

RIESGO SEQUÍA, IMPACTOS Y MANEJO DE RIESGO EN LA AGRICULTURA DEL SUR DE CÓRDOBA¹

Wehbe M B, Bosch, E A, Granda J A, Tarasconi I E

Dpto. Economía, Fac. Ciencias Económicas, UNRC, Argentina

**mwehbe@eco.unrc.edu.ar;
ebosch@fce.unrc.edu.ar;
jgranda@correo.inta.gov.ar;
tarasconi_ivan@yahoo.com.ar**

¹ Financiamiento CyT-UNRC y Ministerio de CyT Córdoba.

RIESGO SEQUÍA, IMPACTOS Y MANEJO DE RIESGO EN LA AGRICULTURA DEL SUR DE CÓRDOBA²

Resumen

Los productores agropecuarios pampeanos son agentes económicos que, históricamente, han mostrado una alta capacidad de adaptación a diversos fenómenos, sean climáticos o de mercado. Sin embargo, la sequía es un fenómeno climático que los sigue preocupando por su impacto en los rindes y sobre la producción agregada. El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar el riesgo sequía y cuantificar financiera y económicamente el impacto de la sequía en los productores agrícolas de los departamentos Río Cuarto y Marcos Juárez de la provincia de Córdoba (Arg.), así como analizar dos mecanismos alternativos o complementarios de adaptación que les permita reducir sus impactos. Si bien en el uso corriente se puede hablar de riesgo de sequía como la posibilidad de que las precipitaciones sean “sustantivamente” inferiores a la media, puesto en el contexto de un agente económico que debe administrar un proceso de producción, el concepto de riesgo de sequía debiera ser más estrechamente definido. En este trabajo se entiende por riesgo de sequía la probabilidad de ocurrencia de un desastre en relación al valor monetario de las potenciales pérdidas o impactos, aunque se reconoce la existencia de otro tipo de impactos de más difícil cuantificación (e.g. ambientales, sociales). En este trabajo llamamos la atención sobre la importancia de evaluar en forma más integral aquellos aspectos relacionados con el clima y el mercado reconociendo que la naturaleza edafo-climática de cada departamento es una restricción con la cual el productor debe lidiar. Una de las consecuencias esperadas del cambio climático sobre las que existe mayor consenso se refiere al incremento en frecuencia y severidad de los fenómenos climáticos extremos, como ser las sequías. En este sentido, aunque la evaluación de riesgo está basada en eventos pasados o actuales, tienen relevancia en tanto aportan al manejo anticipado de los mismos. Trabajando con datos oficiales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos (Gob. Pcia. de Córdoba) de producción y rendimientos más los datos elaborados por la Cátedra de Agrometeorología, UNRC, acerca del comportamiento de las variables climáticas, a lo que se suman los modelos productivos elaborados por el Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba (INTA, UNRC, Sec. Agricultura y Ganadería, Pcia. de Córdoba), se modela el riesgo que enfrenta un productor tipificado en dos departamentos del Sur de la Pcia. de Córdoba. Dicha información aporta a la evaluación del impacto económico-financiero, analizado en términos agregados y para modelos representativos, a partir de los cuales se discuten las posibilidades de dos mecanismos de adaptación, uno definido como manejo de crisis (seguros) y otro de manejo anticipado de riesgo de sequía (riego suplementario), en relación a aquellos modelos. Los resultados apuntan a demostrar, en términos comparativos entre los dos departamentos, la diferencia en riesgo para los cultivos principales, así como también sus impactos diferenciales sobre los resultados de los modelos y las posibilidades de adaptación. Más allá de las potencialidades económicas individuales para la incorporación de mecanismos de manejo de riesgo climático, se alerta sobre la necesidad de evaluar dichos mecanismos desde un enfoque más amplio, que trascienda las evaluaciones parciales e incorporen tanto la perspectiva social, en cuanto a equidad de acceso, y ambientales, relacionadas con la disponibilidad y calidad de recursos utilizados en la producción agrícola.

Palabras clave: Agricultura - riesgo sequía - adaptaciones - riego – Córdoba

² Financiamiento CyT-UNRC y Ministerio de CyT Córdoba.

1. Introducción

El cambio climático y la variabilidad climática reúnen suficientes evidencias y sus efectos han pasado a ser preocupaciones de Estado, tanto por las crecientes pérdidas que los mismos producen en el mundo, como por la calidad de vida y por la sustentabilidad de los distintos sistemas ecológicos en el presente y hacia el futuro (McCarthy et al, 2001). Las recurrentes pérdidas económicas agrícolas en el país y en el mundo, resultado de la ocurrencia de eventos climáticos adversos, permiten suponer aún una adaptación insuficiente a los mismos (Smit and Wandel, 2006). Esto es, la vulnerabilidad tanto de la producción como de los productores agrícolas aún es elevada a pesar de la existencia de diferentes opciones de adaptación. En el caso de la producción agrícola y de los productores del Sur de Córdoba la situación no es diferente y año tras año la región y sus actores se encuentran expuestos a los riesgos y a pérdidas, inducidos por los efectos del cambio climático y de su variabilidad (Eakin et al, 2008; Wehbe et al, 2008).

La medición de los impactos del clima sobre la producción agregada por Departamentos permite una primera aproximación a la evaluación de la Vulnerabilidad. Abstrayendo otro tipo de determinantes, la variabilidad que se da en los rendimientos de los principales cultivos año tras año representa la exposición a fenómenos climáticos, la sensibilidad de los cultivos a las variaciones en el clima y la capacidad o falta de ella para evitar dichas fluctuaciones (Bohle et al, 1994). Esta forma de valorar vulnerabilidad de la producción agrícola sólo tiene un sentido *ex post*. En este sentido, aunque la evaluación de riesgo está basada en eventos pasados o actuales, tiene relevancia en tanto aportan a la capacidad de adaptación y al manejo anticipado de eventos futuros.

El objetivo del presente trabajo consiste en aproximar una medición del riesgo sequía y cuantificar financiera y económicamente su impacto de manera comparativa entre los productores agrícolas de los departamentos Río Cuarto y Marcos Juárez de la provincia de Córdoba (Arg.), así como analizar los mecanismos alternativos o complementarios de adaptación que les permita reducir sus impactos. Trabajando con datos oficiales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos (Gob. Pcia. de Córdoba) de producción y rendimientos de dos cultivos (soja y maíz), más los datos elaborados por la Cátedra de Agrometeorología, UNRC, acerca del comportamiento de las variables climáticas, a lo que se suman los modelos productivos elaborados por el Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba (INTA, UNRC, Sec. Agricultura y Ganadería, Pcia. de Córdoba), se modela el riesgo que enfrenta un productor tipificado en los

dos departamentos del Sur de la Pcia. de Córdoba. Dicha información aporta a la evaluación del impacto económico-financiero, analizado en términos agregados y para modelos representativos, a partir de los cuales se discuten las posibilidades de dos mecanismos de adaptación, principalmente a partir del manejo anticipado de riesgo de sequía (riego suplementario), en relación a aquellos modelos.

A los efectos de este trabajo, se define **Vulnerabilidad** como la disminución en el valor de la producción agrícola resultante de las variaciones en los rendimientos de los cultivos (maíz y soja) causadas fundamentalmente por alteraciones en el clima local, su variabilidad y extremos. Si bien los impactos de vulnerabilidad social son más perceptibles a escala individual, este trabajo se basa en una noción de impacto agregado. La agregación de las pérdidas causadas a la producción primaria podría constituir un elemento que alerte a los propios productores agropecuarios, las autoridades provinciales y otras instituciones involucradas respecto de la problemática y así consensuar un conjunto de estrategias que persigan varios fines. Primero, que permitan a productores individuales, sobretudo a quienes poseen menos recursos, a hacer frente a estas fluctuaciones en la producción como forma de sostener sus ingresos. Segundo, que el conjunto de productores, con más o menos recursos, incorporen prácticas que contribuyan a la mitigación del cambio climático (i.e. contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero), como modo de evitar que fenómenos extremos se agudicen³. Finalmente, que en conjunto, también, se persiga la seguridad alimentaria en la región y para su comercialización fuera de ella.

2. Riesgo sequía, vulnerabilidad y adaptación en la producción de cultivos de cosecha

El riesgo es la amenaza concreta de daño que afecta a una unidad de análisis expuesta, ya sean personas, actividad productiva, u objetos diversos, y que puede o no concretarse en algún momento del tiempo. La producción agrícola está sujeta a una variedad de riesgos que pueden poner en peligro la continuidad de la actividad y, por lo tanto, la posibilidad de generar ingresos a un grupo de la población. De acuerdo al trabajo desarrollado por Lancieri y Nava (2005), los riesgos agrícolas pueden ser clasificados según sean de origen comercial (i.e. personales, de producción, de precios e institucionales) o financiero. Dichos riesgos están frecuentemente interrelacionados, por lo que los efectos de los fenómenos a los cuales se asocian pueden multiplicarse e impactar con mayor dureza sobre la estabilidad del productor.

³ A escala global, la agricultura contribuye en un 13,5 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero, causante del cambio climático (Climate Change: Synthesis Report, 2007) Disponible http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

Si bien se reconocen estas interrelaciones, a los fines de este trabajo, se hará referencia exclusivamente al riesgo sobre la producción y los rendimientos. Y en este sentido, los aspectos generadores de pérdidas en la producción y los rendimientos pueden clasificarse en dos: climatológicos y biológicos. Específicamente, la pérdida de rendimientos o el riesgo de que éste suceda como resultado de la ocurrencia del fenómeno sequía. La ocurrencia de la sequía, impacta negativamente sobre el rendimientos de los cultivos y esto se traduce en una disminución de los beneficios del productor. De acuerdo a las características propias de los productores afectados, la pérdida de beneficio económico podría entenderse como un riesgo sobre la estabilidad socioeconómica de este agente. Por ello, el riesgo sobre los beneficios ha constituido para las empresas rurales un problema económico con posibilidad de transformarse en uno de carácter financiero, sobre todo cuando el fenómeno climático se torna recurrente o de gran magnitud. Aún cuando las oscilaciones en los ingresos dejen un saldo neto positivo a mediano plazo, la empresa necesita un flujo de fondos mínimo que no todos los años está asegurado y exige, por tanto, contar con respaldo financiero a la hora de enfrentar las pérdidas (Sábato, 1980) o afrontar los costos de algún mecanismo de adaptación.

Los riesgos de la producción y, por lo tanto, sobre los beneficios pueden disminuirse si se entienden como el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un evento, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Cardona, 1993). En este sentido, diferentes medidas de adaptación pueden incorporarse en las estrategias que aplican los productores agropecuarios para reducir su vulnerabilidad (Wehbe et al, 2008). Para definir riesgo, amenaza y vulnerabilidad, se toman los conceptos acordados por UNESCO, UNDRO (Oficina del Coordinador de Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre), en el consenso de 1979, extraídos de Cardona (1993) a partir del cual:

AMENAZA O PELIGRO (A_i), queda definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de exposición t en un sitio dado con intensidad mayor o igual a i . Fenómenos de magnitud inferior a i no afectan al elemento expuesto.

VULNERABILIDAD (V_e), es definida como la predisposición intrínseca de un elemento e , o grupo de elementos bajo riesgo, a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante el resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, con una intensidad i (expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total). A su vez, la vulnerabilidad puede ser definida en función de la sensibilidad del elemento expuesto al fenómeno pertinente y su relación con la capacidad de adaptación de este elemento al fenómeno ocurrido y a sus consecuencias antes, durante o a *posteriori* de ocurrido el evento.

V_e (S_e , C_{ae})

RIESGO ESPECÍFICO (Rie), es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.

$$\mathbf{Rie} = \mathbf{f}(\mathbf{Ai}, \mathbf{Ve}(\mathbf{Se}, \mathbf{Cae}))$$

Esta función puede leerse de la siguiente manera: Una vez conocida la amenaza o peligro **Ai**, y conocida la vulnerabilidad **Ve**, el riesgo **Rie** puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento *e*, como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad *i*, donde la vulnerabilidad del elemento expuesto será mayor cuanto más grande sea su sensibilidad **Se** al fenómeno y cuanto menor sea su capacidad de adaptación **Cae**.

Los mecanismos de Manejo de Riesgo

Una vez asumida la existencia de un determinado riesgo específico, pueden aplicarse una serie de estrategias tendientes a tomar control sobre este riesgo. El empleo de mecanismos estabilizadores, como los involucrados en la gestión de riesgo, marcan la diferencia entre los distintos productores que conforman el sistema agrícola en cuanto a su capacidad de adaptación a los sucesos climáticos adversos. Así planteado, la capacidad de adaptación esta directamente relacionada con la gestión del riesgo. Esto significa que a medida que se incorporan estrategias de manejo de riesgo aumenta la adaptación del productor a los fenómenos adversos, contribuyendo a disminuir su vulnerabilidad (Maskrey, 1993).

Las prácticas usadas por los productores para manejar el riesgo son numerosas y pueden agruparse para su mejor tratamiento. Los autores Ibarra y Skees (2007) las clasifican en: diversificación de riesgo; mitigación de riesgo; manejo de riesgo retenido; y transferencia de riesgo.

En un trabajo realizado en la región Centro-Sur de Córdoba se identificaron los recursos con que se cuentan para la adaptación y su valoración por parte de los propios productores (Gay et al, 2006). En dicha oportunidad se identificaron y ponderaron recursos físicos/financieros, social/humanos, capacidad de manejo y adaptaciones ya incorporadas a las unidades de producción, a partir de cuya información se elaboraron índices de capacidad de adaptación. En general, los índices de capacidad adaptativa fueron más altos para las explotaciones de mayor tamaño, tal como lo ponderaron los mismos productores, debido a que las economías de escala en los cultivos de cosecha permiten la disponibilidad de recursos financieros para poder hacer frente a diferentes tipos de estrés climático. La disponibilidad de tecnología propia es también mayor para estos productores, los que disponen los recursos para financiar su incorporación y que les permite flexibilidad para cambiar fechas de siembra, fertilización o de cosecha dependiendo de las condiciones del clima. Esto es, el mecanismo de manejo de

riesgos a través del mecanismo de *riesgo retenido* –ahorros o préstamos, formales e informales. Este mismo mecanismo le estaría permitiendo al productor incorporar algún mecanismo de *mitigación de riesgo* en el caso de la sequía. Esto es, la posibilidad de incorporar el riego si se dispone de agua en cantidad y calidad. Sin embargo esta opción dependerá, en última instancia, de la capacidad financiera de cada productor en relación a la inversión necesaria para la adquisición de los equipos. Sin la posibilidad de inversión, podría recurrirse a otro mecanismo: *la transferencia del riesgo*. Sin embargo el seguro multiriesgo se presenta en mercados incompletos y además el alto valor de las primas hace de este mecanismo uno escasamente utilizado en el sector agropecuario en general.

Otro mecanismo de manejo de riesgo climático en la agricultura es el referido a la diversificación, ya sea productiva, espacial de la producción y de ingresos de los hogares. La diversificación productiva, aunque presente en un número importante de productores de la región, es una práctica que ha tendido a desaparecer frente al avance del monocultivo de soja. Esta situación ha sido resultado, no sólo de precios relativos, sino también de la estrategia de pequeños productores, quienes por una cuestión de escala, toman como estrategia el ceder sus tierras en arrendamiento. Por su parte, la distribución espacial de la producción es ya una medida utilizada por grandes productores o pools de siembra como medida de reducción del riesgo productivo, pero no está al alcance de todos los productores. Finalmente, la posibilidad de diversificar el ingreso de los hogares, está atado a una política pública de generación de empleos, sea en el ámbito rural o urbano (Wehbe et al, 2008)

De este modo y frente al riesgo sequía, es de esperar que la incorporación del riego, como mecanismo de mitigación, constituya la principal opción de adaptación. Si bien este mecanismo contribuye a estabilizar los ingresos de los agricultores, también podría, asimismo, incrementar los niveles agregados de producción.

3. Materiales y métodos

3.1. Riesgo sequía

Para aproximar un valor del riesgo sequía (s) para los departamentos (j) Río Cuarto y Marcos Juárez (Fig. 1a) y para los cultivos (i): soja y maíz se utilizó la siguiente función de riesgo:

$$Rs^j = P^j (s) * S^i (s)$$

Esta función de riesgo indica, a nivel departamental, cual es la probabilidad de pérdidas de producción tras ocurrir el fenómeno sequía dada la sensibilidad de cada cultivo a dicho extremo climático.

La probabilidad de ocurrencia del fenómeno sequía ($P(s)$) se construyó como el cociente entre los años en que ocurrió el fenómeno y el total de años considerados: periodo 1976-2010. La utilización de este período responde a los cambios ocurridos en el nivel medio de precipitaciones en la región considerada. Entre otros autores, Barros (2008) determinó un corrimiento de las isohietas en la pampa húmeda hacia el oeste desde fines de la década de 1970 (Fig. 1b) (ver también: Viglizzo y Frank, 2006).

Ubicación y Precipitaciones medias anuales para el casos de estudio

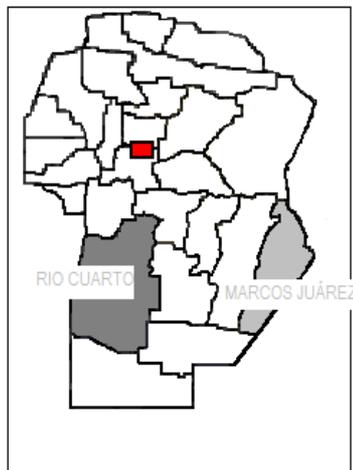


Fig. 1a: Prov. De Córdoba Argentina
Dptos.: izq. Río Cuarto y der. Marcos Juárez

Fig. 1b: Isohietas en mm 1950-196(negro)
y 1980-1999 (gris) Fuente: Barros et al, 2008

La información climática condensada en el Índice Estandarizado de Precipitaciones (McKee et al, 1993) es el calculado por los docentes de la Fac. de Agronomía y Veterinaria de la UNRC. El índice asume la siguiente forma:

$$ISP = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$$

donde F es la probabilidad acumulada de la función Gamma Incompleta transformada en una variable estándar Z de distribución normal, para el total de precipitación de la escala de tiempo i seleccionada (3, 6, 12, etc.); \bar{X} y σ son respectivamente la media y la desviación estándar de la serie, para la misma escala de tiempo i . Por convención en este trabajo, para la

nomenclatura del Índice y la escala de tiempo, se usa la sigla del Índice seguida de un número correspondiente a la escala de tiempo utilizada (e.g. ISP-6).

Un evento de sequía es definido de acuerdo a McKee et al, (1993) como el período en que el ISP es permanentemente negativo alcanzando una intensidad de -1,0 o por debajo. La finalización de la sequía es considerada cuando ocurre un valor positivo de ISP. Valores de ISP iguales o por debajo de -1,5 definen, de acuerdo a los mismos autores una sequía severa. A los efectos de este trabajo fueron considerados tres índices: ISP-6, el ISP-3 (correspondiente a los meses Nov, Dic y Ene) y el ISP-1 (correspondiente al mes de Dic). El uso conjunto de los tres índices facilita la interpretación de algunos resultados en términos de impacto sobre los rendimientos, como se verá más adelante.

Para la estimación de la sensibilidad (S(s)) se consideró la evolución de los rendimientos en maíz y soja para el período 1995/96-2009/10 para los dos Departamentos considerados. Con esta información se definió, en primer lugar, un valor de tendencia para cada cultivo en cada Departamento (Luque et al, 2006; Santos et al, 2006). Dicha tendencia será considerada, en adelante, como el valor esperado por los productores en los rendimientos de cada cultivo al momento en que se toma la decisión respecto de la siembra. Los valores esperados construidos coinciden con la estimación de informantes calificados. En segundo lugar, se calculó la variación de los rendimientos correspondientes a los años en que se manifiesta deficiencia en las precipitaciones, respecto de aquella tendencia. Esta variación en los rendimientos por hectárea se relaciona con el total de hectáreas cosechadas. Luego se consideran las pérdidas por hectáreas no cosechadas valoradas, en términos de rendimientos, por el rendimiento esperado según tendencia. Este resultado, año por año, se sumó a los valores obtenidos por caída en rendimientos de hectáreas cosechadas. Posteriormente se procedió a valorar el total de hectáreas sembradas por el valor esperado (tendencia) por el productor al momento de la siembra. Este valor se utilizó para evaluar la participación porcentual de la producción perdida sobre la producción esperada para todos los años analizados. Por último, para calcular el porcentaje de daños en los cultivos dada la sequía, se tomaron los valores porcentuales de pérdida para los años en los que los valores del índice de precipitaciones asumieron el valor de menos uno o menor (tomando en cuenta tanto el acumulado de 6 meses, el de tres meses y el índice para el mes de Diciembre) y se promediaron para obtener el valor de sensibilidad.

3.2. Evaluación económico-financiera de los productores agrícolas

Para analizar los efectos del riesgo climático sequía sobre la agricultura en Marcos Juárez (zona húmeda sin déficit hídrico) y Río Cuarto (zona semiárida con déficit hídrico de entre 100 y 200 mm. anuales), con situaciones contrastantes en relación a las precipitaciones, se utilizó un modelo productivo predominante por Departamento, para los cuales se obtuvo el resultado económico de la empresa en situación normal (rendimientos según tendencia de los últimos quince años) y con sequía (rendimientos esperado en años con sequía).

En el trabajo se tuvieron en cuenta los modelos que se proponen en “Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba: Resultados de las Campañas 2003/04, 2004/05 y 2005/06. Proyección Campaña 2006/07” (UNRC, 2006). En el caso del Departamento Marcos Juárez (Área Homogénea IV, Zona Ecológica Homogénea 9) se usó el modelo agrícola N° 10 (pág. 45 de la obra citada) y para el Departamento Río Cuarto (AH V, ZEH 10) se usó el modelo agrícola N° 13 (pág. 54 de la obra citada).

En ambos casos se contempló la superficie total de la explotación (superficie media), la participación de tierra propia y arrendada, mano de obra, composición de los capitales de la empresa y el uso del suelo (cuadro 1). No obstante, para la última variable, en el caso del modelo utilizado para analizar la situación del Departamento Río Cuarto, se reemplazó el maní por soja y maíz respetando las proporciones que estos dos últimos cultivos tienen en la empresa. Dicha situación responde a la opinión de informantes calificados sobre la conducta actual de los productores agrícolas del Departamento, en cuanto a los cultivos realizados, y también para facilitar el análisis del comportamiento de la soja y el maíz frente a la sequía.

Cuadro 1. Sistemas productivos agrícolas Dptos. Marcos Juárez y Río Cuarto

Modelo Agrícola Dpto Marcos Juárez		Modelo Agrícola Dpto Río Cuarto	
Tamaño	Estrato 200 a 400 ha	Tamaño	Estrato 300 a 500 ha
Superficie media	283 ha	Superficie media	416 ha
Tenencia	Sup. Propia 43,8%	Tenencia	Sup. Propia 48%
	Sup. Arrendada 56,2%		Sup. Arrendada 52%
Mano de obra	1,31 EH; 100% fliar	Mano de obra	1,8 EH; 45% fliar
Uso del suelo		Uso del suelo	
Trigo/Soja de 2da	86 ha	Trigo/Soja de 2da	---
Soja de 1ra	149 ha	Soja de 1ra	220 ha
Maíz	41 ha	Maíz	184 ha
Composición de los Capitales			
Tierra	90,8%	Tierra	95,3%
Mejoras	2,0%	Mejoras	1,8%
Maquinarias	7,2%	Maquinarias	2,9%
\$ Totales	\$ 6.692.875	\$ Totales	\$ 4.035.843

En cuanto a los rendimientos esperados se consideraron el valor de la tendencia de los rendimientos, últimas quince campañas, específicamente los obtenidos en la cosecha 2010 (última disponible), y aquellos rindes sensibilizados por efecto de las sequías producidas durante el mismo período (cuadro 2). Para la composición técnica-productiva de los cultivos se utilizó lo propuesto por la revista Agromercado (año 30, N° 314, junio de 2011; maíz pág. 42, soja de 1ra pág. 44, soja de 2da pág. 45, trigo pág. 47), para ambas zonas estudiadas.

Cuadro 2. Rendimientos esperados y sensibilizados por efecto de la sequía

Modelo Agrícola Dpto Marcos Juárez			Modelo Agrícola Dpto Río Cuarto		
Cultivo	kg/ha esperado	kg/ha sensibilizados	Cultivo	kg/ha esperado	kg/ha sensibilizados
Trigo	2500	2500	Trigo	---	---
Soja de 1ra	3740	3090	Soja de 1ra	2342	1832
Soja de 2da	2597	2145	Soja de 2da	---	---
Maíz	9970	8625	Maíz	5940	4173

En relación a los precios de los insumos y costos de contratistas la fuente utilizada fue la revista Agromercado antes citada. Para las cotizaciones de los granos se usó la información publicada por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (web del mercado a término, precios al momento de la cosecha del 8 de junio de 2011: Trigo valor Buenos Aires a enero /2012 \$/t. 781,00; promedio trienio 2009/11 \$/t (nov-ene) \$/t 503,42. Maíz valor Rosario a abril /2012 \$/t. 752,40; promedio trienio 2009/11 (mar-may) \$/t 534,54. Soja valor Rosario a mayo /2012 \$/t. 1.317,50; promedio trienio 2009/11 (abr-jun) \$/t 1.050,64). La cotización del dólar corresponde a la información publicada en la página web de los Bancos Nación Argentina y Central de la República Argentina, al 6 de junio de 2011. Finalmente, tanto para el valor de la tierra como el costo del arrendamiento se contemplaron a precio de mercado (cotización conservadora).

Como resultado económico de producción se calculó el margen bruto para cada cultivo que integra el modelo productivo considerado, luego dichos márgenes se agregaron para obtener el margen bruto de la empresa, al cual se le descontó el costo de estructura (gastos fijos efectivos más amortizaciones) para llegar al ingreso neto. Por último, el ingreso neto medido en función de los capitales de la empresa permite obtener la rentabilidad económica de la misma.

Por otro lado, dado que una forma de mitigar el riesgo de sequía es la utilización del riego por aspersión, se analizó la posibilidad de invertir en un equipo de riego y pagarlo con la diferencia de ingresos obtenidos entre la tendencia de rendimientos y los rendimientos

esperados en años de sequía. Es importante considerar que se trataría de una situación altamente conservadora, ya que el impacto que tiene el riego suplementario, tanto en los techos de rendimientos posibles de lograr como en la estabilización de los mismos, sería muy superior al sólo hecho de obtener el rendimiento de la tendencia. Además, cuando una empresa introduce el riego normalmente intensifica su proceso de producción incorporando otros cultivos más intensivos y/o de mayor valor de mercado.

3.3. Distribución de probabilidad del resultado económico de las empresas modales.

Para este análisis, se tomaron como variables aleatorias independientes los rendimientos de cada tipo de cultivo en cada uno de los departamentos analizados bajo dos circunstancias, una para el caso de rendimientos normales y la segunda cuando se presentan eventos climáticos con bajo nivel de precipitaciones, correspondientes a los modelos enunciados en la sección anterior. Dada la naturaleza de los fenómenos descriptos estadísticamente cada una de las variables de rendimientos se modeló con una distribución Beta Generalizada centrada en la media histórica. La razón principal para tomar esta distribución y no optar por la que comúnmente se piensa, i.e. usar una distribución normal, es que los rendimientos descriptos numéricamente no pueden estar definidos en el campo de los números reales ya que este campo carece de límites, o sea los valores van desde los infinitos negativos hasta los infinitos positivos, cuando los rendimientos por su naturaleza biológica no pueden quedar establecidos en un rango tan vasto. Contrariamente, la distribución Beta Generalizada reconoce explícitamente la existencia de límites fijos tanto inferiores como superiores. Dada la carencia de información experimental no se modelaron efectos de correlación entre cultivos dentro de cada zona bajo estudio.

Para determinar el comportamiento de la distribución de frecuencia de las variables económicas relevantes se realizó una simulación de Monte Carlo para una empresa tipificada, la cual ya ha sido descrita anteriormente; para estas simulaciones se corrieron quinientas iteraciones las cuales fueron sucesivamente introducidas en el modelo económico financiero de referencia. Finalmente, se identificó la distribución de probabilidad que mejor caracteriza estos resultados y serán presentados oportunamente.

4. Resultados

4.1 Riesgo sequía

A partir de la información brindada por el Índice Estandarizado de Precipitaciones, se consideraron, para el Dpto. Río Cuarto, 11 años con presencia de sequías de diferente

magnitud y, para el Dpto. Marcos Juárez, 6 años. Estos valores asociados a la totalidad del periodo considerado (34 años) arrojan valores de probabilidad de ocurrencia del fenómeno de 32,3 y 17,6% respectivamente⁴.

Estos valores de probabilidad se asociaron a los de sensibilidad (calculados según metodología) para calcular los valores de riesgo como se muestra en el Cuadro nº 3. En este contexto Riesgo sequía: muestra la probabilidad de pérdida en el rendimiento esperado de un cultivo cuando dicho fenómeno se presenta para un valor del ISP igual o menor a (-1).

Cuadro 3		Probabilidad	Sensibilidad	Riesgo
Maíz	Marcos Juárez	0,176470588	0,132155645	0,023321584
	Río Cuarto	0,323529412	0,297516806	0,09625544
Soja	Marcos Juárez	0,176470588	0,146548342	0,025861472
	Río Cuarto	0,323529412	0,217627106	0,07040877

En el departamento de Marcos Juárez, la variable sensibilidad está mostrando un valor mayor para la soja que para maíz traduciéndose esta diferencia también en los valores de riesgo de cada cultivo contradiciendo la lógica del análisis esperado. El mayor valor de riesgo soja para Marcos Juárez respecto al del maíz podría tener dos explicaciones. La primera relacionada al manejo de alternativas de doble cultivo trigo-soja lo cual resulta en una cosecha gruesa que involucra maíz, soja de primera pero también un porcentaje de soja de segunda más vulnerable a valores bajos en las precipitaciones. Es de esperar que el rendimiento de soja de primera se asocie principalmente con la disponibilidad hídrica durante el período de llenado de granos. Contrariamente, el rendimiento del cultivo de soja de segunda, dependería de una mayor cantidad de factores: el contenido de agua en el momento de la siembra de la soja, el balance de agua durante todo el ciclo del cultivo, las bajas temperaturas durante el llenado de granos y el acortamiento en el período de llenado por influencia fotoperiódica. Además, la etapa de crecimiento reproductivo ocurre en condiciones de menor temperatura y radiación que en el cultivo de primera (Andrade y Calviño 2004).

En este trabajo, al no discriminar entre soja de primera y soja de segunda, en el departamento Marcos Juárez, el rendimiento promedio en los periodos de sequía para el cultivo soja en general se ve disminuido y así se eleva el valor de la variable sensibilidad.

En segundo lugar, es de esperar que a la hora de la siembra, el productor elija el lote con mejores condiciones para el cultivo que representa mayores costos de producción. Así, dadas

⁴ Aun cuando las necesidades hídricas difieren para cada cultivo, para el cálculo de probabilidad se han considerado los valores de ISP independiente de aquellas. De todas maneras, las diferencias de impactos para cada cultivo serán reflejadas en el cálculo de sensibilidad.

las condiciones climáticas y de suelo, como el cultivo de maíz es más costoso, el productor elige el mejor suelo para su siembra. Este comportamiento generalizado dota al cultivo de maíz de una mejor respuesta ante la sequía que se visualiza en los menores puntos de su sensibilidad.

De un análisis entre departamentos queda claro que la sequía no solo es más recurrente en el departamento Río Cuarto, sino que su impacto se agudiza frente a las diferentes condiciones de suelo, la persistencia del fenómeno y la extremidad con la cual se presenta; en un departamento donde el doble cultivo no es una opción viable. Por ello puede verse como los valores de riesgos para ambos cultivos son sustancialmente superiores en Río Cuarto sobre todo el del maíz. Aun así, el cultivo de maíz persiste en el departamento ya que ante la presencia de pérdidas totales siempre está presente la posibilidad de destinar esas hectáreas dañadas a la ganadería, como se verá a continuación. Sin embargo, el avance de la agricultura y dada la menor sensibilidad de la soja ha ido desplazando al maíz de las decisiones de siembra del productor.

Análisis de hectáreas no cosechadas por sequía

La información con que se cuenta pone en evidencia que, para ambos cultivos, la proporción de hectáreas no cosechadas respecto de las sembradas es de 19 veces mayor en el caso de la soja y 14 veces para el maíz en el Dpto. Río Cuarto que en el Dpto. Marcos Juárez (cuadro 4). Teniendo en cuenta una similar relación pero ahora en términos de quintales perdidos (valorados por los rendimientos de la tendencia) por estas hectáreas no cosechadas en relación a la producción esperada por las hectáreas sembradas, la relación baja a 8 y 2 veces, respectivamente (Cuadro 5). Dado que una hectárea no cosechada en Marcos Juárez representa una pérdida mayor en función de su mayor potencial productivo. Esto lleva a pensar que la menor cantidad de hectáreas no cosechadas en Marcos Juárez resulta del mayor promedio de rendimientos que detenta este Departamento, lo que hace que aún con una baja importante en sus rendimientos la cosecha se lleve a cabo de todas maneras. Mientras que en el Dpto. Río Cuarto no es raro escuchar a productores agrícolas expresar: “*No levanté la soja porque no cubría ni los costos de la cosecha...*”. Por su parte, el maíz adquiere en el departamento Río Cuarto la característica de que si no es cosechado, puede ser utilizado para pastoreo del ganado, este departamento detenta el 15 % del rodeo bovino y porcino de la Provincia de Córdoba, mientras que Marcos Juárez solo el 4,7% según información del Censo Nacional Agropecuario de 2002 (INDEC). Por ello, cuando los rendimientos en maíz son bajos, pero sigue siendo rentable su cosecha, la opción de pastoreo podría estar incrementando

las estadísticas en cuanto al número de hectáreas no cosechadas de este cultivo en el Dpto. Río Cuarto.

Cuadro 4. Proporción de hectáreas No cosechadas (HNC) respecto del total sembrado (HS)
Promedios anuales, en miles de hectáreas

	SOJA			MAÍZ		
	HNC	HS	%	HNC	HS	%
Dpto. Río Cuarto	8,3	302,467	2,7	17,93	258,733	7
Dpto. Marcos Juárez	0,75	528,067	0,14	0,47	91,167	0.5

Cuadro 5. Quintales no obtenidos por hectáreas No Cosechadas (QQ NC) respecto de la producción esperada (PE) (hectáreas sembradas por rendimientos según tendencia)
Promedios anuales, en miles de Quintales

	SOJA			MAÍZ		
	QQ NC	PE	%	QQ NC	PE	%
Dpto. Río Cuarto	237,250	6.809,65	4%	760,383	12.496,78	6%
Dpto. Marcos Juárez	81,902	16.131,87	0,5%	269,7	7.267,23	3%

4.2 Evaluación de pérdidas monetarias por sequía

Como se dijo, las condiciones edafoclimáticas para los cultivos de cosecha son muy diferenciadas entre los dos Departamentos analizados. Esto queda reflejado en los valores promedio de rendimientos para los dos cultivos estudiados, ostentando el Departamento Marcos Juárez una situación mucho más favorable que el Departamento Río Cuarto. Pero además las variaciones climáticas interanuales son diferentes entre estos Departamentos, impactando ambas condiciones sobre los resultados obtenidos en cuanto a Valor Bruto de la Producción (VBP). Este se obtuvo con precios fijos para todo el periodo con el fin de aislar el impacto climático, si bien se reconoce la presencia de otros factores en la determinación de los rendimientos (e.g. costo de insumos). Es así que en los años considerados en el análisis puede apreciarse que la reducción en el VBP respecto del esperado, según tendencia de rendimientos (considerando ambas, las condiciones climáticas iniciales y la variabilidad climática interanual) es de una vez y media mayor en el caso de soja, y cuatro veces mayor, en el caso maíz, en el Departamento Río Cuarto comparado con el Departamento Marcos Juárez (cuadro 6). El VBP no realizado comprende, las hectáreas sembradas no cosechadas y la diferencia entre el VBP real y el esperado según tendencia, para todos aquellos años en que el primer valor estuvo por debajo de la tendencia.

Cuadro 6. Valor de la producción de soja y maíz no realizados, promedio para el periodo 1995/96 -2009/10

	Has. con soja Prom. Anual	VBP SOJA No realizado (Pesos)	% *	Has. con maíz Prom. Anual	VBP MAIZ No realizado (Pesos)	% *
Dpto. Río Cuarto (VBP según tend. rend.)	302.467	90.509.652,18 (715.421.829)	(12)	258.733	131.093.019,41 (667.978.065)	(20)
Dpto. Marcos Juárez (VBP según tend. rend.)	528.067	87.062.890,73 (1.694.879.349)	(5)	91.177	20.074.817,97 (388.448.023)	(5)

(*) Porcentaje del valor de producción no realizado respecto del valor de producción esperado definido por de la tendencia en rendimientos de cada año.

Estos valores, netos de los resultados obtenidos por rendimientos superiores a la tendencia, representan un ingreso no realizado por hectárea y por año de 137,87 Pesos en la producción de soja en el Dpto. Río Cuarto. Mientras que en Marcos Juárez al considerar los valores superiores a la media esperada el resultado agregado muestra que, las pérdidas por sequía, más que se compensan obteniendo un valor positivo de 2,71 Pesos por hectárea y por año. En el caso del maíz, el agregado para el Dpto. Río Cuarto muestra una pérdida neta de 237,32 Pesos, mientras que para el Dpto. Marcos Juárez dicha pérdida es de 57,73 Pesos por hectárea por año, esto es un 76% menor.

Sin embargo estos valores agregados por departamento y por hectárea, no muestran el impacto individual sobre la diferente tipología de productores que prevalecen en cada uno de ellos (como se verá en la sección siguiente). Desagregando esta disminución en el valor de la producción se analizan a continuación las diferencias entre el caso Río Cuarto y Marcos Juárez en función de hectáreas No Cosechadas y los respectivos rendimientos promedios por cultivo en los dos Departamentos.

4.3 Resultados económico-financieros de los modelos seleccionados

En el Cuadro 7 se muestran los resultados económicos totales de la empresa agrícola modal del Dpto. Marcos Juárez, tanto en la situación normal como cuando debe enfrentar un período de sequía. En ambas situaciones los resultados son positivos, pese a los efectos de aquella, ya que el ingreso neto por hectárea pasa de u\$s261 a u\$s133, siendo la diferencia de casi un 50% (u\$s/ha 128).

Cuadro 7. Resultado Económico del modelo agrícola del Departamento Marcos Juárez

Situaciones Conceptos	Rendimientos esperados		Rendimientos sensibilizados por sequía	
	u\$s Totales	u\$s/ha	u\$s Totales	u\$s/ha
Ingreso Bruto	367.789	1.300	320.980	1.134
Gastos Directos	259.988	919	249.516	882
Margen Bruto	107.801	381	71.464	253

Costos Estructura	33.960	120	33.960	120
Ingreso Neto	73.841	261	37.504	133
Rentabilidad	4,51%		2,29%	

Contemplando como alternativa para mitigar el riesgo de sequía la inversión en un equipo de riego a un costo de u\$s 1.388 por hectárea (equipo de riego por aspersión, con pívot central, usado en tres posiciones) y entendiendo que debería financiarse con la diferencia del ingreso neto señalada (u\$s/ha 128), la evaluación financiera muestra una tasa interna de retorno (TIR) del 5,3%, un valor actual neto (VAN) de u\$s/ha 122 (tasa de descuento del 4%) y un período de recupero de alrededor de once años.

En el Cuadro 8 se muestran los resultados económicos totales de la empresa agrícola modal del Departamento Río Cuarto, tanto en la situación normal como cuando debe enfrentar un período de sequía. En este caso las situaciones son altamente contrastantes, ya que el efecto de la sequía produce un fuerte impacto en los resultados, implicando un quebranto para la empresa. Con rendimientos esperados el ingreso neto por hectárea es de u\$s62 y en la situación de sequía la pérdida es de u\$s/ha 82, resultando la diferencia en valores absolutos de u\$s144 por hectárea.

Cuadro 8. Resultado Económico del modelo agrícola del Departamento Río Cuarto

Situaciones	Rendimientos esperados		Rendimientos sensibilizados por sequía	
	u\$s Totales	u\$s/ha	U\$s Totales	u\$s/ha
Ingreso Bruto	367.115	882	271.162	652
Gastos Directos	314.433	756	278.328	669
Margen Bruto	52.682	127	(-) 7.166	(-) 17
Costos Estructura	27.040	65	27.040	65
Ingreso Neto	25.642	62	(-) 34.206	(-) 82
Rentabilidad	2,60%		(-) 3,31%	

Contemplando como alternativa, para mitigar el riesgo de sequía por el alto impacto que produce, la inversión en un equipo de riego a un costo de u\$s1.388 por hectárea (equipo de riego por aspersión, con pívot central, usado en tres posiciones) y entendiendo que debería financiarse con la diferencia del ingreso neto señalada (u\$s/ha 144), la evaluación financiera muestra una tasa interna de retorno (TIR) del 6,7%, un valor actual neto (VAN) de u\$s/ha 247 (tasa de descuento del 4%) y un período de recupero de alrededor de diez años.

4.4. Evaluación de las tasas de retorno sobre el capital propio

El resultado de los análisis puede ser presentado mejor a partir de sus gráficos. En el gráfico 1 se muestra la tasa de Retorno sobre el Capital propio para un productor de Marcos Juárez (MJ) en el caso normal. En él se ve la distribución de frecuencia donde se observa que en el 90% de los casos la rentabilidad se encontraría en el rango de 6,237% y 7,592% con una

media de 6,90%. Contrariamente, si ocurriera un evento climático adverso (sequía) la tasa de rentabilidad media disminuye pero, además, se puede observar que cambia la distribución de probabilidad de estos rendimientos. La nueva media es de 4,50% con un 90% de probabilidad de obtener una rentabilidad entre el 3,93% y 5,1%. De esta forma tenemos una caída en la media esperada del orden del 2,4% en tanto que el límite inferior se corre en un 2,3% hacia abajo. Además se puede observar que la distribución con “sequía” presenta un sesgo hacia la derecha lo que implica la probabilidad de obtener una rentabilidad por debajo de la nueva media es media de 4,5% lo que sugiere un incremento del riesgo asociado a este desplazamiento de la distribución de probabilidad.

Para el modelo productivo representativo al caso de Río Cuarto (RC) en situación normal se observa que la tasa media de retorno es de 7,0% con un rango de variación del 90% de las oportunidades entre 5,93% y 8,31%. Por otra parte, al pensar en una ocurrencia de sequía se puede ver que la rentabilidad media cae notoriamente al 0,86% con una oscilación del 95% de las oportunidades por encima del -1,6% pero pudiendo llegar a ser tan drástico como en el orden de un -4,0%.

Si se comparan, finalmente, los casos R.C. vs M.J. se puede afirmar que en situaciones normales la tasa media de retorno esperada es mayor en el primer departamento, y basándonos en principios financieros bien aceptados se justificaría si el riesgo en R.C. fuera mayor. Por su parte, la existencia de este riesgo se demuestra a partir de comparar las distribuciones de probabilidad de la Tasa de Rendimiento. Para R.C. el rango de oscilación del 90% se encuentra en el orden del 2,40% de ganancia mientras que M.J. es de 1,4% lo que justifica la noción de que producir en R.C. es más riesgoso. Además se observa que cuando existe sequía la caída de ganancias medias en R.C. es de 6,14% mientras que para M.J. la caída es de 2,41%. Esta condición de riesgo se agrava al comparar los límites inferiores del intervalo del 90% de los casos; mientras en R.C. este límite es de (-1,6%) en M.J. 3,93% lo que abona la hipótesis de mayor riesgo relativa en R.C.

Gráfico 1

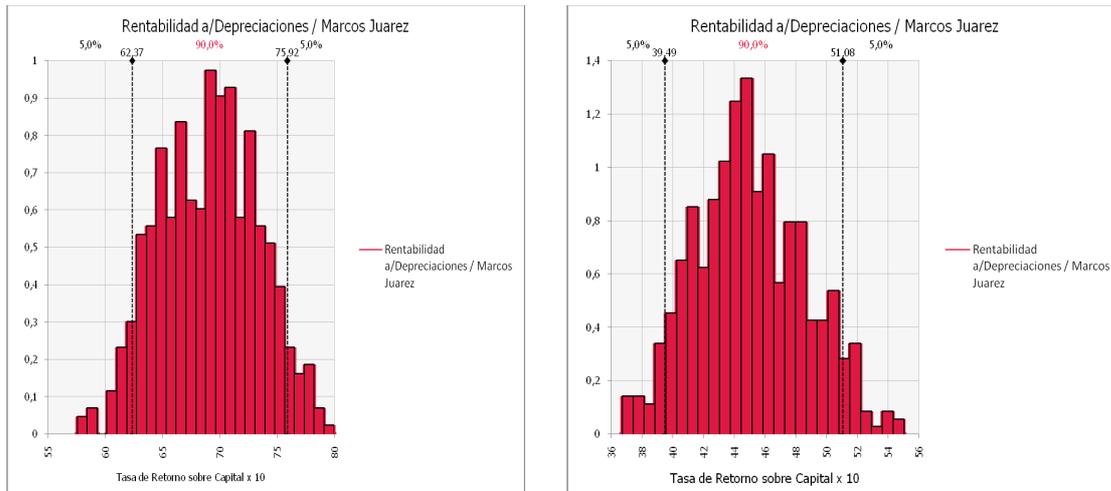
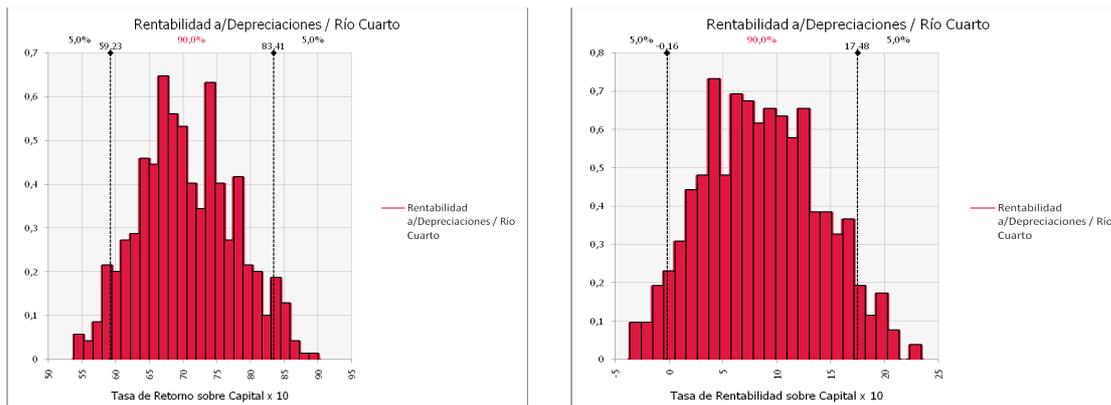


Gráfico 2



4.5 ¿Qué se puede esperar a futuro?

Los modelos de cambio climático global muestran, en general, una tendencia creciente a la disminución en la disponibilidad de agua dulce en las zonas áridas y semiáridas del planeta (Eriyagama et al, 2009). Si bien las salidas de los modelos de circulación global pueden variar cuando se aplican a escalas espaciales más reducidas, es posible esperar una reducción en la disponibilidad de agua dulce hacia el Oeste de la Pcia. de Córdoba y un incremento hacia el Este. A pesar del alto grado de incertidumbre respecto de los patrones de temperatura y precipitaciones detrás de aquellos modelos globales (Maurer y Duffy, 2005) y de los posibles impactos que los valores sociales y procesos económicos (e.g. cambios en el uso del suelo) pudieran tener sobre los patrones de recarga de los acuíferos (Holman, 2005), no existen dudas respecto de la creciente presencia y magnitud de fenómenos climáticos extremos, como reducciones significativas y de larga duración en las precipitaciones que afectarían la

disponibilidad de agua dulce (IPCC, 2007) a la vez que la demanda por dicho recurso se intensifica. El incremento en la demanda para satisfacer a una población creciente aumentará la competencia por el agua dulce, generando escasez tanto desde el punto de vista humano como de los propios ecosistemas (Falkenmark y Rockström, 2004).

El incremento en el uso del agua para riego en los cultivos de extensivos cosecha tendrá dos objetivos primordiales: 1) la posibilidad de estabilizar rendimientos e ingresos en épocas de escasez y 2) para satisfacer la creciente demanda de alimentos. Si bien los cultivos de secano han provisto hasta ahora casi el 60% del total producido a nivel mundial, incrementar esta producción podría requerir de un crecimiento en el uso de riesgo. Sin embargo, esta estrategia solo será posible si: 1) existe la disponibilidad de agua en cantidad y calidad, 2) si los productores tienen acceso a la inversión requerida para los equipos y 3) si se logra un manejo del recurso agua que no afecte negativamente a sus usos competitivos: municipal; industrial; y para el uso de los ecosistemas, incluido el propio ciclo hidrológico del cual depende su disponibilidad.

Finalmente, cabe también la posibilidad del retorno a un período seco, similar al de la primera mitad del siglo XX (Viglizzo y Frank, 2006). Una situación de este tipo restringiría aún más la posibilidad del uso del riesgo en la agricultura extensiva y requeriría de prácticas de manejo del recurso agua mucho más eficientes, tanto desde el punto de vista tecnológico como institucional.

5. Discusiones y conclusiones

La actividad agropecuaria de secano está altamente expuesta a fenómenos climáticos, especialmente la falta de humedad para el laboreo y los cultivos. En el Sur de Córdoba se alternan temporadas de fuertes sequías con otras en que prevalecen los excesos de lluvias generando inundaciones en las áreas deprimidas de cada uno de los Departamentos analizados. Específicamente en el caso analizado es este trabajo que es sequía, la valoración económica del porcentaje del valor de producción no realizado respecto del valor de producción esperado definido por el valor de la tendencia en rendimientos de cada año indica que éste ha sido (este último), en los 15 años considerados, un 12% menor en el caso de soja y un 20% inferior en el maíz para el Dpto. Río Cuarto. La misma valoración, pero referido al Dpto. Marcos Juárez, arroja valores de 5% y 5%, respectivamente. De hecho el Dpto. Río Cuarto resulta más sensible a clima que el Dpto. Marcos Juárez.

Desglosando del análisis anterior en VBP no realizado respecto del esperado debido a hectáreas no cosechadas, se observa que, en el primer caso y para ambos cultivos, la proporción de hectáreas no cosechadas respecto de las sembradas es mayor en el Dpto. Río Cuarto que en el Dpto. Marcos Juárez, siendo los principales factores, la incidencia de la sequía y la mayor ocurrencia de eventos de granizo. Sin embargo dada la valuación en quintales de las hectáreas no cosechadas, esta relación disminuye debido a los mejores resultados esperados en el Dpto. Marcos Juárez.

Del análisis realizado por cultivo y por departamento surge que si bien el cultivo de maíz presenta fluctuaciones muy marcadas en el Dpto. Río Cuarto, el mantenimiento de actividades mixtas (agricultura de cosecha y ganadería) se constituye en una forma de adaptación a las externalidades causadas por el clima. Esto es, cuando los rendimientos de maíz no alcanzan los valores esperados, el productor tiene la alternativa de destinar el cultivo para pastoreo del ganado. La soja, por su parte, demuestra ser un cultivo relativamente menos sensible dado que las fluctuaciones en sus rendimientos son similares entre dos departamentos altamente diferenciados en términos edafoclimáticos. Sin embargo, la fuerte cotización de la soja ha hecho que este cultivo se expanda en el departamento Río Cuarto, disminuyendo la proporción de otros cultivos y la ganadería, perdiendo así la principal estrategia de diversificación que ha caracterizado históricamente a las zonas marginales de la Pampa Húmeda. La tendencia a una monocultura de soja podría, en estos casos y fundamentalmente pensando en la agricultura de tipo familiar, tornarse insostenible en el tiempo frente a concurrentes fluctuaciones de otras variables, específicamente precios de insumos y productos.

Pero la producción agrícola no ocurre espontáneamente, debe existir una persona física o jurídica que articule los factores productivos de tal manera que el resultado sea una producción de la cual se obtendrán los medios de vida de una familia o los beneficios del negocio. Más aún, si estos productores están radicados en la misma región donde ocurre la producción, la actividad económica general se desarrolla en torno a la primera y por lo tanto se verá igualmente afectada ante fenómenos climáticos adversos. Por todo ello lo que realmente importa es la noción social de la vulnerabilidad y para ello es necesario conocer las características socio-económicas que mediarán entre los impactos del clima sobre la producción y la capacidad de las personas de enfrentar tal situación.

La vulnerabilidad social, en este caso de los productores agropecuarios a verse afectados por las condiciones climáticas, determina junto con la probabilidad de ocurrencia de eventos

climáticos anormales el riesgo a que están expuestos. Dicho riesgo se suma a una serie de otros riesgos que afectan a los ingresos de la producción agrícola obligando a productores a definir estrategias que les permitan el manejo de dicho riesgo. Son entonces las capacidades diferenciales de manejo de riesgo lo que evidencia la necesidad de consensuar intervenciones para reducirlos.

Del análisis de los modelos podemos indicar que: 1) El efecto que produce la sequía sobre los resultados económicos de la producción agrícola son más ruinosos en zonas más desfavorables como el departamento Río Cuarto y de menor efecto negativo en otras más benignas como Marcos Juárez; 2) La incorporación del riego al sistema agrícola produce un mayor impacto económico y financiero en el departamento Río Cuarto; 3) Es necesario indicar que el riego, además de lo aquí planteado, posibilita mejorar los resultados al acrecentar los techos de rendimientos y estabilizarlos en valores superiores, pero también permite la potencial incorporación de otros cultivos al sistema productivo (e.g. doble cultivo trigo/soja en Río Cuarto) que pudieran tener mayores valores de mercado; 4) La posibilidad de realizar una inversión en riego con fondos propios, en una empresa agrícola del departamento Marcos Juárez, resulta de mayor factibilidad que en el área de Río Cuarto. De aquí se deduce recomendable el apoyo financiero y crediticio para productores de tipo modal en este último departamento; 5) Así mismo, dado que la disponibilidad de agua en cantidad y calidad puede variar regionalmente, sería necesario determinar dichas características a priori de decidir la realización de la inversión sea con fondos propios o con ayuda estatal.

De acuerdo a las características de la unidad productiva modelada, la posibilidad de incorporar riego a nivel del productor como inversión propia no sería una opción viable, desde una perspectiva financiera, en el departamento Río Cuarto ni en Marcos Juárez si se conservan las condiciones productivas de ambas regiones y el riego solo se usa a fines complementarios. Sin embargo, debido a que el riego no solo implicaría compensar los riesgos de sequía y optimizando el rendimiento de los cultivos sino también la posibilidad de incorporar nuevos cultivos a la matriz productiva (más intensivos y de mayor valor agregado) se podría, de esta forma, volver a sistemas más diversificados en términos productivos. Esta situación podría, asimismo, favorecer el desarrollo de políticas públicas que faciliten la adopción de la tecnología necesaria.

En particular, en el momento de decidir la orientación de esas políticas se presenta una asimetría cuando se compara Río cuarto con Marco Juárez en favor del primero. Dadas las características climáticas y de suelos, el departamento Marcos Juárez se encuentra en mejores

condiciones de producción de cultivos de verano e invierno por lo que las mejoras tras la incorporación de riego serían escasas e innecesarias si se toma en cuenta que la probabilidad de ocurrencia de sequías en este departamento es baja. Río Cuarto, por su parte, presenta mayor sensibilidad a la sequía, los rindes promedio son menores y durante los meses de invierno las tierras quedan ociosas. Por lo tanto es de esperar mayores incrementos en la producción global tras el uso de riego en el departamento de Río Cuarto que tras el uso en su contraparte Marcos Juárez.

Referencias

- Andrade F y P Calviño. 2004. EEA INTA Balcarce Junio de 2004. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com/articulos/andrade/Soja%20de%20Segunda.asp>
- Barros V. 2008. Adaptation to Climate Trends: Lessons from de Argentine Experience. **Climate Change and Adaptation**, 296.
- Bohle, H, T Downing and M Watts. 1994. Climate change and social vulnerability. Towards a sociology and geography of food insecurity. En **Global Environmental Change**.4 (1) 37-48.
- Cardona O. 1993. **Valuación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo, Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo**, En La Red (en línea) <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>
- Eakin H, M Wehbe, C Avila, G Sanchez y L Bojorquez-Tapia. 2008. Social vulnerability of farmers in Mexico y Argentina. En **Climate change and vulnerability**, Chap. 13. Leary, N., J. Adejuwon, V. Barros, I. Burton, J. Kulkarni and R. Lasco (eds) Earthscan UK.
- Eriyagama, N.; Smakhtin, V.; Gamage, N. 2009. Mapping drought patterns and impacts: a global perspective. International Water Management Institute. 31p. Colombo, Sri Lanka.
- Falkenmark M y J Rockström. 2004. **Balancing water for humans and nature. The new approach in ecohydrology**. Earthcan-Sterling, London.
- Gay C. 2006. **Final Technical Report**. AIACC LA-29. Disponible en <http://www.aiaccprogec.org>
- Holman I P. 2006. Climate change impacts on groundwater recharge-uncertainty, shortcomings, and the way forward? **Hydrogeology Journal** (98) 14: 637-647
- Ibarra H J Skees. 2007. Innovation in Risk Transfer for Natural Hazards Impacting Agriculture. **Journal of Environmental Hazards** 7, 62-69.
- INDEC <http://www.indec.mecon.ar>
- IPCC.2007. **Cambio climático 2007: Informe de Síntesis**. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, Suiza
- Lancieri L y O Nava. 2005. “El seguro agrícola en las economías regionales”.
- Luque S F, A G Cirilo and M E Otegui. 2006. Genetic gains in grain yield and related 15 physiological attributes in Argentine maize hybrids. **Field Crops Research** 95:383-16 397.
- Maskrey A. 1993. Los Desastres No Son Naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

- Maurer, E. P., and P. B. Duffy (2005), Uncertainty in projections of streamflow changes due to climate change in California, **Geophys. Res. Lett.**, 32, L03704,
- Mc Carthy J J, O F Cancziani, N A Leary, D J Dokken and K S WHITE (Eds.). 2001. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mc Kee T B, N L Doesken and J Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, **Eighth Conf. on Appl. Climatology**, Anaheim, CA, Am. Meteor. Soc., 179-184.
- Sábato J. 1980. **La pampa pródiga: clave de una frustración** Cisea Pág. 44.
- Santos D, D Fresoli, P Beret, R Benavidez, R Vicentini, AJ de la Vega 2006. Ganancia genética en soja en Argentina entre 1980 y 2000. Disponible en http://www.inta.gov.ar/PARANA/info/documentos/produccion_vegetal/soja/evaluacion_manejo/20220_060524_gan.htm
- Smit B. and J Wandel. 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global Environmental Change** 16, 282-292
- UNRC. 2006. "Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba: Resultados de las Campañas 2003/04, 2004/05 y 2005/06. Proyección Campaña 2006/07.
- Viglizzo, E F y F C Frank. 2006. Ecological interactions, feedbacks, thresholds and collapses in the Argentine Pampas in response to climate and farming during the last century. **Quaternary International** 158:122-126.
- Wehbe M B, H Eakin, R Seiler et al. 2008. Local perspectives on adaptation to climate change: Lessons from México y Argentina. En **Climate Change and Adaptation**. Edited by N Leary, J Adejuwon, V Barros, I Burton, j Kulkarni y R Lasco. Earthcan-Sterling London, Chapter 18; pp 315-331.
- Wehbe M B, R Seiler, M Vinocur, C Santos y M Civitaresi. 2003. Assessment of farmer's vulnerability and adaptation to climate variability and change in the south of Córdoba, Argentina: a case study. **Anales de la XXXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria**. Río Cuarto, Córdoba, Argentina