

El cambio climático y los necesarios procesos de adaptación en el sector agropecuario uruguayo

Ing. Agr. Walter Oyhançabal¹

El Cuarto Informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) de 2007 es contundente: el cambio climático es una amenaza real y crecientemente peligrosa para la humanidad y los ecosistemas, y su causa principal son las emisiones de combustibles fósiles en países industrializados. El cambio climático hará mas frecuentes y severas las sequías, las inundaciones, las lluvias de gran intensidad y poder erosivo, las olas de calor o de frío y las tormentas y huracanes. El sector agropecuario es muy sensible a la variabilidad climática y a los eventos meteorológicos extremos. ¿Cómo preparase para enfrentar este reto?

1. LAS BASES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es el mayor desafío ambiental que enfrenta la humanidad. La explicación de este fenómeno es el aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (IPCC, AR4, 2007²). Estos gases atrapan parte de la energía solar que ingresa a la atmósfera y se ve impedida de volver al espacio exterior. Sin estos gases la temperatura media del planeta sería tan helada como la de Marte, pero su acumulación más allá de ciertos límites amenaza ocasionar efectos desestabilizadores de gran escala en el sistema climático. Desde los inicios de la era industrial, las actividades humanas han lanzado a la atmósfera cantidades crecientes de estos gases. Actualmente se emiten del orden de 26,4 mil millones de toneladas de CO₂ cada año (IPCC, AR4, 2007), de los que la mitad se reabsorbe por los océanos y ecosistemas terrestres; y la mitad se queda en la atmósfera. Detener esta acumulación es imperioso. El CO₂ resulta, principalmente de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y la producción de cemento, mayormente en los países industrializados, y en menor medida de cambios en el uso de la tierra, como la deforestación. Reducir la quema de combustibles fósiles es la clave para minimizar los riesgos de alteraciones crecientes en el sistema climático. Pero esto implica cambios trascendentes en los estilos de desarrollo y afecta intereses económicos muy poderosos.

El clima no se define únicamente por los promedios de temperatura y precipitación. La variabilidad climática, y en particular la frecuencia e intensidad de

¹ Técnico de OPYPA y Coordinador de la Unidad de Proyectos Agropecuarios de Cambio Climático del MGAP.

² AR4 es la sigla que identifica el último reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, máximo referente científico en el tema, a nivel internacional.

los eventos meteorológicos extremos son una dimensión sumamente relevante, en particular para la producción agropecuaria. La predicción de estos eventos extremos es difícil, sin embargo, entender que estamos ya expuestos a mayores y crecientes riesgos climáticos es clave para iniciar estrategias de adaptación, que disminuyan la vulnerabilidad y aumenten la capacidad de adaptación.

La variabilidad climática impacta fuertemente en la productividad agropecuaria, en los ingresos y costos de las explotaciones y también en las variables macroeconómicas como el PIB y las exportaciones. En los últimos años, estimaciones realizadas por el MGAP (OPYPA) muestran que estos eventos extremos le costaron a los productores y al país pérdidas por varios cientos de millones de dólares. Más allá de los imprescindibles esfuerzos de mitigación, tomar medidas prácticas de adaptación al incremento del riesgo climático es entonces ineludible, ya que los impactos serán crecientes.

Pero los riesgos afectan también los recursos naturales, que son base primordial de la generación de la riqueza del sector y el país. Por ejemplo, aumentan el riesgo de pérdidas de suelo por erosión (más lluvias y más intensas), aumentan los riesgos de incendios por olas de calor y sequías, se deteriora la biodiversidad natural y se afecta el ciclo hidrológico. El campo natural es un ecosistema complejo, insuficientemente estudiado, y es difícil predecir como será impactado por aumentos en la temperatura y por mayor precipitación distribuida en forma más errática. Es posible que las especies de gramíneas invernales que tienen fotosíntesis de tipo C3 aumenten su productividad como resultado de una mayor disponibilidad de CO₂.

En definitiva, los agroecosistemas se vuelven más vulnerables.

La vulnerabilidad, como la define el IPCC, es el grado en el cual un sistema es susceptible a o incapaz de sobrellevar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y tasa del cambio climático, y de variación a la que el sistema es expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

Capacidad de adaptación, en la definición del IPCC, es la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad climática y los extremos climáticos) para moderar daños potenciales, para aprovechar las oportunidades o para sobrellevar las consecuencias.

2. ¿QUÉ DICE EL IPCC?

El Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) actualiza la información sobre la situación del clima, incluyendo las bases científicas, la vulnerabilidad y adaptación, y la mitigación. Los informes y los resúmenes para formuladores de políticas están publicados en el sitio web del

IPCC: www.ipcc.ch. De ese Informe se extrae la información del cuadro 1, por su relación con la realidad del sector agropecuario

Cuadro 1. Tendencias recientes y proyecciones de episodios de clima extremo para los cuales hay una tenencia observada a finales del siglo XX

Fenómeno y dirección de la tendencia	Probabilidad de que ocurriera después de 1960	Probabilidad de las tendencias basada en proyecciones para el siglo XXI usando escenarios IE-EE
Días y noches más cálidos y menos fríos en la mayoría de las superficies	Muy probable (90 a 99%)	Prácticamente cierto (>99%)
Períodos cálidos/olas de calor.	Probable (66 a 90%)	Prácticamente cierto
Incremento de frecuencia de lluvias fuertes en el total de lluvias.	Probable	Muy probable.
Incremento de las áreas afectadas por sequías	Probable	Probable
Incremento de la probabilidad de ciclones tropicales intensos	Probable	Probable
Incremento de la incidencia del nivel del mar alto.	Probable	Probable

Fuente: Extraído de Cuarto Informe del IPCC, 2007.

El IPCC, particularmente desde el Reporte de 2007, ya no deja dudas de que la adaptación es necesaria para enfrentar los impactos del cambio climático, que ya es inevitable debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del pasado. La mitigación de las emisiones ayudará a que el problema no se agrave, pero no nos librará de los efectos de los GEI que ya se han emitido, y permanecerán por muchas décadas. Por lo tanto mitigación y adaptación son dos estrategias complementarias e imprescindibles, desde la perspectiva de los ecosistemas y la sociedad. Para la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático el objetivo principal es reducir (mitigar) emisiones de GEI para impedir que se alcance un nivel de concentración de gases de efecto invernadero que sea peligroso por su capacidad de alterar irreversiblemente el sistema climático. Dice el IPCC en el Reporte de 2007 que si las emisiones se mantienen en los niveles actuales, o siguen aumentando se causaría un mayor calentamiento y muchos y más importantes cambios en el sistema climático global durante el siglo XXI.

3. LOS IMPACTOS ESPERABLES EN EL SECTOR AGROPECUARIO URUGUAYO

El cambio climático traerá en general para Uruguay efectos netos negativos, al afectar los recursos costeros, afectar poblaciones, introducir amenazas por aparición de vectores de enfermedades propias de climas tropicales húmedos, y afectar la producción agropecuaria, en particular la ganadera. En el sector agropecuario, como es sabido, la producción es clima-dependiente.

Estudios realizados por investigadores de INIA (GRAS) y de la Universidad de la República (Facultad de Ciencias y Facultad de Ingeniería) muestran que la temperatura media creció 0,8° C en el siglo XX, y que ocurrió un notable aumento de las precipitaciones medias, del orden de 30%.

Los principales factores que vinculan el cambio climático con la productividad agropecuaria son:

- Cambios en la cantidad, intensidad y distribución intra-anual e interanual de las lluvias.
- Aumentos medios en la temperatura y eventos térmicos extremos, afectando al ganado por estrés térmico y a los cultivos en etapas fenológicas sensibles.
- Aumento de la concentración de CO₂
- Eventos climáticos extremos.

El cambio climático requiere que se analicen los efectos combinados en el cambio de estos factores y no los efectos aislados. Los balances hídricos, por ejemplo, dependen de la temperatura y de la precipitación simultáneamente, y son los balances hídricos (cuanta agua entra y cuanta sale de un ecosistema) los que determinan las situaciones de estrés hídrico.

Puede reconocerse que los cambios en las temperaturas medias tienen varios efectos: 1) alargan la estación de crecimiento de los cultivos; 2) aumentan la evapotranspiración por los cultivos, 3) aumentan la evaporación desde el suelo, y 4) aumentan la chance de sequías severas al alterar el balance hídrico del lado de las fugas de agua del sistema.

El aumento en la intensidad de las lluvias, por su parte, puede aumentar la erosión de suelos, y también los eventos de inundación en zonas bajas (como ocurrió en Rocha en 2005). Siguiendo la misma tendencia mundial, ya se ha constatado en el Sudeste de Sudamérica el aumento de la frecuencia de precipitaciones de alta intensidad. Los modelos del IPCC ratifican que existe una tendencia al aumento en la intensidad de las lluvias. Esto no solo es perjudicial por el potencial erosivo, sino también por aumento del escurrimiento y el menor almacenaje de agua en el perfil del suelo.

Los cambios que se han registrado en las temperaturas y precipitaciones medias pueden ser en parte favorables para algunos rubros en las próximas décadas. Tendencialmente se espera que tengamos inviernos más benignos con temperaturas mínimas más altas, mayor período libre de heladas y veranos menos cálidos. A su vez el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera estimulará el aumento de la productividad de pasturas y cultivos. Los cultivos de verano se verán particularmente favorecidos por el aumento de la temperatura.

Por otra parte, el aumento de la variabilidad en torno a la media actuará en sentido absolutamente opuesto, generando riesgos importantes. Por ejemplo, la productividad de las pasturas depende de la lluvia: es esperable que llueva más, pero a la vez es esperable que llueva con peor distribución. Esto generará mayor frecuencia de eventos de sequía, particularmente en zonas ganaderas sobre suelos superficiales (más de 3 millones de ha de ganadería están en basalto superficial, y más de un millón de ha están sobre cristalino superficial en el Este). Esto significará un aumento de la frecuencia de las crisis forrajeras, y directos impactos en los índices productivos y reproductivos del ganado. Los eventos Niño-Niña se harán posiblemente más frecuentes, haciendo el clima más extremo; se sabe que estos eventos correlacionan con tendencias climáticas en el Sudeste de América del Sur.

El Cuadro 2 muestra algunos efectos esperables del cambio climático en rubros en Uruguay, y su sentido positivo o negativo.

Como se observa hay un conjunto de efectos de signos opuestos, cuya suma neta es imposible prever, por las características de los fenómenos meteorológicos y aumento de la variabilidad. El resultado neto dependerá fuertemente del efecto año.

En la agricultura de verano en secano, la irregularidad de las lluvias y las sequías parecen la mayor amenaza para capitalizar los efectos beneficiosos que pueden tener los moderados aumentos de la temperatura y la mayor concentración de CO₂.

Cuadro 2. Efectos negativos (-) y positivos (+) esperables sobre distintos rubros agropecuarios en Uruguay

Rubro	Efectos esperables
1. Agricultura extensiva de invierno (trigo y cebada)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de temperaturas y riesgo de contar con menos horas de frío pueden afectar rendimientos. (-) 2. Mayor incidencia de enfermedades a hongos en primavera (por ejemplo, fusariosis) y posible mayor incidencia de plagas. (-) 3. Aumento del riesgo de erosión de suelos por eventos de lluvias muy intensas. (-) 4. Aumento de la productividad en respuesta al aumento de la concentración de CO₂ por aumento de la fotosíntesis (Trigo y cebada son gramíneas con fotosíntesis tipo C3). (+)
2. Agricultura de verano (maíz, sorgo, soja)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de productividad de la soja (especie C3) por mayor concentración de CO₂ (+). (Este efecto tiene un techo y se estima que se detiene si la temperatura sube por encima de los 3° C). 2. Maíz y sorgo, que son plantas C4, responderán de menor manera al aumento de la concentración de CO₂ (porque ya son más eficientes que las C3) pero se verán favorecidas por el aumento del largo de la estación de crecimiento. (+) 3. Mejores posibilidades para cultivos de primera y segunda al extenderse la estación apta para cultivo. (+) 4. Riesgos incrementados de estrés hídrico en la emergencia y en la floración pueden perjudicar los rendimientos. (-) 5. Riesgos incrementados de no levantar la cosecha en otoño por excesos hídricos. (-) 6. Aumento de temperatura puede generar incremento de insectos plagas. (-)
3. Arroz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Riesgos de frío en etapas críticas para el rendimiento. (-) 2. Riesgos para levantar la cosecha por excesos hídricos. (-) 3. Aumento de la pluviosidad media puede aumentar el aporte natural de agua y reducir la necesidad (y los costos) de riego. (+) 4. Días nublados en el período de floración pueden resultar perjudiciales para alcanzar altos rendimientos. (-) 5. Riesgo de menor acumulación de agua en represas y menor caudal de los ríos, afecta el potencial de tierras para siembra. (-) 6. Eventuales bajas temperaturas en verano disminuyen rendimiento. (-)
4. Ganadería de carne y lechería	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de la productividad de las pasturas³ por más temperatura, lluvia y CO₂. (+) 2. Aumento de las sequías y disminución de la disponibilidad de forraje. (-) 3. Mayores riesgos de afectar cantidad de agua para el ganado. (-) 4. Más eventos de estrés calórico estival: disminución del pastoreo y de la producción de leche. (-) 5. Menores pérdidas medias de peso invernal por regulación térmica. (+) 6. Aumento de costos de sanidad animal por mayor incidencia de plagas (insectos y ácaros). (-) 7. Mayor riesgo de degradación de la composición botánica de las pasturas y

³ INTA estima para la Provincia de Buenos Aires que la productividad media de las pasturas aumentará entre 8 y 10% en los próximos 30 ó 40 años.

	menor resiliencia (capacidad de recomposición ante eventos extremos). (-)
5. Cultivos forestales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Riesgos de incendios incrementados por veranos secos y olas de calor. (-) 2. Riesgo de aumento de incidencia de enfermedades y plagas. (-)
6. Horti-fruti-viticultura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento del período libre de heladas. (+) 2. Riesgo de heladas extemporáneas y olas de frío. (-) 3. Mayores riesgos de enfermedades y plagas. (Las heladas y las bajas temperaturas cortan el ciclo de plagas que de otra manera se incrementarían con los consiguientes daños o aumento de costos de control). (-) 4. Mayores temperaturas nocturnas aumentan la respiración y disminuyen la productividad primaria neta y la acumulación de azúcar en los frutos. (Por ejemplo, esto representa una potencial pérdida de calidad de la uva para vino). (-) 5. Mayor riesgo de temporales que hagan perder cantidad y calidad de la producción y dañen infraestructura (invernáculos). (-) 6. Menor número de horas de frío para especies con requerimientos de vernalización. (-)

En la ganadería, aparecen amenazas particularmente severas para los sistemas criadores sobre suelos superficiales, que no almacenan agua. Este problema trasciende a los criadores, ya que impacta en el conjunto de la cadena de valor. En consecuencia, si el beneficio de una mayor estabilidad en la oferta de terneros es relevante para invernadores e industriales cabe preguntarse si las políticas a diseñar no debieran incluirlos como parte de la solución.

4. ¿QUÉ HACER ANTE ESTAS AMENAZAS?

En este marco de riesgos incrementados se necesita identificar diversas medidas de adaptación, algunas que se toman en el ámbito del establecimiento y otras más generales que se asocian a políticas públicas. La investigación tiene también un papel central, por ejemplo generando materiales genéticos más resistentes a enfermedades o a excesos o déficit de agua, o proponiendo estrategias de diversificación de los sistemas productivos y las prácticas de manejo que minimicen los daños por eventos extremos que ocurrirán de todas maneras.

La mejora continua de la calidad de los pronósticos meteorológicos de corto y mediano plazo y, en particular su incorporación a la planificación de las actividades, es otra de las estrategias necesarias. El INIA ofrece a través del grupo GRAS, valiosa información de apoyo a la toma de decisiones.

A su vez hay que considerar que hay rubros que pueden generar externalidades negativas, aumentando la vulnerabilidad de otros rubros y sistemas productivos ante eventos de sequías. El caso más claro es el de la forestación extensiva, que en Uruguay no ha considerado las variables hidrológicas en la localización de los

cultivos. Las políticas públicas han incentivado la instalación de plantaciones en áreas definidas por la Ley como de prioridad forestal en base a consideraciones de productividad forestal de las tierras, sin incluir en la medida necesaria dimensiones relevantes como el efecto sobre el ciclo hidrológico y la biodiversidad. Como lo demuestra abundante literatura científica⁴, es sabido que los cultivos forestales densos disminuyen la cantidad de agua de lluvia que llega al suelo y disminuyen el escurrimiento hacia cauces de agua. Siendo la cuenca la unidad de manejo de los recursos naturales, parecería importante rediscutir las políticas de ocupación del territorio por forestación de gran escala, considerando los impactos en el ciclo hidrológico y la manera de minimizar efectos que representen un aumento de la vulnerabilidad a sequías en la ganadería, los cultivos regados y la producción de hidroelectricidad.

El IPCC define la adaptación como los “ajustes en los sistemas ecológicos, sociales o económicos para responder a estímulos climáticos presentes o esperados, y sus efectos o impactos. La adaptación refiere a los cambios en los procesos, prácticas y estructuras para moderar los daños potenciales o beneficiarse de las oportunidades asociadas al cambio climático”

El MVOTMA ha elaborado, en un proceso de consulta, un programa de medidas de adaptación, PMEGEMA⁵, que para el sector agropecuario identifica dos medidas: 1) Mejorar bancos de semillas adaptados a los probables escenarios climáticos, y 2) Promover el manejo sostenible del suelo, incluyendo la siembra directa y otras medidas de conservación de suelos y prácticas de uso mejoradas. La primera medida no ha sido incorporada a la investigación, la segunda puede decirse que está de alguna manera contenida en las acciones del Programa de Producción Responsable del MGAP, pero no es claro que su motivación fundamental sea la adaptación al cambio climático. Por otra parte, como se verá más abajo, estas dos medidas de adaptación si bien son importantes, resultan notoriamente insuficientes para dar cuenta de la variedad y complejidad de los desafíos de adaptación que enfrenta el sector agropecuario.

Se podría decir en este último caso que las acciones realizadas son co-beneficios en términos de adaptación. Como destaca el IPCC las medidas de adaptación son raramente llevadas a cabo como respuesta al cambio climático solamente, pero pueden ser integradas en la gestión de recursos hídricos, las prácticas de uso y manejo de la tierra, el ordenamiento territorial, y las estrategias de reducción de riesgos. La vulnerabilidad futura depende no solo del cambio climático sino también de la senda de desarrollo. El desarrollo será sostenible si puede reducir la

⁴ Ver Cuarto Reporte del IPCC (2007), Informe de mitigación, Capítulo 9, en www.ipcc.ch. Así como Jackson R B. et al. 2005: *Trading Water for carbon with biological carbon sequestration*. Science, 310, pp.1944-1947.

⁵ Ver informe “PMEGEMA” en la Segunda Comunicación Nacional de Uruguay a la Convención Marco de Cambio Climático y en www.dinama.gub.uy

vulnerabilidad al cambio climático, mejorando la capacidad adaptativa y el aumento de la resiliencia⁶.

Una cartera de medidas de adaptación y mitigación puede disminuir el riesgo asociado con el cambio climático. Del Cuadro 1 se desprende que no basta una sola medida, se requiere una estrategia global, con prioridades y que se articule con las políticas públicas y las decisiones de los agentes productivos y la sociedad en los distintos ámbitos de acción. Las medidas de adaptación, según el IPCC, se deben incluir en la planificación del uso de la tierra y el ordenamiento territorial, y se deben incluir medidas para reducir la vulnerabilidad en las estrategias de desarrollo agropecuario existentes.

La adaptación debe ser promovida por las políticas públicas, e integrada a las políticas de desarrollo sectorial. Para la sociedad y los agentes económicos, la adaptación es en esencia una estrategia de manejo del riesgo; implica costos, pero como en toda estrategia de prevención, también implica ahorro de costos futuros mayores. Por ello, evaluar los costos de los daños que se intentan evitar es una tarea clave a emprender a corto plazo.

En el sector agropecuario, las medidas de adaptación deben considerar las especificidades de sitio, ecosistema, y manejo, entre otras. Ejemplos son los siguientes:

- Identificar genotipos de mayor resistencia a la sequía y realizar mejoramiento genético.
- Adecuar y escalonar las épocas de siembra.
- Diversificar los sistemas productivos, incluso utilizando mezclas de especies.
- Aprovechar el potencial de los sistemas silvopastoriles para restaurar tierras y defender y promover las gramíneas invernales en el tapiz.
- Evitar la fragmentación a escala de paisaje y establecer corredores biológicos que conecten ecosistemas fragmentados y ayuden a preservar la biodiversidad.
- Identificar y adoptar prácticas de manejo que ayudan a proteger los recursos naturales (por ejemplo el laboreo conservacionista o el laboreo cero).
- Promover prácticas de manejo que confieren resiliencia a los ecosistemas.
- Seleccionar especies forrajeras con sistemas radiculares más profundos y menos sensibles a las sequías.
- Realizar reservas forrajeras para épocas de crisis.
- Aumentar la disponibilidad y la eficiencia de uso del agua para el ganado.

⁶ El concepto de resiliencia de un sistema es clave en relación con los impactos del cambio climático, ya que refiere a la capacidad de retornar al estado anterior a experimentar la perturbación (al igual que sucede con un resorte). Si un sistema no tiene resiliencia, se degradará sucesivamente luego de cada impacto.

- Prevención de incendios.
- Mejorar la distribución de la sombra y el abrigo para el ganado.

Es claro que el calentamiento global está produciendo un cambio en el clima. La adaptación es un proceso que conlleva costos. A nivel de negociación internacional en la Convención de Cambio Climático, se debería seguir insistiendo en que los países que son los principales responsables de los impactos actuales y futuros contribuyan financieramente a atenuar este costo para países en desarrollo, como Uruguay.

Al mismo tiempo, las tendencias climáticas para las próximas tres décadas sugieren que importantes zonas productoras de granos en el mundo dejarán de ser aptas para importantes cultivos alimenticios. La producción agrícola se redistribuirá en el mundo, y es posible que el Sudeste de Sudamérica (Argentina, Uruguay y Sur de Brasil) intensifique su papel de productor de granos. En este sentido parte del trabajo de adaptación debería incorporar también una visión estratégica acerca de las oportunidades que se pueden abrir en 20 a 40 años. En esa perspectiva un cuidado celoso de la salud de nuestros recursos naturales se torna en una cuestión aun más estratégica.

7. RESUMEN

El problema más preocupante que genera el cambio climático para el sector agropecuario es el aumento de la variabilidad climática y de la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como sequías, inundaciones, olas de calor o frío, y tormentas o huracanes.

Estos eventos tienen por un lado altos costos económicos inmediatos y por otro lado afectan la base de recursos naturales del país, que tenemos el deber de proteger. La predicción de estos eventos es difícil, sin embargo, entender que estamos ya expuestos a mayores y crecientes riesgos climáticos es clave para iniciar estrategias de adaptación, que disminuyan la vulnerabilidad y aumenten la capacidad de recuperación de los agroecosistemas una vez que se produce un impacto.

En consecuencia es imprescindible actuar y tomar decisiones a varios niveles: nacional, local, de cuenca y de los predios. Las medidas a tomar son múltiples, de efectividad variable, y dependen de sitios y de rubros. Algunas medidas están disponibles pero otras requieren aun mucha investigación. Y hay que tener claro que solo una parte de los impactos puede ser atenuada, y que si los impactos son muy extremos las medidas de adaptación pueden ser de eficacia parcial. Pero no hacer nada o limitarse a actuar cuando el impacto ya se ha producido es la peor opción. La proactividad es clave en la gestión de los riesgos. Adicionalmente, hay que tener presente que un subconjunto de medidas de adaptación puede a la vez generar co-beneficios productivos (caso del mínimo laboreo, de la instalación de

más aguadas, de hacer reservas forrajeras y desarrollar sistemas agroforestales y silvopastoriles diversificados).

El conocimiento de la vulnerabilidad de nuestros diferentes agroecosistemas es aun muy escaso y no se han instalado los necesarios sistemas de monitoreo sistemático de los cambios en curso, ni se recopila otra información relevante para modelización. El paradigma de que el futuro es una extrapolación del pasado ha caducado y hay que asumirlo. El campo natural y los recursos hídricos deberían ser, por ejemplo, objeto de monitoreo sistemático de la evolución de su composición botánica, que den apoyo a la toma de decisiones sobre como manejarlos adecuadamente con miras a la sustentabilidad. En este sentido, mejorar los escenarios de cambio climático a escala país, generar y difundir más conocimiento y tecnología sobre como disminuir la vulnerabilidad climática de los agrosistemas, son elementos imprescindibles para decisiones de manejo agronómico y empresarial que minimicen los riesgos climáticos.