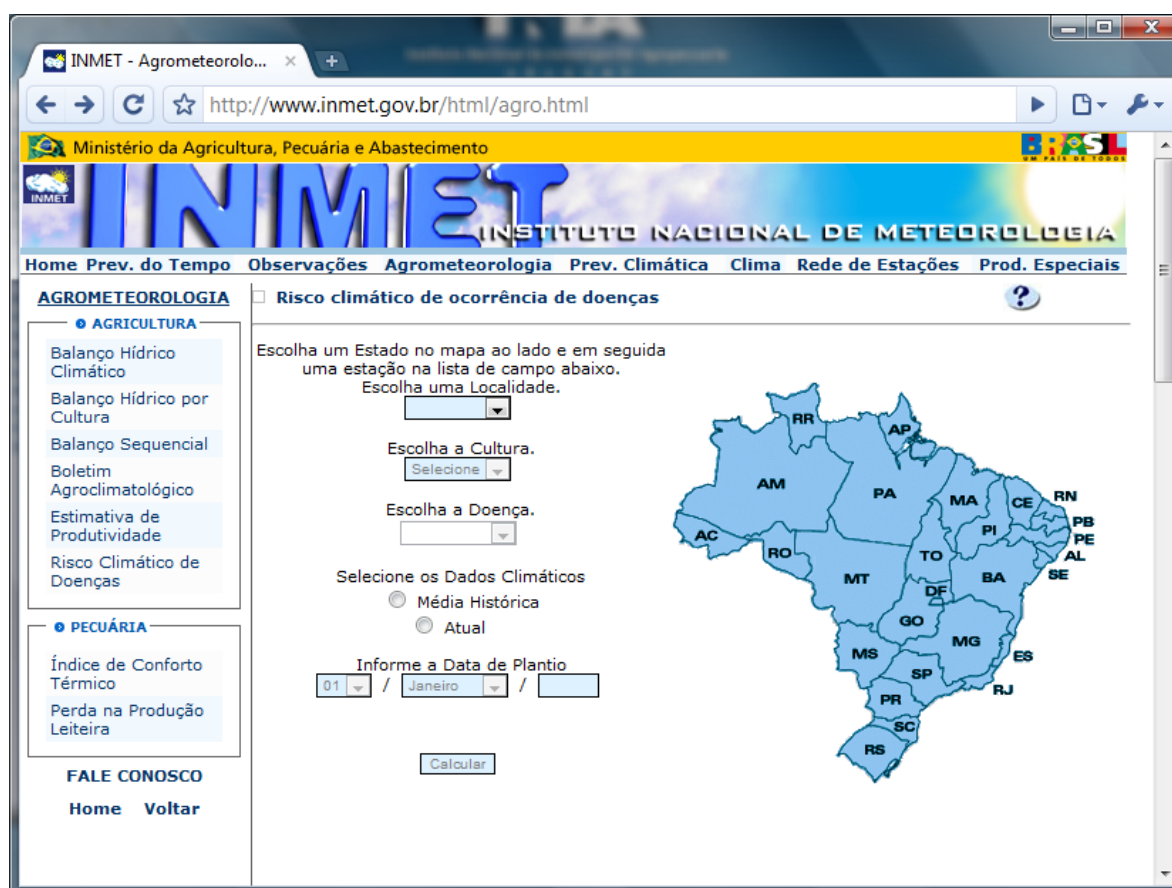


Figura 2 Ejemplo Mapas de Riesgo de Ocurrencia de Heladas en Brasil

## 2.8.3. URUGUAY

La Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS), con la colaboración del Instituto Internacional de Investigación del Clima y Sociedad (IRI) de la Universidad de Columbia y en acciones conjuntas con varias instituciones nacionales, regionales e internacionales, ha venido desde sus inicios, creada formalmente el año 2003 y tomando carácter nacional el año 2006, ejecutando acciones y proyectos a fines de determinar cambios del clima en Uruguay, evaluar posibles impactos en la producción agropecuaria e identificar medidas de respuesta y adaptación a los mismos. El desarrollo de Sistema de Información y Soporte para la Toma de Decisiones (SISTD), enfocado principalmente a la prevención y manejo de riesgos en la producción agropecuaria, en particular asociados al clima han sido el foco principal de la unidad ([www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy))

La información disponible se clasifica en cuatro grandes áreas: Clima, Cambio Climático, Sistemas Información, y Teledetección y Monitoreo Agroclimático

## CLIMA

- Estaciones agroclimáticas INIA.
- Nivel Nacional.
- Pronósticos Meteorológicos y Estado del Tiempo.
- Información Satelital.
- Perspectivas Climáticas Trimestrales.
- Heladas Meteorológicas.

## MONITOREO AGROCLIMÁTICO

- Informes Agroclimáticos.
- Monitoreo de la Vegetación (NDVI).
- Balance Hídrico Nacional.

“Apoyo al Diseño y Establecimiento de un Modelo de Gestión del Riesgo Agroclimático” (MINAGRI-FAO)



- Registro de Lluvias Diarias.
- Precipitación Nacional: mapas y gráficas.
- Estado del Tiempo.
- Pronóstico Meteorológico a Corto Plazo.
- Perspectivas Climáticas Trimestrales.
- Previsión de Heladas.
- Pronóstico de contenido de de oxinivalenol (DON) en Trigo para el Uruguay.

## CAMBIO CLIMÁTICO

Existe información disponible a diversos proyectos y publicaciones asociados al Cambio Climático, planes de adaptación, evaluación de impacto en distintas áreas del sector. Ésta sección un centro de documentación.

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y TELEDETECCIÓN

- Sistemas de información geográfica.
- Imágenes de satélites.
- Sistema Personalizado de Estimación de Agua en el Suelo.

## COMENTARIOS GENERALES

El portal que pertenece a Uruguay es un excelente ejemplo de diversos productos desarrollados en base a la interacción de diversas instituciones, existe además contenido que ha sido elaborado por Brasil, como la predicción de heladas.

## EJEMPLO PRODUCTOS

The screenshot shows the GRAS portal on the website of the Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) of Uruguay. The page features a navigation menu on the left with categories like 'Estaciones Experimentales', 'Investigación', and 'Publicaciones INIA'. The main content area is titled 'GRAS' and includes a grid of service tiles such as 'Monitoreo Agro-climático', 'Clima', 'Sistemas de Información', 'Cambio Climático', and 'Proyectos'. Below this grid, there are several smaller tiles for specific services: 'Monitoreo de la Vegetación', 'Balance Hídrico', 'Precipitación Nacional', 'Informe Agroclimático', 'Registros Lluvias Diarias', 'Previsión Heladas', 'Pronóstico Meteorológico', 'Perspectivas Climáticas', 'Estaciones Agroclimáticas', 'Información Satelital', 'SIMERPA Apoyo a la Gestión de Riesgos en la Producción', and 'Pronóstico de DON en Trigo'. At the bottom, there is a contact information section with an email address and a link to the terms of use.

Figura 3 Muestra de Productos disponibles portal GRAS, URUGUAY



#### 2.8.4. AUSTRALIA

La gestión del Riesgo Agroclimático en Australia recae en Primary Industries and Resources SA (PIRSA), organismo que distribuye información relevante al tema mediante una serie de reportes publicados en su portal web: [http://www.pir.sa.gov.au/pirsa/drought/climate\\_risk\\_management](http://www.pir.sa.gov.au/pirsa/drought/climate_risk_management)

Australia además cuenta con un programa especialmente dedicado a la publicación de artículos de difusión que guían al agricultor a enfrentar la variabilidad climática. Los documentos presentan información por rubro y se redactan dos veces al año con las estrategias ante los eventos climáticos<sup>2</sup>.

#### 2.8.5. REGIÓN DE LATINOAMÉRICA Y CARIBE

El Sistema Regional de Visualización y Monitoreo (SERVIR [www.servir.net](http://www.servir.net)) integra observaciones de la tierra y modelos de pronóstico con datos y conocimiento del terreno, para una toma de decisiones oportuna para el beneficio de la sociedad.

La primera instalación operacional regional de SERVIR – para la región de Latinoamérica y el Caribe - fue establecida en 2005 a través de un esfuerzo de la NASA, USAID, el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), la Comisión Centroamericana para el Ambiente y el Desarrollo (CCAD), y otros colaboradores, en respuesta a los gobiernos de Centroamérica, como una solución innovadora para utilizar información satelital para el desarrollo. La segunda instalación operacional de SERVIR -para el Este de África- fue inaugurada en el 2008 en el Centro Regional para el Mapeo de Recursos para el Desarrollo (RCMRD, por sus siglas en Inglés) en Nairobi, Kenya.

SERVIR-VIZ es una versión personalizada de la herramienta gratuita de NASA conocida como World Wind, la cual es de código abierto, habilitada para internet para la exploración en 3-D. SERVIR-VIZ fue desarrollado en un esfuerzo conjunto con el The Institute for the Application of Geospatial Technology (IAGT [www.iagt.org/](http://www.iagt.org/)). SERVIR-VIZ permite a los usuarios emplear herramientas personalizadas y visualizar capas remotas de datos, mapas, imágenes de satélites en tiempo semi-real y otros productos relevantes a la región mesoamericana, en un ambiente interactivo y tridimensional. SERVIR-VIZ es completamente compatible con NASA World Wind y puede ser utilizado en conjunto con los numerosos conectores y adiciones disponibles en WorldWind Central (página web [http://www.servir.net/servir\\_viz](http://www.servir.net/servir_viz))

#### PRODUCTOS SERVIR

Catálogo de datos:

[http://www.servir.net/catalogo\\_de\\_datos\\_de\\_servir](http://www.servir.net/catalogo_de_datos_de_servir)

Inundaciones / Deslizamientos en Salvador:

[http://www.servir.net/disasters\\_el\\_salvador\\_nov-2009](http://www.servir.net/disasters_el_salvador_nov-2009)

Análisis de inundaciones:

[http://www.servir.net/inundaciones\\_en\\_uruguay\\_-\\_noviembre\\_2009](http://www.servir.net/inundaciones_en_uruguay_-_noviembre_2009)

Incendios en Colombia:

[http://www.servir.net/incendios\\_colombia](http://www.servir.net/incendios_colombia)

Pronósticos a corto plazo en meso América (MM5)

[http://www.servir.net/mm5\\_mesoamerica](http://www.servir.net/mm5_mesoamerica)

#### COMENTARIOS GENERALES

SERVIR presenta la información en dos interfaces diferentes, ambas relacionadas a bases de datos georeferenciadas y con servidores de mapas. En la web directamente es posible observar capas de Mesoamérica con distintos índices en 2D, por el contrario, en la aplicación SERVIZ 2.1 descargable se encuentran mayores funciones orientadas a mejorar la visualización de la información respecto al territorio principalmente por la capacidad de manejar perspectivas, agregar capas y crear animaciones con series de tiempo seleccionadas.

<sup>2</sup> <http://www.managingclimate.gov.au/>

## EJEMPLO DE PRODUCTOS

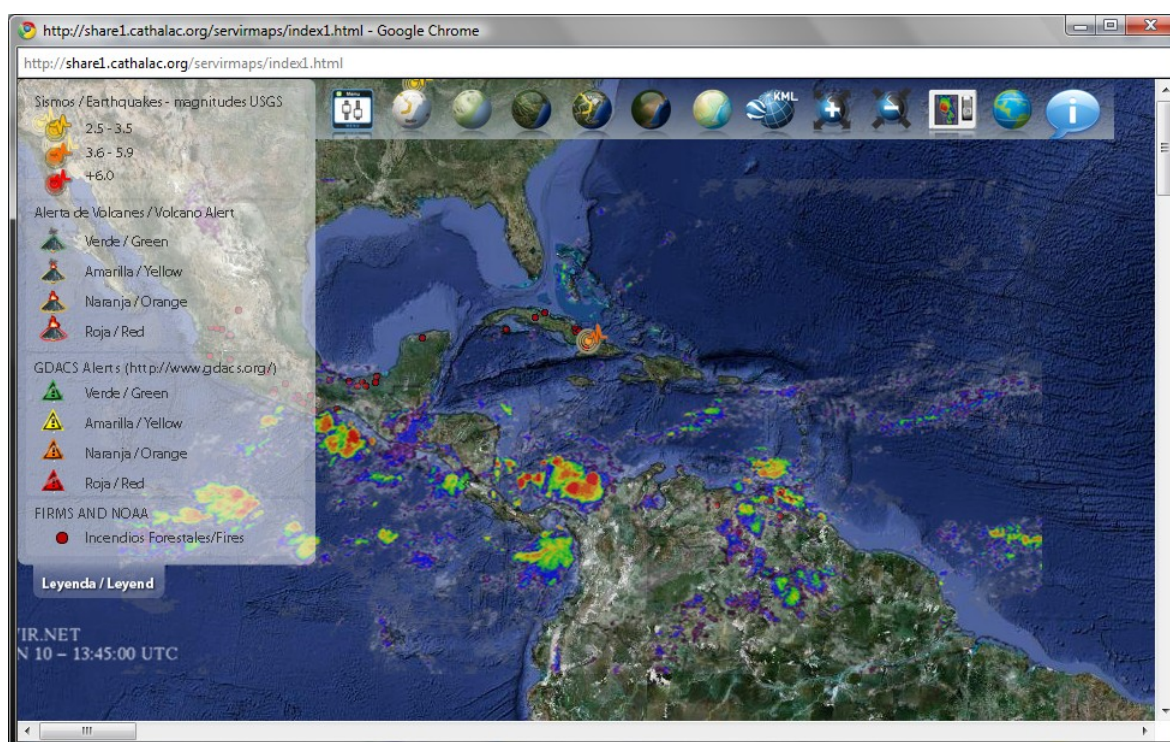


Figura 4 Ejemplo Visualización mapas SERVIR 2D

#### 2.8.6. CIIFEN

En base a una alianza entre 3 patrocinadores: Gobierno de Ecuador, la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Estrategia internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) se realizaron misiones de evaluación y reuniones regionales gracias al apoyo de organismos internacionales. Las resoluciones adoptadas y los posteriores análisis entre los tres auspiciantes del CIIFEN permitieron el establecimiento del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) en Enero 2003 en la ciudad de Guayaquil, con la participación de más de 100 expertos, representantes de 33 países alrededor del mundo y 19 organismos internacionales ([www.ciifen-int.org](http://www.ciifen-int.org))

Una de las áreas de trabajo que realiza CIIFEN está asociada al riesgo climático en la región. Para desarrollar Mapas de Riesgo Agroclimático en la Región, se contó con la participación de 6 países: Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela.

Chile se encuentra representado por la V Región de Valparaíso, y entre los productos disponibles se encuentra:

- Pisos Agroclimáticos.
- Mapa de Áreas Protegidas.
- Riesgo por Inundación Cultivo de Cítricos Trimestre Junio, Julio y Agosto de 2008.
- Riesgo por Inundación Palco Trimestre Junio, Julio y Agosto de 2008.
- Cobertura Vegetal.
- Cultivo de Cítricos por Pisos Climáticos.
- Pisos Climáticos Normales.
- Uso General del Suelo.

Cada país que colaboró en esta experiencia internacional ha desarrollado productos ajustados a su realidad. Se debe considerar este proyecto como un piloto de protocolos de cooperación internacional más que una fuente directa de información. Esto principalmente a la actualización de los datos publicados.

## EJEMPLO DE PRODUCTO:

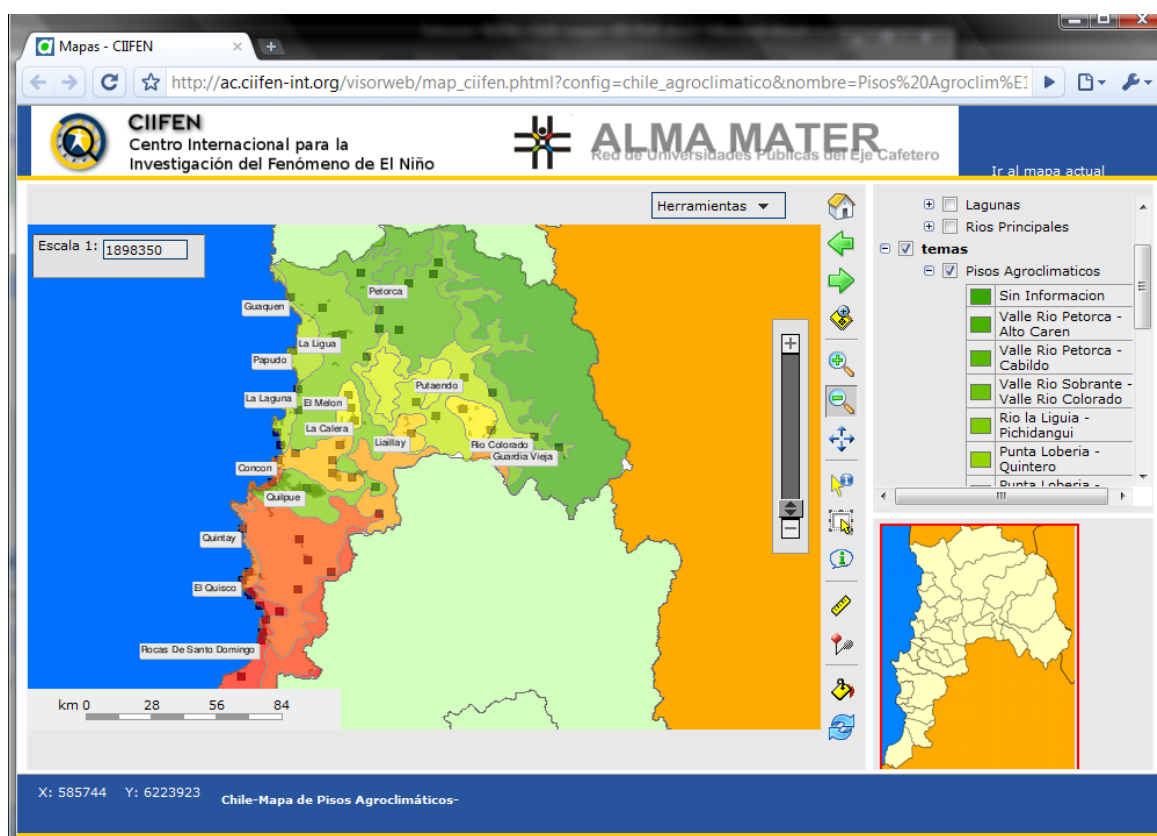


Figura 5 Ejemplo Mapa de Pisos Agroclimáticos, V Región de Valparaíso. Chile. Proyecto CIIFEN.

### 3. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

La hipótesis básica que se formula es que el desarrollo de herramientas y metodologías para la predicción del clima tiene el potencial de mejorar la adaptación de comunidades rurales y de productores silvoagropecuarios a la variabilidad climática, construyendo la capacidad de lidiar con condiciones climáticas adversas y de aprovechar condiciones favorables. En este sentido, la capacidad de predecir el clima debe ser vista como una oportunidad para manejar el riesgo y aprovechar oportunidades inducidas por la variabilidad climática. El manejo del riesgo es definido como aplicación de políticas, procedimientos y prácticas de manejo en forma sistemática a las tareas de identificar, analizar, evaluar, tratar y monitorear el riesgo (Malcolm, 1992).

A fin de dar respuesta a la necesidad de generar información para la gestión del riesgo agroclimático, las instituciones participantes han combinado capacidades y desarrollado un modelo de cooperación y de integración de información denominado Sistema Público-Privado de Información para la Gestión del Riesgo Agroclimático y Silvícola (SPPIRAS) que pretende generar acciones en tres niveles:

- Conformar un sistema público privado para la toma de decisiones.
- Desarrollar un sistema de monitoreo de los principales eventos meteorológicos identificados considerados como “emergencias silvoagropecuarias”.
- Establecer una plataforma de educación tendiente a adoptar medidas de prevención, a partir de la información aportada.

El objetivo de ella es lograr que la información fluya, tanto vertical como horizontalmente, y que se establezcan relaciones entre los servicios y centros. En enfoque está basado en la transacción de insumos y productos tendientes al análisis y toma de decisiones, concentrando los datos en instituciones u organismos con la capacidad de responder la demanda de información. Esta representa una fuente para los organismos que deban interpretar los datos y emitir juicios o gestionar acciones. Se busca establecer una dinámica y una relación estable en el flujo de la información, determinando los alcances para de cada actor, de modo de evitar la duplicidad en las funciones y lograr que se cumplan los objetivos centrales de políticas públicas.

## 4. DESARROLLO DE SUB PROCESOS

### 4.1. ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DEL MODELO SPPIRA EN RELACIÓN A LOS FLUJOS DE INFORMACIÓN

La Figura 6 muestra el diagrama de flujo y de articulación del modelo de asociación SPPIRAS (Sistema Público-Privado de Información para la Gestión del Riesgo Agroclimático y Silvícola). En este esquema se pueden ver tres grandes áreas de provisión de información y de procesamiento de datos que coinciden con tres instituciones fundamentales. En el tercio superior derecho, destacado en color amarillo, se ubica el nodo de procesamiento y generación de información climática estacional cuya institución más relevante es la Dirección Meteorológica de Chile (DMC; Figura 6)

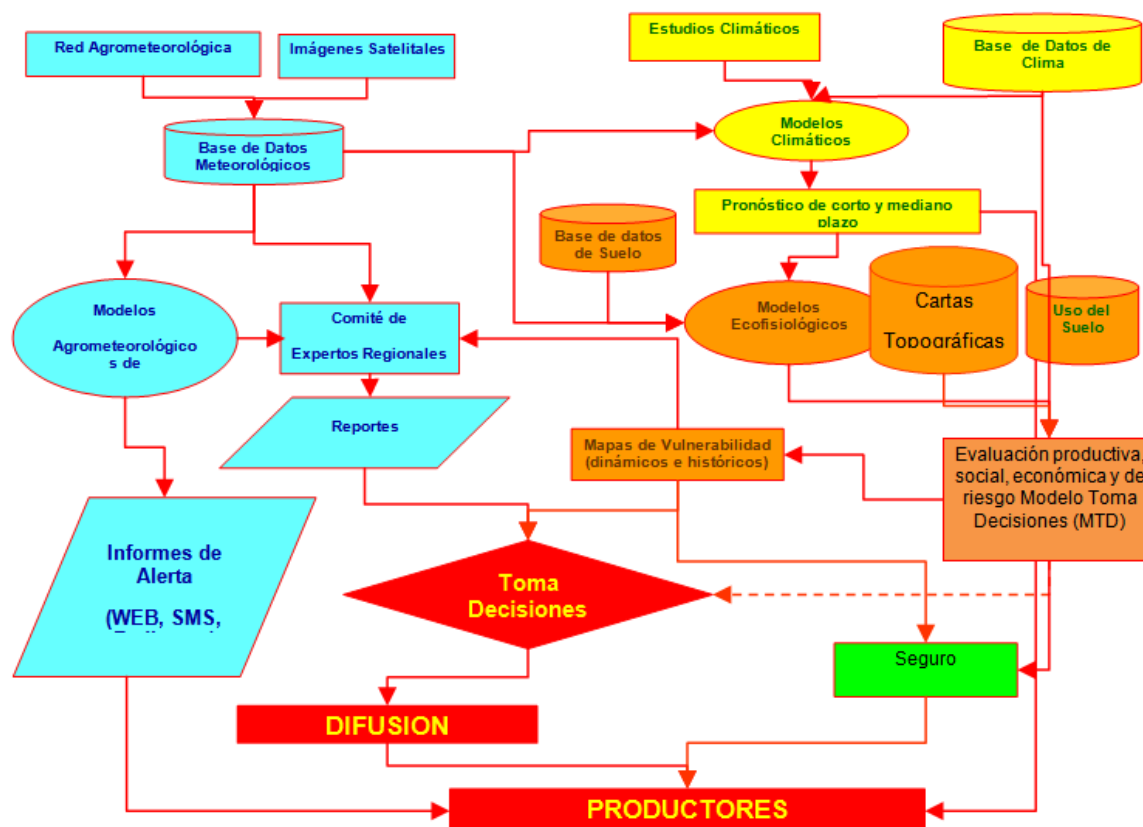


Figura 6. Diagrama del Modelo SPPIRA

En el margen derecho se distingue, en color celeste, un nodo de integración de información edafoclimática con agrometeorología, cuya institución responsable fundamentalmente es INIA. En este destaca la posibilidad de hacer llegar la información ambiental actual a los agricultores y técnicos por la vía de reportes climáticos, imágenes satelitales y la asesoría de expertos.

Finalmente, en la zona central de este esquema (Figura 6) destaca, en color anaranjado, la emergencia de un nodo cuya finalidad mayor es la integración de capas de información y la traducción de los impactos de la variabilidad climática en aspectos relevantes para los sistemas agrícolas. Este nodo tiene por objeto entregar parámetros cuantitativos de la vulnerabilidad y ayudar a la interpretación de la severidad de la variabilidad climática y/o eventos extremos en la productividad agrícola. Su institución responsable es CIREN.

El esquema de trabajo presenta indiscutibles fortalezas tales como:

- Permite la integración de instituciones por competencias. Cada una de las instituciones aporta según sus capacidades. Se evita la duplicidad y se logra que la información fluya desde el centro generador de mayor capacidad al usuario con demanda específica (institucional o final).

- Se establece un mínimo de flujos paralelos de información, representados por los nodos de simulación y agroclimático. Aunque no aparece claramente indicado aquí, es evidente que la información de pronóstico estacional puede llegar directamente a los usuarios institucionales y finales.
- Combinación de fuentes de información. La información ambiental está sujeta a errores y presenta niveles de imprecisión que no son despreciables. El hecho de combinar distintas fuentes de información (condiciones observadas en terreno, satélites, pronósticos y modelos) hace que los problemas asociados a una interpretación incorrecta se minimicen.
- Por último es destacable el que el SPPIRA haya establecido niveles de conexión con distintos tipos de usuarios, tales como Seguro Agrícola, Profesionales y Técnicos, organizaciones de difusión y productores. Persiste la interrogante de si estos puntos de conexión llevan asociados distintos tipos de información o si se trata de un producto único.

Asimismo existen algunos elementos que deben ser corregidos y/o especificados más claramente para lograr la articulación eficaz de SPPIRA y permitir que cumpla los objetivos para los cuales fue diseñado. Las principales falencias de este modelo de articulación son:

- a) Incorporación efectiva de la Dirección Meteorológica de Chile.

En las entrevistas sostenidas nos ha quedado la impresión de que la DMC tiene un nivel de conocimiento y de involucramiento menor en el proyecto. Si bien en términos prácticos esta institución contribuye con información de pronóstico estacional, es necesario que ella se mantenga en el equipo central de trabajo a fin de interiorizarse en las necesidades específicas de formato y de tiempo de antelación. Por ejemplo, el formato probabilístico de terciles no es útil para alimentar modelos de simulación de cultivos. Por el contrario, se necesita de series de tiempo sintéticas (generadas por procedimientos estadísticos) e históricas con formatos de lectura simples y que permitan hacer operar el sistema con flujos de información simples de modo de facilitar su automatización.

En segundo lugar, la DMC cuenta con el mayor banco de datos históricos que pueden ser de utilidad para el desarrollo de otros productos asociados a la gestión de riesgo agroclimático y que pueden ser establecidos a través de UNEA.

- b) Plataforma de trabajo para la integración y difusión de los sistemas de pronóstico e impactos en los sectores agrícolas.

Actualmente se cuenta con un sitio internet ([www.aclimat.cl](http://www.aclimat.cl)) que tiene un nivel de desarrollo apropiado para la difusión de mapas derivados de imágenes satelitales. No obstante un mayor tráfico y la necesidad de intercambiar bases de datos de mayor envergadura podrían saturar este sistemas y hacerlo poco efectivo para los fines de un sistema de información para la gestión de riesgo climático.

Una segunda dificultad aparece por la disparidad de escalas de trabajo. Algunos mapas derivados de imágenes satelitales tienen todavía un nivel de resolución muy bajo impidiendo su uso a nivel local (escala de predio). Asimismo su información no está directamente integrada en los modelos de simulación sino a través de una forma indirecta de establecer balances hídricos iniciales al momento de ejecutar las corridas de simulación.

- c) Imagen consorciada. Se estima pertinente promover una imagen de trabajo conjunto más que de elementos individuales unidos por una lógica de flujo de información.
- d) Escasez de modelos para dar cuenta de todas los tipos de agrosistemas.

A la fecha sólo se cuentan con algunos modelos de simulación validados. Si bien esta realidad no es un problema del trabajo institucional, constituye una limitación para enfrentar los desafíos de



comunicar impactos de la variabilidad climática sobre los cultivos y permitir la exploración de alternativas para la gestión del riesgo climático.

## 4.2. PROPUESTA DE SISTEMA DE ARTICULACIÓN Y OPERACIÓN

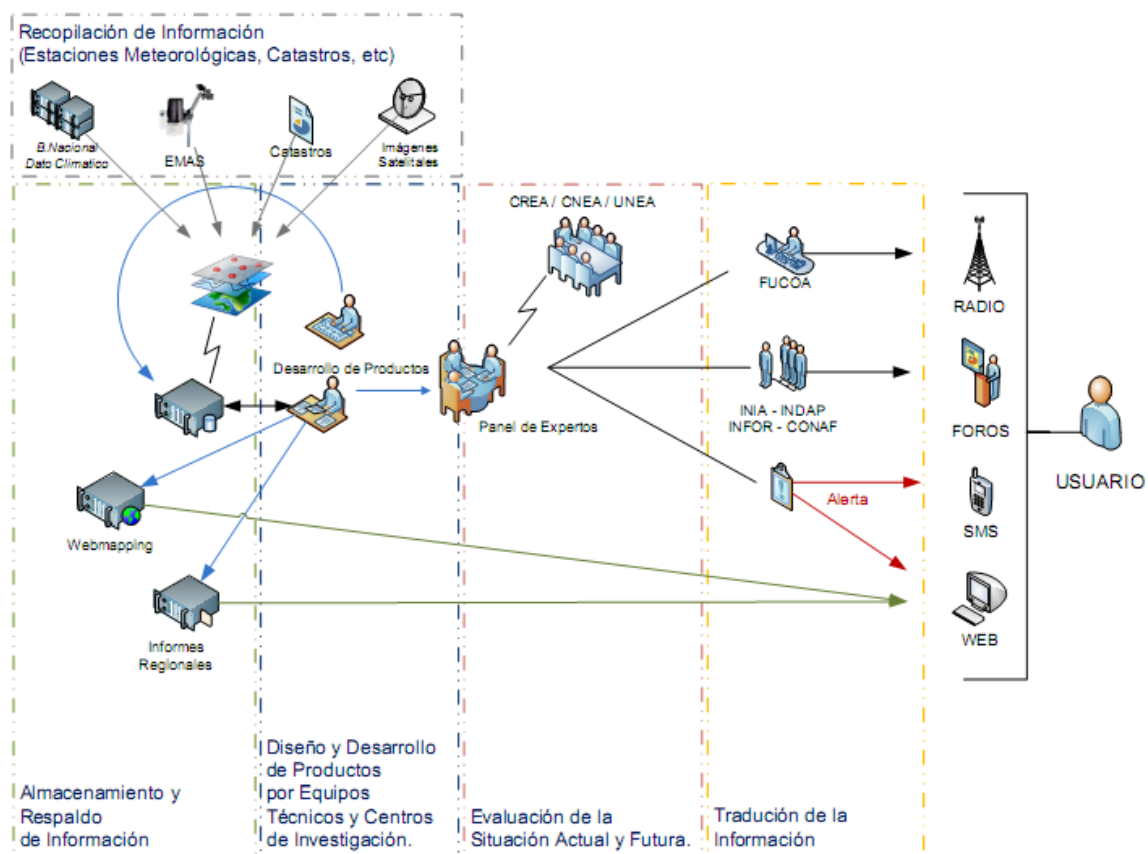


Figura 7 Flujo de información

### 4.2.1. VISIÓN GENERAL DE PROPUESTA DE SISTEMA DE INFORMACIÓN

Como se puede observar en el diagrama (Figura 7), existen cinco nodos que determinan procesos diferentes a realizar con la información, es un proceso secuencial y que requiere de una interacción entre instituciones que colaboren en forma coordinada. Se detalla a continuación las cinco etapas existentes y que se encuentra todas orientadas al usuario. Cada producto tiene un perfil de usuario determinado y en este análisis se hace una revisión general.

#### RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las diversas fuentes de información como lo son las Estaciones Meteorológicas de la Red Agroclima, DMC, Datos Históricos que administra el Banco Nacional del Dato Climático de Chile, Información de catastros de producción, que aportan información de la situación actual, uso de suelo, etc. Deben estar actualizándose adecuadamente al nivel del área de estudio correspondiente, como se ha comentado anteriormente. El formato específico de cada una de estas fuentes de información está fuertemente vinculado con la institución que usara dicha información base.

#### ALMACENAMIENTO Y RESPALDO DE LA INFORMACIÓN

Es el proceso que permite que otras instituciones utilicen información base para la generación de un producto en particular para complementar o profundizar análisis con datos duros y frescos obtenidos desde las distintas fuentes sin necesidad de extraer datos e índices ya calculados de los productos existentes que ha desarrollado otra institución.

El almacenamiento en servidores permite que los productos sean puestos a disposición tanto de los actores del sistema como el usuario final mediante el uso de plataformas web que den acceso restringido a los datos o productos según requerimiento.

#### DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS POR PARTE DE EQUIPOS TÉCNICOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

En este nodo, los Centros de investigación y los actores diseñaran las técnicas adecuadas según el área de estudio que permita analizar y procesar la información. Específicamente los Centros de Investigación cuentan con el objetivo de desarrollar técnicas de análisis para obtener un mayor alcance con los resultados de los productos y mejor análisis posterior.

Los equipos técnicos deberán elaborar y ajustar los modelos desarrollados para el análisis de información a la realidad y poder desarrollar los diversos productos con los cuales se han comprometido.

#### EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA

Los CREAS (Comisión regional de emergencia agrícola), deberán monitorear los productos asociados a su jurisprudencia, para así tomar decisiones respecto a la situación actual o futura según los resultados obtenidos en los productos de las condiciones actuales, históricas y pronósticos. De este modo, prepararse ante eventos con la información disponible. La UNEA tiene un rol durante este proceso de coordinación y de declaración de la emergencia, dar la alerta ante eventos específicos según los resultados de los informes técnicos que se desarrollen en un periodo de tiempo determinado.

#### TRADUCCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Cada producto y los resultados de análisis realizado en UNEA de la situación debe ser traducido al público objetivo, en un lenguaje que permita tomar las decisiones correctas ante los eventos pronosticados y actuales.

Las instituciones que estén relacionadas con el productor o el área de producción en sus distintos niveles toman un rol fundamental en este nodo. Como lo es FUCOA, INDAP, INIA INFOR, CONAF.

Estas instituciones poseen el personal técnico necesario para tomar cada producto y llevarlo a la realidad de cada perfil de usuario.

#### DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

Por último la difusión es el proceso más importante debido a que es éste el que tiene mayor impacto en un sistema de información, que el usuario final de cada producto obtenga la información que requiere en el momento que requiere de forma que pueda entender y tomar decisiones correctas. Para logra esto se requieren de diversos canales de difusión, de acuerdo a las tecnologías con que cuenta el sistema.

#### PROGRAMAS RADIALES

Informar mediante programas de radio en transmisoras locales permite penetrar efectivamente en las zonas productivas.

#### FOROS Y CAPACITACIÓN

En los diversos planes existentes en INDAP, CONAF que tienen como objetivo asistir al pequeño productor y hacer efectiva la transferencia tecnológica se incorporarían temas de capacitación ante eventos o condiciones particulares, para que así el productor/usuario pueda tomar decisiones técnicas adecuadas a lo observado en los diversos productos.

#### MENSAJERÍA DE TEXTO SMS

Bajo situaciones críticas o de eventos desfavorables críticos es posible contar con el envío masivo de mensajes a aquellos afectados por condiciones meteorológicas adversas que han sido pronosticadas. Esto permite tomar medidas ante los eventos críticos.



#### PLATAFORMA WEB

---

Directamente relacionado con el respaldo y almacenamiento de información, es el canal transversal que permite que los usuarios, independiente de su perfil, obtenga la información deseada en el momento que le sea posible. Una plataforma web adecuada puede albergar grandes cantidades de información de forma ordenada y al alcance en todo momento. Existe la posibilidad de dar información en tiempo real, como las alertas y estado de emergencias, beneficios, etc. Así como planes de capacitación en línea entre otras formas de aprendizaje que se pueden incorporar como plan de difusión de los diversos productos desarrollados en el sistema de información para la gestión de riesgo agroclimático.

#### BOLETINES

---

La generación de cartolas y boletines de información que pueden ser distribuidos en forma impresa o bien digital (PDF) son de gran ayuda para comunicar los impactos y dar a conocer las medidas de adaptación deseables para fomentar una cultura de la gestión del riesgo climático.

#### 4.2.2. ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL

---

La articulación de las instituciones debe entenderse como la forma en que deben relacionarse ellas para buscar la mayor interoperabilidad posible, conociendo los distintos procesos y convenios existentes. Para ello, se ha realizado un diagrama con las instituciones pertenecientes a la Comisión Nacional de Emergencia Agrícola y otras instituciones que aportan información relevante para la toma de decisiones.

Considerando la misión de cada institución, se puede asignar un rol principal según la capacidad de las mismas para generar, interpretar, almacenar y difundir información. Dicha asignación no es excluyente, por lo tanto, es posible que una institución sea asignada a más de un rol.

Entre las instituciones que pueden ser consideradas principalmente “Generadores de Información” se puede clasificar a FDF, DMC que principalmente aportaran datos climáticos y pronósticos en base a las estaciones con que cuentan cada una de ellas. Otro actor que puede ser visto como un generador de información es CIREN, puesto que los mapas y catastros de recursos naturales son base para la gran mayoría de los productos elaborados en el sistema.

En el presente, INIA actúa generando información de imágenes satelitales y colaborando en el desarrollo de modelos de simulación. Sin embargo, su rol más importante corresponde a un agente que interpreta los datos entregados desde otras fuentes. La experiencia de sus miembros y el conocimiento local de la realidad agrícola es insustituible y le asigna un valor agregado significativo al sistema de información. De igual forma, SAG, CRN e INFOR pueden ser clasificados como agentes que procesan datos desde otras instituciones o fuentes, las interpretan generando productos que se utilizan posteriormente.

Los actores que deben tomar parte en la difusión de los productos elaborados por otras instituciones son INDAP, CONAF y FUCOA que, por su estructura, poseen la capacidad técnica para realizar esta labor.

La responsabilidad de almacenamiento, respaldo de la información debiese recaer en ODEPA, que cuenta con los servidores necesarios y el personal técnico capacitado para cumplir esta labor. Esta recomendación se hace en función de la experiencia previa, recursos existentes y la posibilidad de incorporar la información en un sistema integral que contenga también otros elementos de riesgo, tales como variabilidad de precios y comportamiento de mercados. Se estima que las funciones de elaboración e interpretación de la información no debiesen mezclarse con su distribución, almacenamiento y difusión. En cualquier caso se debe cautelar que los productos desarrollados dentro del contexto de la Gestión del Riesgo Climático lleven una sección que especifique la fuente de los datos originales, la institución que desarrolla la aplicación y de ser necesario el autor individual del trabajo. De esa forma, hay un trabajo consorciado que favorece la colaboración pero que respeta la autoría institucional individual y permite tener una trazabilidad de las fuentes de información y contribuciones adicionales.

Por último, la labor de la Unidad Nacional de Emergencias, corresponde a la coordinación de las distintas instituciones, debiendo velar por el cumplimiento de los diferentes convenios y asumir un rol en filtrar la información a publicar por los diversos medios. Esto es muy importante al considerar que la naturaleza de la

información de los productos tiene asociado incertidumbre que, al ser interpretada de forma inadecuada, puede generar alteraciones en el normal funcionamiento de la actividad.

El diagrama de la interacción interinstitucional, debe ser visto como un continuo de flujos cíclicos. Aún cuando existan generadores, intérpretes, almacenadores, difusores y coordinadores, el flujo de la información no es lineal. Además, se debe considerar que se han diagramado los puntos más importantes y que por naturaleza de cada producto existen un importante nivel de restricciones o puntos críticos que han de ser evaluados en detalle por las instituciones comprometidas en el proceso de producción de éstos.

Cada producto debe considerar que existe un usuario final que, haciendo uso de la información presentada, tomará acciones y las características de éste usuario son particulares a su actividad. Por lo que el lenguaje e información que se ha de incorporar a los productos debiese estar en sintonía con el perfil del usuario final. Existiendo potencialmente diversos perfiles tales como, Comunidad Científica, Agentes Tomadores de Decisión en Empresas Agropecuarias, Profesionales y Asesores Técnicos, Usuarios Intermediarios de Información y Productores pertenecientes a Agricultura Familiar Campesina, será necesario definir el usuario de cada producto, y en caso de ser necesario, realizar las adaptaciones de lenguaje apropiadas para que exista una real transferencia de información.

Considerando lo anterior, se presenta un diagrama de la interacción de instituciones, para luego detallar el rol de cada actor en el sistema de información.

## ROL DE INSTITUCIONES

---

### FDF

---

En el contexto de la gestión del riesgo climático, su función principal corresponde al suministro de datos meteorológicos en tiempo real de las estaciones que se encuentran instaladas a lo largo del país. Las cuales abarcan gran parte de las zonas de interés agrícola y poseen la tecnología necesaria para la transmisión de información. Los valores de las variables meteorológicas son requeridos por una serie de instituciones para la generación de productos.

Para lograr un suministro de datos adecuado es necesario crear un código que duplique las bases de datos y que permita el acceso a las instituciones, de modo que las instituciones puedan realizar las consultas correspondientes en un periodo en que los parámetros les sean significativos para la elaboración del producto específico con el que se han comprometido.

La actualización de los datos podrá ser en tiempo real, entendiéndose tiempo real al menos 1 hora de los datos, o bien diariamente para ser consultado por las instituciones mensualmente o quincenalmente, según se requiera.

La elaboración de informes técnicos con recomendaciones para productores hortofrutícolas está considerado dentro de los servicios que FDF presta a los suscriptores de la información de las estaciones meteorológicas de la red agroclima.cl, la implementación de ésta información al sistema de información de gestión de riesgo agroclimático puede ser un gran aporte, siempre y cuando no afecte al modelo de negocio de FDF.

Tabla 2 Flujo de Productos Asociados a FDF

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Estaciones Meteorológicas de la red agroclima.cl	Base de Datos SQL con los parámetros básicos medidos en terreno.	SQL	CIREN, CRN, INIA, ODEPA (Respaldo)	Actualización Diaria
Estaciones Meteorológicas de la red agroclima.cl	Informe Recomendaciones Técnicas Hortofrutícola	PDF	UNEA, ODEPA (Respaldo)	Mensual.

## DMC

De la misma forma que FDF, ésta institución tendrá un rol relevante en cuanto a generación información, la que será utilizada por otras instituciones en sus productos. La diferencia más importante radica en el proceso de los datos, en éste caso la elaboración de pronósticos estacionales deben pasar por una serie de filtros y análisis realizados por un funcionario de la Dirección Meteorológica de Chile y los resultados serán entregados el día 10 de cada mes para que otras instituciones puedan utilizarlos.

Para la realización de los pronósticos se utilizan datos históricos desde el Banco Nacional del Dato Climático y las condiciones actuales de las principales ciudades que cuentan con información continua con más de 30 años.

Tabla 3 Flujo de Productos Asociados a DMC

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Estaciones Meteorológicas, Banco Nacional del Dato Climático	Informe de Pronóstico Estacional. Informe estado de ENSO	PDF	CRN, SAG, INIA, ODEPA	Actualización Mensual. Entre 10 de cada mes.

## SAG

El Servicio Agrícola y Ganadero, gracias al desarrollo de un catastro de daños producido por el terremoto en la red de distribución de canales y predios agrícolas afectados, puede transformarse en un agente importante en la gestión de riesgo climático. Si se logra integrar la información del estado de embalses y de pronósticos de caudales junto con la información georeferenciada de canales y vías de distribución, a través de un modelo hidráulico, se puede contar con zonas de vulnerabilidad frente a reducciones de caudales producto de la variabilidad climática y estimar las regiones bajo insuficiencia que requieran de asistencia desde planes de emergencia.

Tabla 4 Flujo de Productos asociados a SAG

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Reporte de Daños de canales	Mapa de daños y predios afectados transformado en mapas de rutas de disponibilidad de agua (ruteo hidráulico)	WMS	CNR, ODEPA	Actualización Mensual.

## INFOR

Gracias a la utilización de imágenes satelitales y el análisis del Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NVDI) es posible calcular las zonas de riesgo y peligro de incendios, gracias a la posibilidad de reconocer diversos estados en la vegetación y sobre la base de una clasificación de 13 tipos de combustibles. Los estudios y modelos de cálculos para la V región se han validado. La incorporación de otras regiones es posible, siempre y cuando existan campañas que permitan ajustar los modelos a las condiciones locales.

Tabla 5 Flujo de Productos Asociados a INFOR

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Imágenes Satelitales (NVDI). Estaciones Meteorológicas FDF	Análisis de riesgo de incendio (Mapa)	WMS	ODEPA, Servidor de Mapas	15 días durante época de mayor ocurrencia.

## CRN

La comisión Nacional del Riego, como ya se ha comentado con anterioridad, tiene información de caudales y la posición georeferenciada de diversas estaciones, bocatomas y canales. Esto, asociado a los mapas de daños de canales y predios afectados que ha realizado SAG, puede ser de gran utilidad para crear un nuevo producto, "Mapas de distribución de recursos hídricos". Si CNR tiene la capacidad técnica para mezclar información que tiene SAG, DGA con el estado de los embalses y las condiciones actuales, es posible obtener la disponibilidad de agua a nivel predial en distintos escenarios de sequía o con los niveles de disponibilidad que se informen en la temporada.

Tabla 6 flujo de Productos asociados a CRN

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Estaciones Meteorológicas, Informe de Estado de Embalses DGA, Informe Pronósticos Estacionales DMC	Distribución de Recursos Hídricos y predios afectados bajo escenarios de sequía.	WMS	ODEPA, Servidor de mapas	Actualización Mensual. Entre 15 de cada mes.

## CIREN

El Rol principal de CIREN, dentro de un modelo de colaboración ha sido descrito y que tiene a INIA como principal aliado, corresponde al aporte de Modelos Ecofisiológicos de cultivos de importancia para el país. Gracias a la creación de estos modelos, el rendimiento esperado de cada cultivo puede ser calculado y estimado según las variables meteorológicas.

La información que proviene de las estaciones meteorológicas, tanto de FDF o DMC, son datos puntuales que no son los más apropiados, dado que éstas variables no se distribuyen de igual forma en el territorio, por lo que CIREN debe ajustar estadísticamente los valores de las variables meteorológicas de cada estación a una matriz. De esta forma, se puede extrapolar los datos desde el punto específico a una zona cultivada y poder estimar los efectos en el rendimiento del cultivo en estudio.

El proceso de cálculo se realiza regionalmente en un proceso que debe ser realizado por un operador en un equipo que tenga la capacidad para obtener resultados en menos de 3 a 4 horas por región. CIREN cuenta con el personal capacitado y con el software adecuado para elaboración del producto esperado, mapas de rendimiento. El insumo más importante en este momento corresponde a datos meteorológicos que pueden ser incorporados mediante una conexión a los servidores de FDF, para ello, se deben firmar los convenios pertinentes que den acceso al personal de CIREN a los duplicados de las bases de datos.

El formato de salida del producto esperado deben ser mapas que permitan su publicación en un servidor de mapas, que sea acompañado por una breve descripción de lo que se pueda observar en los mapas. CIREN deberá enviar los mapas regionales a la institución encargada de la publicación, ODEPA.

**Tabla 7 Flujo de productos asociado a CIREN**

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Estaciones Meteorológicas, FDF, Informe Pronósticos Estacionales DMC, Modelos Ecofisiológicos.	Mapas de Rendimiento Estimados para temporada, estimación de rendimiento según pronóstico estacional.	WMS, PDF	ODEPA, Servidor de mapas	Actualización Mensual. Entre 15 de cada mes.

#### INIA

INIA actualmente cumple un rol de proveedor y recopilador de información. Por su capacidad técnica tiene la tarea de interpretar la información climática y de cultivos para entregar un producto final que ha de ser publicado en un formato de informe similar al que actualmente realiza.

En cuanto a las imágenes, INIA podría destinar parte de sus esfuerzos al análisis e interpretación de las imágenes satelitales puesto que es importante que se entregue procesada la información con las recomendaciones técnicas adecuadas a lo observado en los mapas de los distintos índices. Se debe tener en cuenta que, por la escala con que se trabajan las imágenes, el usuario que se ve más beneficiado corresponde al perfil de tomadores de decisiones a nivel regional o provincia. Ej. Intendentes.

**Tabla 8 Flujo de productos Asociados a INIA**

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Estaciones Meteorológicas FDF, Informe de Estado de Embalses DGA, Informe Pronósticos Estacionales DMC	Informe Agrometeorológico Regional.	PDF	ODEPA, UNEA para ser distribuido.	Actualización Mensual. Entre 15 de cada mes.
Imágenes Satelitales	Análisis Índices de Vegetación. ( NDVI, EVI, SAVI) Índice de Disponibilidad Hídrica de Palmer	WMS, Interpretación PDF.	ODEPA, Servidor de Mapas	15 días.

#### INDAP

INDAP, gracias a los distintos programas con que cuenta para dar asistencia técnica a grupos de productores, puede contactar a un gran número de familias en las zonas de interés. Esto es vital si se quiere contar con un sistema que de facilidades a la transferencia tecnológica a familias más vulnerables. La información que debería presentar INDAP es una " traducción" de la información publicada en los informes agrometeorológicos elaborados por INIA, que se encontrarán publicados cada mes en los servidores de ODEPA. Es importante que a estos informes se les agregue una componente local (adaptados a los cultivos de cada zona en función de su relevancia, destacando las estaciones meteorológicas más representativas de la localidad, etc), dando así importancia al contexto agrícola de la zona de interés, los alcances y repercusiones que pueden tener las predicciones a sus condiciones.

INDAP cuenta con el personal técnico capacitado para realizar estas interpretaciones y cuentan con información local relevante, puesto trabajan en terreno gran parte de su tiempo.

El trabajo de INDAP en terreno se ve facilitado por las bases de datos con las que cuentan que permiten agrupar, contactar y conocer las realidades de las personas. INDAP mantiene una lista de fichas socioeconómicas, información que se encuentra georeferenciada, lo que permitiría que sea incorporada a otros mapas de instituciones como CIREN. De éste modo colaborar con la creación de mapas de vulnerabilidad de los productores de una región ante condiciones climáticas extremas.

**Tabla 9 Flujo de productos asociados a INDAP**

Fuente de Datos	Producto	Formato	Institución Destino	Frecuencia
Productores	Acceso a tecnologías y recursos para enfrentar eventos climáticos. Nivel de Riesgo	WMF	CIREN, ODEPA, Servidor de mapas	Actualización Mensual. Entre 15 de cada mes.
Informes Agrometeorológicos	Foros Técnicos Locales	Presentaciones	Productor	

#### ODEPA

Ésta institución actuará como recopilador de información en servidores que permitan el normal funcionamiento de los servidores de mapas con cada uno de los productos que se entreguen por las instituciones, además de controlar y distribuir los informes agrometeorológicos en formato PDF a nivel regional del mes correspondiente y mantener una base histórica de los informes publicados los meses anteriores.

#### UNEA – CNEA

La unidad Nacional de Emergencia Agrícola tiene funciones de coordinación de las instituciones, siendo esta una de las más importantes puesto que debe asegurar el correcto funcionamiento y cumplimiento de los acuerdos suscritos con cada una de las instituciones que componen la Comisión Nacional de Emergencia Agrícola. Además deberá establecer la información que ha de publicarse mediante medios distintos a la web, como es la difusión por Radio de las condiciones esperadas para la temporada. Esto es mediante el envío de los informes a FUCOA.

Los roles más importantes de la Unidad Nacional de Emergencia Agrícola serán coordinar las instituciones que componen la Comisión; garantizar el cumplimiento de los convenios vigentes y asegurar la calidad de la información que se maneja dentro y fuera del ministerio de Agricultura que sean relevantes en el marco de la gestión de riego agroclimático.

Además deberá evaluar en foros técnicos la información para la evaluar la necesidad de alertar a la población en casos que sea necesario, ya sea por los medios.

#### USUARIOS FINALES

Los usuarios finales de la información son de diversos tipos:

- En un primer nivel se distingue el usuario que tiene que tomar decisiones de apoyo a la gestión y que es responsable por la creación de capacidades institucionales y el desarrollo de políticas públicas. Este perfil de usuario se encuentra en instituciones gubernamentales y en organismos asesores. La difusión de la información debiese darse en vías expeditas con formatos digitales (Por ejemplo Internet) y en foros y seminarios de discusión.
- En segundo lugar se haya la comunidad científica que puede usar la información para generar análisis y desarrollar aplicaciones y nuevos productos. Ellos requieren de información y acceso a datos desde Internet, seminarios y foros de discusión y libros y publicaciones periódicas.

- En tercer nivel aparecen los asesores y personal de transferencia tecnológica que se debe nutrir desde cartillas, foros, datos desde Internet (incluyendo mapas a informes) y en menor medida desde radio y otros medios de comunicación.
- Finalmente aparecen las empresas y agricultores (de toda escala) que reciben la información en seminarios, desde internet, radio e incluso mensajería SMS. No se debe menospreciar la capacidad que tiene el contacto directo y las asociaciones gremiales y comunales para transmitir información.

#### 4.2.3. PROTOCOLOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

---

Es fundamental para lograr interoperabilidad de los productos el establecimiento de los tiempos de desarrollo y entrega entre las instituciones, al igual que el formato de cada uno de éstos.

Todo producto será publicado en los servidores de ODEPA, bajo un vínculo directo a los documentos y a al servidor de mapas correspondiente con los productos actualizados. En este se debe especificar la fuente de los datos que se utilizaron y la autoría del producto de modo de respetar la propiedad intelectual y permitir la trazabilidad de las recomendaciones, informes y/o mapas de información.

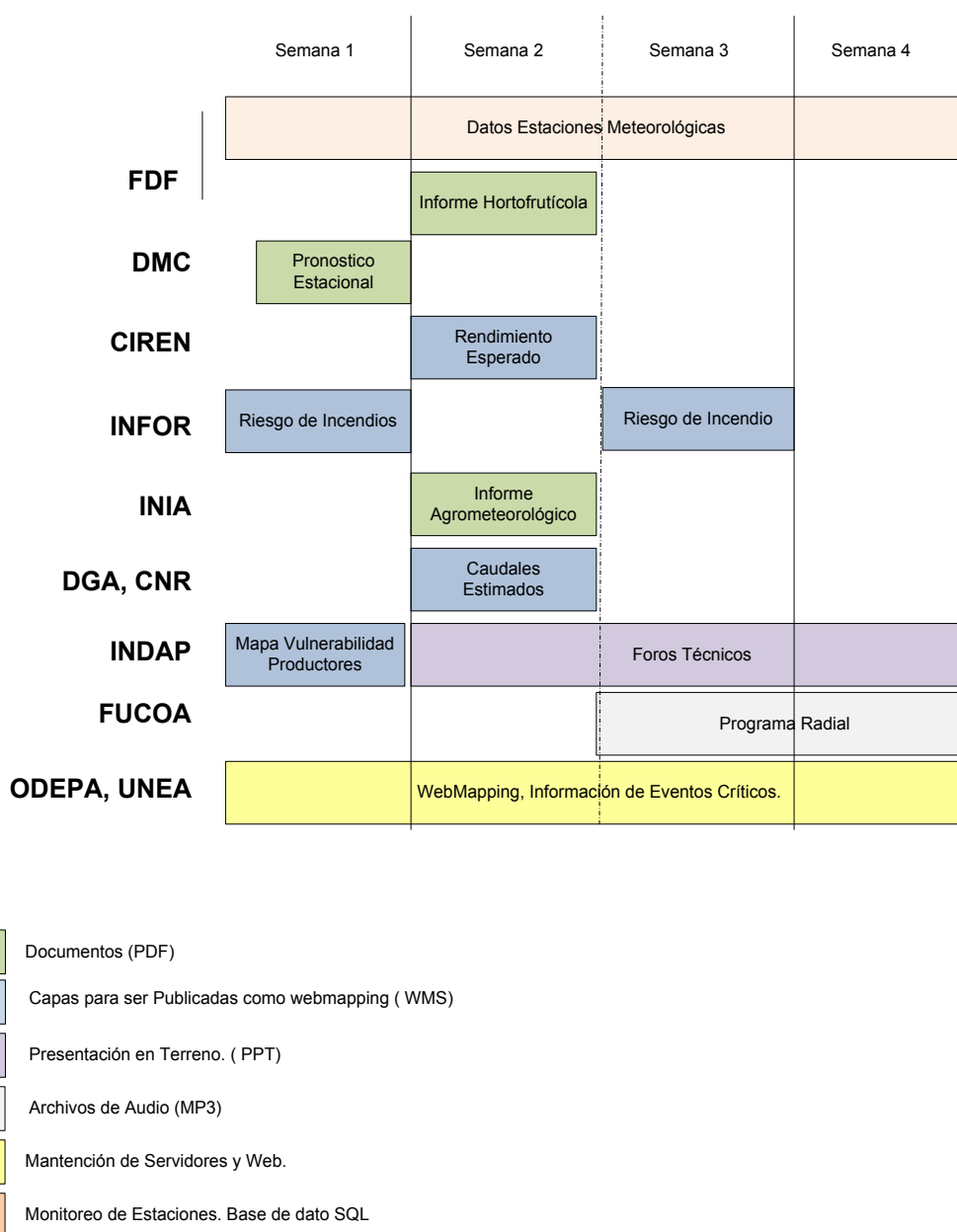
UNEA, en su calidad de coordinador, deberá estar siempre en contacto con los demás agentes facilitando el intercambio, el cumplimiento de objetivos y plazos. Además deberá evaluar la calidad de los productos, y en casos que lo ameriten deberá solicitar informes especiales con mayor detalle de la situación a la institución que cuente con los datos más actualizados posibles y la capacidad para evaluar los impactos de eventos críticos en la zona afectada.

En la Figura 8, se presenta un diagrama tipo carta Gantt, de los tiempos que debiese tomar el desarrollo y entrega de los productos del sistema. Como se ha mencionado se encontrará una copia de cada uno de ellos en ODEPA, los colores representan formato de las actividades o productos, siendo en producto de ODEPA la mantención y generación de interfaces amigables para la distribución adecuada de la información presentada por los diferentes actores. Se presenta en la Figura 8, un mes estándar, donde cada producto es elaborado durante el tiempo de 1 semana, en casos que existan tareas de actualización diaria, como es el caso de los datos de estaciones automáticas de la red agroclima, se representa como un cuadro continuo en el mes.

El formato de cada uno de los productos debe corresponder al tipo de información que incluye, siendo PDF el mejor formato para la distribución de textos, informes realizados por las diferentes instituciones.

Los Mapas deben estar en formato que permita la publicación en el Servidor de Mapas de ODEPA, WMS es un ejemplo extensión que es posible usar con estos fines.

Los programas Radiales que han de ser emitidos por FUCOA deben quedar respaldados y MP3 es el formato más adecuado para la descarga por parte del usuario, si se desea que el usuario reproduzca en línea RP, es el formato que permite reproducción durante la descarga.



**Figura 8 Tiempos de desarrollo de diferentes productos en las instituciones involucradas**

#### 4.2.4. PRESUPUESTOS PARA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN

La implementación de un sistema de información tiene dos componentes principales, el desarrollo de las aplicaciones y las interfaces que presentarán la información, por otro lado, la operación y mantención de la información.

De esta forma, los costos asociados a desarrollar un sistema de información están divididos en aéreas asociados a las licencias de los programas necesarios para elaborar las interfaces y los profesionales a cargo de alimentar los productos de cada una de las instituciones.

En términos generales las instituciones pueden cumplir con el rol propuesto sin generar grandes modificaciones en su presupuesto anual original. Sin embargo, se debe tener en cuenta que nuevos productos pueden requerir un aumento de personal para realizar tareas específicas ante los nuevos desafíos que se presentan en un sistema integrado. Además, la información irá en aumento con el pasar de



los años, por lo que actualizaciones de los equipos es fundamental para seguir el recambio tecnológico y dar respuesta rápida a las nuevas necesidades.

### SOFTWARE GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)

---

Se pueden distinguir dos grandes grupos de Software necesarios para el desarrollo de productos, y que pueden realizar diferentes algoritmos asociados al estudio del territorio. El primer grupo, corresponde a Software GIS de escritorio, y el segundo grupo conocido como Servidores GIS, que permiten la utilización de éstos recursos y funciones de cálculo en una red o internet.

#### GIS DE ESCRITORIO

---

Dentro de éste grupo se encuentran todos los programas utilizados normalmente por cada una de las instituciones, software especializados como ENVI, ArcGIS, WEAP, etc. que permiten realizar modelos o cálculos asociados al territorio. El formato de salida es dependiente del programa, existiendo una gran variedad de extensiones posibles. Cada institución trabaja actualmente con aquellos programas, por lo que se no detallarán mayormente.

#### SERVIDORES GIS

---

En un modelo de información la interoperabilidad es fundamental al momento de coordinar los productos elaborados en distintos programas GIS por distintas instituciones. Los Servidores GIS en general tienen la capacidad de trabajar y controlar diferentes formatos logrando ésta interoperabilidad deseada, pero la elección de que Servidores pasa por la optimización de soporte disponible, conocimiento de las herramientas y costo de las licencias, entre otros ámbitos importantes en la elección del controlador general.

Es importante destacar que existen opciones en el mercado, algunas aplicaciones son de libre distribución, por lo que no existe costo asociado a licencias. Este es el caso de los sistemas que actualmente se han estado utilizando para la publicación de la información, el sitio web del ministerio de Agricultura y el Sitio web [www.aclimat.cl](http://www.aclimat.cl) son claros ejemplos de lo anterior. Utilizando un sistema de libre distribución se ha podido generar de forma rápida una interfaz amigable que no tiene costos asociados al uso del código, sino que solo se debe costear la personalización de dicha interfaz.

En el caso de Servidores de Mapas, existen diversas opciones. El servidor de mapas de libre distribución más conocido y reconocido por su calidad en su programación se encuentra MapServer, utilizado en instituciones como CNR, INFOR, INIA y CIREN. Existe una gran experiencia utilizando este tipo de programas en la actualidad, desarrolladores que pueden publicar los mapas se encuentran en cada una de las instituciones que trabajen con tecnología GIS.

La utilización de software de distribución gratuita trae consigo problemas en el soporte y en la continuidad en las mejoras del mismo, por el contrario, el Software comercial permite tener soporte personalizado y respuesta ante nuevos requerimientos, a la vez una, mayor compatibilidad con el software que genera la información, sin embargo los altos precios de las licencias convierten a MapServer, una excelente alternativa para la publicación de mapas.

### EQUIPO DE TRABAJO

---

La elaboración de productos en cada institución debe estar a cargo de una o más personas capacitadas, esto es uno de los costos más importantes asociados a un sistema de información. La estimación de los costos se ha realizado según la carga de trabajo requerida para la elaboración de productos específicos y se debe considerar que si el personal disponible en la institución no generará grandes modificaciones en el presupuesto.

A continuación se presenta una tabla que permite conocer los costos asociados a cada producto.

**Tabla 10 Personal Necesario para la Elaboración, mantención y coordinación de un sistema de Gestión de Riesgo Agroclimático a nivel Nacional.**

Institución	Producto	Cantidad de Personal	Nivel de Personal	Sede Regional	Total Nacional
<b>INIA</b>	Informe Agrometeorológicos Regional.	1	Profesional	11 Sedes regionales.	11
<b>FDI</b>	Duplicación de Bases de Datos	1	Técnico Informático	FDI, oficina Central	1
<b>DMC</b>	Pronósticos Estacionales	1	Profesional	DMC, Oficina Central	1
<b>CIREN</b>	Modelos Ecofisiológicos	2	Profesional	CIREN, Oficina Central	1
<b>INFOR</b>	Riesgo de Incendios	1	Profesional	Sedes Regionales	5
<b>INDAP</b>	Foros Técnicos	Desconocido	Profesional	104 Oficinas	
<b>FUCOA</b>	Emisión Radial	1	Profesional		
<b>ODEPA</b>	Mantención de Servidor	1	Técnico	Oficina Central	1
<b>CNR</b>	Caudales Estimados a productores según modelos hídrico SAG + DGA	1	Profesional	Oficina Central	1
<b>SAG</b>	Actualización de Mapas de Daño de Canales por el Terremoto del 27/2/2010	1	Profesional	Oficina Central	1

### 4.3. PROPUESTA DE PRODUCTOS ADICIONALES A DESARROLLAR

En el marco de la gestión del riesgo climático la información es un recurso clave que habilita a los tomadores de decisiones. En la medida que sea relevante y oportuna es posible que los agentes reaccionen y la incorporen en su proceso de toma de decisiones actuando con el objetivo de minimizar impactos negativos (acción defensiva) o sacar provecho de situaciones favorables (acción ofensiva).

Actualmente, la configuración actual de este sistema público privado de apoyo a la toma de decisiones (Modelo SPPIRAS) contiene productos que cubren el monitoreo ambiental (Estaciones meteorológicas automáticas y sistemas de alarma para eventos extremos meteorológicos de FDF), pronósticos probabilísticos de variables climáticas (Informes de la Dirección meteorológica de Chile), una perspectiva agrometeorológica y análisis por cultivo y región (Informes INIA), condiciones iniciales regionales (Productos derivados de imágenes satelitales entregados por INIA) y los primeros resultados de modelos ecofisiológicos que permiten proyectar impactos (Modelos de cultivos desarrollados por CIREN con apoyo de INIA).

De acuerdo a su naturaleza y el momento en que es recibida, cierto tipo de información puede ser empleada en la planificación de la actividad agrícola con el fin de maximizar beneficios y/o minimizar riesgos (puesto que los productores agrícolas son por lo general adversos al riesgo, el segundo condiciona fuertemente al primero). Un segundo tipo de información es de tipo táctico ya que es recibida conforme se actualiza la generación de información y productos, y permite que los tomadores de decisiones lleven a cabo acciones que corrijan deficiencias o resuelvan dificultades impuestas por el ambiente conforme se desarrolla la producción.

El siguiente es un listado no exhaustivo de productos derivados que podrían ser incorporados en el sistema de gestión de riesgo climático. Un número importante de ellos se basan en experiencias semejantes del sistema diseñados por la Oficina de Riesgo Agropecuario de Argentina (<http://www.ora.gov.ar>) como también el propuesto por el Consorcio de Universidades de Florida ([www.agroclimate.org](http://www.agroclimate.org)). Lo anterior no es sinónimo de que sean aplicables directamente sin un proceso de investigación y de adaptación (en este informe se ha relevado el rol de las Universidades y Centros de Investigación cumpliendo precisamente este rol). En algunos casos hay limitaciones del tipo de información o bien de la capacidad predictiva (“skill”) de los modelos empleados.

#### 4.3.1. PRODUCTOS CLIMÁTICOS GENERALES

##### SERIES DE TIEMPO DE POSIBLES REALIZACIONES DEL TEMPORADAS CLIMÁTICAS CONDICIONADAS EN LOS PRONÓSTICOS PROBABILÍSTICOS

En muchos casos es posible desarrollar series sintéticas de variables meteorológicas que respeten las condiciones de pronóstico y que ayuden a: a) Que los usuarios finales vean ejemplos de cómo se podría desenvolver la temporada (Graficando temperatura y precipitaciones) y b) Que los modelos de simulación puedan proyectar las curvas de crecimiento y de posible rendimiento al ser alimentados con estas series.

Para ello se pueden usar metodologías de desagregación basadas en análogos o en modelos estocásticos denominados “generadores climáticos” (Weather generators).

El ideal es que este producto esté disponible junto a cada pronóstico estacional elaborado por la Dirección Meteorológica de Chile.

Junto a ellos es posible desarrollar simulaciones del comportamiento de algunos índices bioclimáticos relevantes (Horas frío, grados día acumulados, evapotranspiración, etc.) que permitan a los productores y a los profesionales en general identificar en forma más explícita el comportamiento esperado de una temporada climática.

### MAPAS DE RIESGO DE DISTINTOS EVENTOS EXTREMOS

A partir de la información histórica meteorológica en cada localidad, es posible analizar el comportamiento de algunas variables relevantes derivadas. Por ejemplo, la historia de las temperaturas mínimas de una localidad nos indica la probabilidad de heladas (definidas como temperaturas bajo un cierto umbral). A partir de ellas también se pueden construir perfiles de riesgo, definidos como la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en función de la magnitud de los mismos. Dichas probabilidades se pueden representar en un mapa y trazar las isolíneas correspondientes, con el fin de identificar las zonas de comportamiento homogéneo.

Productos semejantes pueden ser desarrollados para cada región y mes en variables como:

- i. Probabilidad de heladas de magnitudes crecientes (0, -2, -3, -4, -6, etc.)
- ii. Probabilidad de secuencias de días sin precipitaciones (5, 10, 15, 20, 25, etc.)
- iii. Probabilidad de precipitaciones mensuales bajo un cierto umbral (30, 50, 70, 100 mm)

La lista debe ser desarrollada en un estudio explícito y en función de las variables climáticas, series de tiempo y estaciones disponibles en cada región.

En éste ámbito tres áreas adicionales de trabajo cobran relevancia:

- a) El uso de imágenes satelitales como complemento a la información espacial y la modelación topoclimática
- b) La simulación estocástica del comportamiento de redes de estaciones correlacionadas espacialmente
- c) El condicionamiento de estos parámetros de eventos extremos y reorganización de mapas en función de parámetros climáticos y/o oceánicos de mayor escala.

La información debiese estar disponible al inicio de cada temporada agrícola: abril-mayo para cultivos anuales de invierno y agosto-septiembre para los anuales de verano y frutales de hoja caduca.

### ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Cierto tipo de actividades de largo plazo, tales como plantaciones forestales, plantaciones frutales y viñas desarrollan su actividad en períodos de tiempo relativamente largos. Por esta razón es aconsejable que cuenten con algún indicio de los escenarios de cambio climático disponibles (por ejemplo los valores del modelo PRECIS del trabajo de CONAMA-Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile o bien los escenarios proyectados por modelos de circulación global para la región).

#### 4.3.2. PRODUCTOS AGROCLIMÁTICOS Y DE COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS

Existe una riqueza de información disponible y de herramientas desarrolladas bajo el contexto del modelo SPPIRAS. Se propone que haya nuevos productos que exploren al máximo las potencialidades de todas estas fuentes de información.

### SISTEMA DE ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN FUNCIÓN DEL ÚLTIMO ÍNDICE DE PALMER Y LOS PRONÓSTICOS ESTACIONALES PROBABILÍSTICOS

Mediante los modelos de simulación de cultivos es posible traducir los escenarios climáticos proyectados y estimar el desenvolvimiento de los cultivos (fechas de cosecha, rendimientos, necesidades de riego, etc.). El último Índice de Palmer puede ser empleado como un indicador de las condiciones de humedad de suelo. De esta forma se pueden inicializar las simulaciones condicionadas en un factor que refleje de mejor manera la situación real (También se puede pedir información a los expertos en la zona que validen lo proyectado por las imágenes o el índice de Palmer). De esta forma se gana en un nivel de realismo ya que se representa el hecho de que las condiciones ambientales iniciales son muy relevantes a la hora de determinar la trayectoria que seguirán los rendimientos de cultivos.

## SISTEMA DE ESTADÍSTICAS QUE PERMITA DAR UN REALISMO A LAS PREDICCIONES ESTACIONALES E IDENTIFICAR FUNCIONES DE RESPUESTA DE LOS CULTIVOS

ODEPA publica estadísticas de producción y rendimiento de cultivos que pueden ser correlacionadas con parámetros climáticos de mayor escala y, con ello, ayudar a la traducción de los escenarios pronosticados estacionalmente.

Este tipo de trabajo es común en los programas desarrollados por el Southeast Climate Consortium (<http://www.seclimate.org>) y ha permitido a los agricultores desarrollar estrategias específicas de manejo condicionada en los pronósticos del fenómeno del Niño.

Junto a estas estadísticas y modelos estadísticos de información se entregan también cartillas informativas que detallan variables climáticas con el crecimiento y productividad, opciones de manejo, fuentes de variabilidad y riesgo, períodos críticos.

Sobre esto se deben desarrollar programas de trabajo y de investigación básica y aplicada específicos que combinen el trabajo de climatólogos, especialistas en cultivos, economistas y sociólogos que ayuden a representar correctamente los procesos y a orientar la toma de decisiones.

La figuras 9, 10 y 11 muestran un ejemplo para el cultivo de arroz. En primer lugar las tendencias temporales de rendimiento del cultivo son modeladas (Figura 9), para luego ser removidas y dejar solamente las anomalías (Figura 10), ellas son correlacionadas con algún índice climático que sea susceptible de ser pronosticado estacionalmente. En este caso corresponde a la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño3-4 (Figura 11).

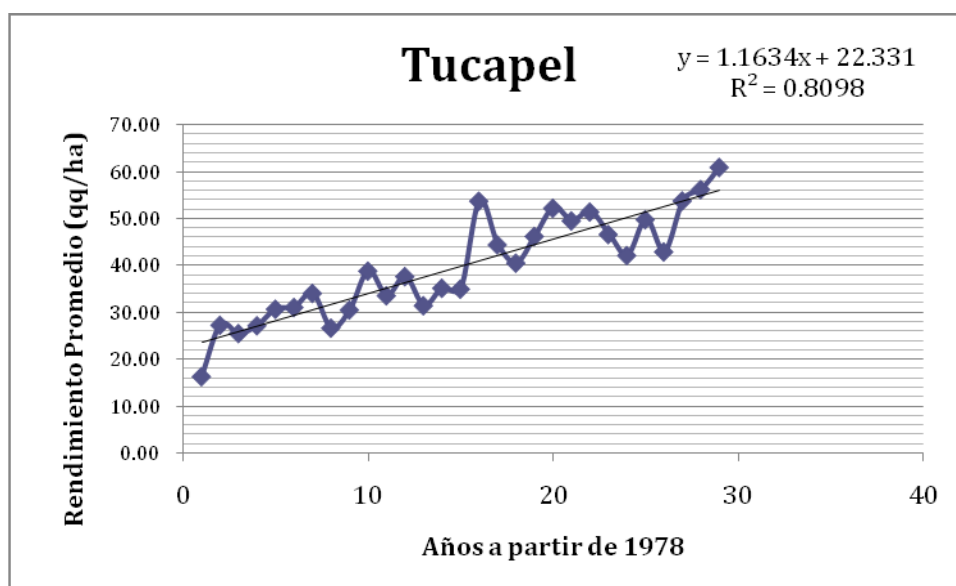


Figura 9. Evolución de rendimiento de arroz en la región del Maule (Fuente ODEPA)

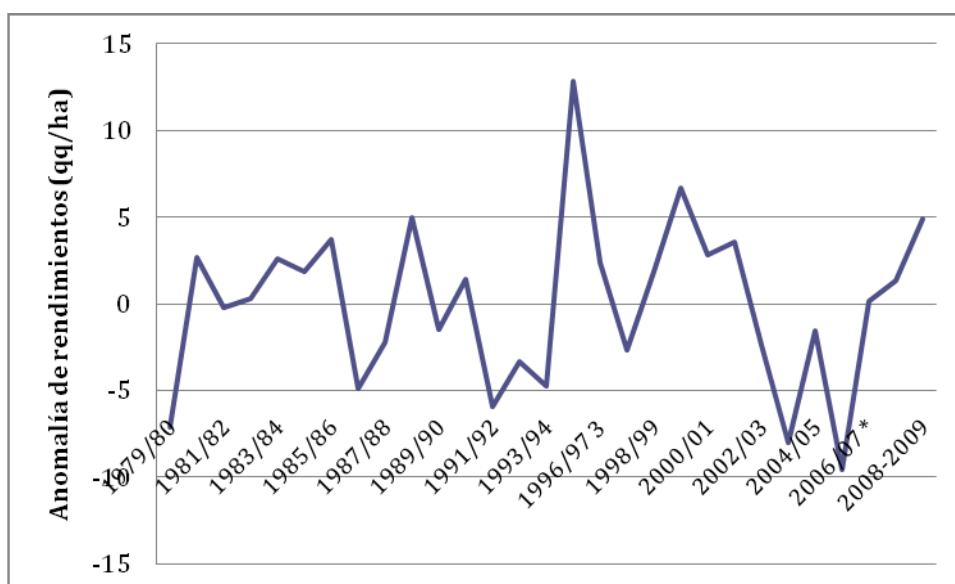


Figura 10. Anomalia de rendimiento de arroz en la región del Maule (Fuente Elaboración de los autores en base a información de ODEPA).

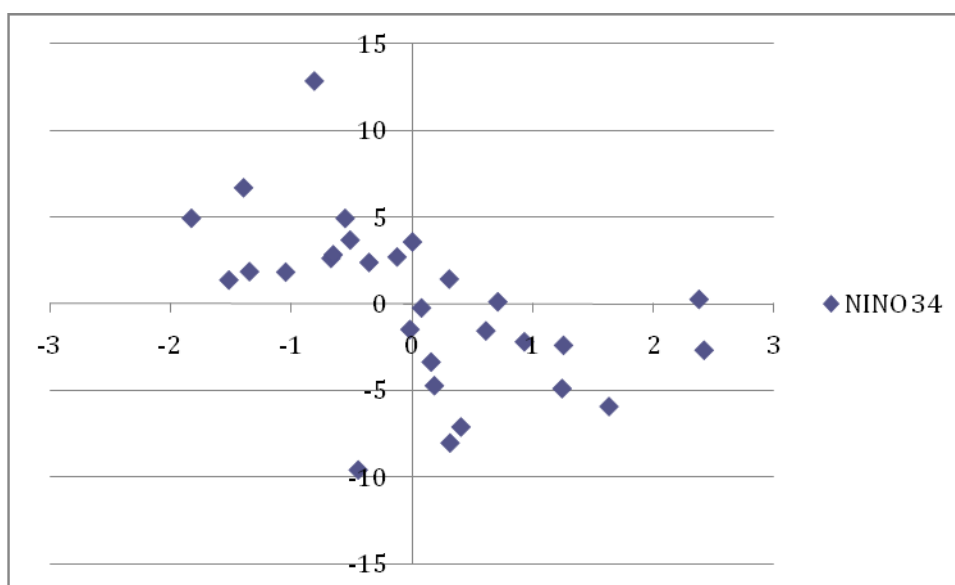


Figura 11. Relación entre anomalía de rendimiento de arroz en la región del Maule y anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3-4. (Fuente Elaboración de los autores en base a información de ODEPA)

#### 4.3.3. OTROS PRODUCTOS A DESARROLLAR

Existen algunos otros productos que debiesen ser desarrollados ya que pueden cumplir funciones de apoyo a la toma de decisiones en situaciones específicas. El nivel de avance en ellos es variable y requiere de trabajos exploratorios que determinen su factibilidad en las condiciones climáticas y agrícolas nacionales.

Dentro de estos destacan:

- Sistema de proyección de fenología alimentado por escenarios de pronósticos estacionales desagregados. Pronósticos de Grados Día Acumulados, Horas Frío (Richardson y Horas frío bajo 7 grados).

- b) Modelo de riesgo de enfermedades alimentado por simulaciones estocásticas de variables climáticas (Corresponde al paso entre el monitoreo meteorológico y la proyección estacional). Es posible que enfermedades como Botrytis y Oidio sean una de las más atractivas para iniciar el trabajo en el contexto de la gestión de riesgo climático.
- c) Desarrollo de modelos de productividad forestal (tipo 3-PG) condicionado en variables climáticas y su uso en la traducción de los efectos de la variabilidad climática.

#### 4.4. SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES SOBRE ESTE COMPONENTE

Los sistemas de gestión de riesgo climático constituyen uno de los elementos a fortalecer para crear capacidades en la población, particularmente agrícola, para enfrentar los desafíos de la variabilidad climática y del cambio climático. Este es un pilar que debe ser integrado a otros elementos que constituyen la capacidad adaptativa de un sector.

Sin embargo este instrumento no es por sí solo la respuesta frente a la variabilidad climática. Debe ser complementado con las medidas que reducen o comparten el riesgo como los seguros, el manejo de desastres (prevención, preparación y mitigación) y las buenas prácticas agrícolas que reducen la vulnerabilidad.

Los elementos centrales del diseño que incluyen imágenes satelitales, sistemas de monitoreo meteorológico, pronósticos climáticos estacionales y los modelos de simulación y de estimación de impactos deben ser fortalecidos. Cada uno representa una herramienta y en su conjunto entregan información complementaria que permite la toma de decisiones en todos los niveles de usuarios. Por lo tanto este trabajo de un sistema de gestión de riesgo climático debe estar aparejado con un plan de capacitación (Por ejemplo en procesamiento e interpretación de imágenes, modelos de simulación y predicción climática) que demanda recursos y tiempo. En este sentido hay un segundo rol que las universidades y centros de formación pueden prestar, cual es el desarrollo de seminarios y charlas de actualización periódicas que permitan crear capital humano con mayores capacidades para innovar y explorar las potencialidades del sistema de información para la gestión de riesgo agroclimático.

Actualmente, la configuración actual de este sistema público privado de apoyo a la toma de decisiones (Modelo SPPIRAS) contiene productos que cubren el monitoreo ambiental (Estaciones meteorológicas automáticas y sistemas de alarma para eventos extremos meteorológicos de FDF), pronósticos probabilísticos de variables climáticas (Informes de la Dirección meteorológica de Chile), una perspectiva agrometeorológica y análisis por cultivo y región (Informes INIA), condiciones iniciales regionales (Productos derivados de imágenes satelitales entregados por INIA) y los primeros resultados de modelos ecofisiológicos que permiten proyectar impactos (Modelos de cultivos desarrollados por CIREN con apoyo de INIA). Es necesario desarrollar nuevos productos que permitan a los agricultores y usuarios finales entender de mejor forma las dimensiones que involucra la gestión del riesgo climático. Esto implica facilitar la comprensión de la predicción climática y los fenómenos climáticos asociados, la comprensión de las respuestas y las medidas posibles de adaptación y respuesta y, finalmente, fortalecer las capacidades de decisión de los usuarios para crear sistemas más flexibles y con mejor capacidad de enfrentar impactos derivados del clima.

## 5. REFERENCIAS

Barnston, A.G., Glantz, M., He, Y. 1999 Predictive Skill of Statistical and Dynamical Climate Models in SST Forecasts during the 1997–98 El Niño Episode and the 1998 La Niña Onset. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 80(2): 217-243.

Climag Magazine. 2006. Climate Connect. Newsletter 11. <http://lwa.gov.au/files/products/managing-climate-variability/pno61116/pno61116.pdf>

Climag Magazine. 2007. Managing Climate Variability. Newsletter 13. <http://www.npsi.gov.au/products/pno71306>

Hammer, G.L., Hansen, J.W., Phillips, J., Mjelde, J.W., Hill, H.S.J., Love, A., Potgieter, A., 2001. Advances in application of climate prediction in agriculture. *Agricultural Systems* 70:515-553.

Hansen, J.W., Jones, J.W., Kiker, C.F., Hodges, A.H., 1999. El Niño-Southern Oscillation impacts on winter vegetable production in Florida. *Journal of Climate* 12:92-102.

Hansen, J.W., 2002. Realizing the potential benefits of climate prediction to agriculture: issues, approaches, challenges. *Agricultural Systems* 74:309-330.

Jones, J.W., Hansen, J.W., Royce, F.S., Messina, C.D., 2000. Potential benefits of climate forecasting to agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82:169-184.

Latif, M., T. P. Barnett, M. A. Cane, M. Fluegel, N. E. Graham, H. von Storch, J.-S. Xu, and S. E. Zebiak, A review of ENSO prediction studies, *Clim. Dyn.*, 9, 167–179, 1994.

Meza, F.J., J.W. Hansen and D. Osgood. 2008. Economic value of seasonal climate forecasts: Review of ex-ante assessments and recommendations for future research. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 47(5):1269-1286

### 5.1. SITIOS INTERNET CONSULTADOS

- AGRITEMPO [www.agritempo.gov.br/index.php](http://www.agritempo.gov.br/index.php)
- Agroclima. Sistema agroclimático FDF-INIA-DMC. [www.agroclima.cl](http://www.agroclima.cl)
- Centro de Información de Recursos Naturales [www.ciren.cl](http://www.ciren.cl)
- Centro Internacional para la Investigación del fenómeno del Niño [www.ciifen-int.org](http://www.ciifen-int.org)
- Comisión Nacional de Riego [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl)
- Dirección General de Aguas [www.dga.cl](http://www.dga.cl)
- Dirección Meteorológica de Chile [www.meteochile.cl](http://www.meteochile.cl)
- Fundación para el Desarrollo Frutícola [www.fdf.cl](http://www.fdf.cl)
- Gestión del Riesgo en Australia. [www.pir.sa.gov.au/pirsa/drought/climate\\_risk\\_management](http://www.pir.sa.gov.au/pirsa/drought/climate_risk_management)
- Instituto de Desarrollo Agropecuario [www.indap.cl](http://www.indap.cl)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Información para la gestión del riesgo climático [www.aclimat.cl](http://www.aclimat.cl)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Uruguay. [www.inia.org.uy/gras](http://www.inia.org.uy/gras)
- Instituto Forestal de Chile [www.infor.cl](http://www.infor.cl)
- Incendios Forestales: Sensores inalámbricos y satelitales para el combate de incendios forestales [www.gisincendiosforestales.cl](http://www.gisincendiosforestales.cl)
- Ministerio de Agricultura de Chile [www.minagri.gob.cl](http://www.minagri.gob.cl)
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [www.odepa.gov.cl](http://www.odepa.gov.cl)
- Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) de Argentina. [www.ora.gov.ar](http://www.ora.gov.ar)
- Red Nacional Agroclimática de Brasil [www.inmet.gov.br/html/agro.html](http://www.inmet.gov.br/html/agro.html)
- Sistema Regional de Visualización y Monitoreo (SERVIR) [www.servir.net](http://www.servir.net)
- Southeast Climate Consortium [www.seclimate.org](http://www.seclimate.org)