

Asociación Argentina de Economía Agraria

RIESGO EN CAMPOS AGRÍCOLAS DE PAMPA ONDULADA ALTA: USO DE ESTRATEGIAS DE COBERTURA DE PRECIOS Y DE DIVERSIFICACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO¹

Octubre 2014

Autores: Berger, Ariadna María; Pena de Ladaga, B. Susana; Monti, Soledad

Institución: Cátedra de Administración Rural – Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires.

Dirección: Avda. San Martín 4453 – 1417 – Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Teléfono +54 11 4524 8082

e-mail: aberger@agro.uba.ar; spena@agro.uba.ar

Categoría: Trabajo de investigación

¹ El presente trabajo fue realizado en el marco del Proyecto Ubacyt 2013-2015.

RIESGO EN CAMPOS AGRÍCOLAS DE PAMPA ONDULADA ALTA: USO DE ESTRATEGIAS DE COBERTURA DE PRECIOS Y DE DIVERSIFICACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO¹

Resumen

Se llevó a cabo un análisis de riesgo en campos agrícolas del partido de Junín mediante simulación Monte Carlo. Se consideró un módulo de 1.000 ha donde los cuatro principales cultivos son soja de primera, de segunda, maíz y trigo. En primer lugar se comparó el comportamiento de cada cultivo, tomado aisladamente, en una serie de 5 campañas sin estrategias de cobertura. A continuación se aplicaron dos diferentes coberturas (put y put sintético) a fin de visualizar en qué medida las mismas impactan en el resultado económico de la empresa comparando con la situación base sin cobertura. Luego se adicionó el efecto de diversificación (porfolio agrícola conformado por los cuatro cultivos mencionados) a fin de analizar el efecto conjunto de diversificación y estrategias comerciales en los resultados globales.

A nivel empresa los resultados permitieron apreciar el efecto de la diversificación en la reducción del riesgo: en todos los casos analizados se redujo la variabilidad de los resultados a partir de la combinación entre cultivos. Respecto a las coberturas en conjunto con la diversificación, el put sintético se presentó como la mejor estrategia en términos de mayor media, menor probabilidad de perder dinero, y menor coeficiente de variación.

Palabras Claves: Riesgo, Simulación Monte Carlo, Diversificación, Estrategias de cobertura.

Abstract

A risk analysis using Monte Carlo simulation was conducted for an agricultural farm in Junín. A 1.000 ha farm was considered, in which soybeans, corn and wheat were grown. First of all, profit of each crop was compared for a series of 5 years without hedging strategies. Afterwards, two different strategies were applied (put and synthetic put), in order to visualize their impact on the company's economic performance.

The results allow appreciating the crop diversification effect on risk reduction: regardless of the hedging strategy, results' variability of the business portfolio was smaller than each crop's variability. When hedging strategies were added to diversification, the synthetic put was the best strategy in terms of higher average, less probability of losing money, and lower coefficient of variation.

Key Words: Risk, Monte Carlo Simulation, Diversification, Hedging strategies

Eje temático: Políticas agrarias y agroalimentarias: instrumentos, análisis económicos

¹ El presente trabajo fue realizado en el marco del Proyecto Ubacyt 2013-2015.

RIESGO EN CAMPOS AGRÍCOLAS DE PAMPA ONDULADA ALTA: USO DE ESTRATEGIAS DE COBERTURA DE PRECIOS Y DE DIVERSIFICACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO

1. Introducción

La producción agropecuaria se enfrenta a condiciones particulares de riesgo que el empresario rural debe conocer y cuantificar a fin de administrarlo en forma conveniente. La combinación de riesgo y retorno debe ser cuidadosamente examinada, y las decisiones tomadas en base a la peculiar actitud hacia el riesgo de cada decisor.

Es bien reconocido que los dos factores de mayor influencia en los resultados de empresas agrícolas son los precios y los rindes (Harwood et. al, 1999; Ponssa, 2005). Ambos se comportan de modo aleatorio, afectando la distribución de resultados a lograr (Pena de Ladaga y Berger, 2006; Berger y Pena de Ladaga, 2013). Para estos casos la simulación Monte Carlo ha demostrado gran utilidad a fin de obtener medidas de distribución de frecuencias de resultado, asociadas a una medida de riesgo como es el desvío de los términos medios y la probabilidad de incurrir en pérdidas (Galdeano y Berger, 2005; Berger y Colluccio Leskow, 2009; Berger et al., 2010, 2011, 2012; Pena de Ladaga et al, 2011 a y b, 2012, 2013).

Como herramienta difundida para administrar el riesgo de precios de commodities se mencionan las coberturas de precios con futuros y opciones; ellas son consideradas un modo de bajo sacrificio en términos de retorno esperado, comparativamente con la reducción de precio lograda (Harwood et al., 1999; Menkhaus et al., 1999). Sin embargo los resultados que se han visto en Argentina no son concluyentes (Martinez Melo et al, 2002, 2003; Quagliani et al., 2001, 2007; Delgado y Lema, 2000); Berger et al., 2011.

La efectividad de la cobertura de precios se ve influenciada por diversos factores entre los que el porcentaje de cobertura aplicado y, fundamentalmente, la variabilidad en los rindes provocada por el efecto de las condiciones meteorológicas no deben olvidarse. En este último factor de riesgo la práctica de bajo costo recomendada es la diversificación de cultivos también conocida como portfolio agrícola.

A fin de comprobar el efecto sobre los resultados del uso de coberturas y la diversificación, en el presente trabajo se analizó, por un lado, el efecto de dos estrategias de cobertura: una opción sobre contrato de venta futura (put) y un put sintético (contrato de venta futura y compra de una opción call) en cuatro cultivos (trigo, maíz, soja de primera y soja de segunda) tomados aisladamente a lo largo de cinco campañas sucesivas. En cada caso las coberturas nombradas se comparan con la estrategia de dejar el precio abierto a lo que indique el mercado en el momento de la cosecha (denominada estrategia de “no hacer nada” o situación base).

A continuación se evaluó el resultado global considerando la realización de un portfolio agrícola conformado por los cuatro cultivos con y sin estrategias comerciales de cobertura de precios a fin de ver en qué medida esta última herramienta y la diversificación se potencian logrando una disminución del riesgo mayor a la suma del efecto de cada una de las herramientas por separado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Zona de estudio

Se definió como zona de estudio la región norte de la provincia de Buenos Aires, en la denominada Pampa Ondulada Alta. Los suelos son Hapludoles típicos, profundos y oscuros, con aptitud agrícola. Un 90% de la superficie es de buena a muy buena calidad, donde es posible la realización de un planteo productivo de agricultura continua, aunque con la debida rotación de cultivos y utilización de técnicas conservacionistas como la siembra directa, necesarias para moderar la susceptibilidad a la erosión hídrica común en la zona.

El clima es templado húmedo, con un régimen de lluvias correspondiente a la región hídrica sub húmeda-húmeda, con un máximo relativo de precipitaciones de 1405 mm y una media que oscila en los 800-900 mm. Los vientos predominantes durante todo el año son del norte y del noreste, con algunos del este. Las heladas comienzan a fines de mayo/principios de junio y concluyen a fines de agosto/principios de septiembre. El período libre de helada es de aproximadamente 126 días. Estas condiciones climáticas permiten la realización de los cultivos tradicionales de la región pampeana con muy buenos rindes.

2.2. Módulo de trabajo

El módulo estudiado fue establecido arbitrariamente en una superficie de 1.000 hectáreas físicas, a fin de que puedan extrapolarse los resultados con facilidad a otras superficies. Sin embargo, se destaca que la superficie no es representativa del productor medio de la zona. El planteo tecnológico fue el de siembra directa publicado por AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola), corroborado con productores zonales de punta. Para detalles ver anexo en Monti (2011).

En primer término se analizó el margen neto por cultivo, considerando valores en \$/ha, calculado según Pena de Ladaga (2009).

A continuación se estudió el resultado global correspondiente al portfolio de cultivos. La composición porcentual por actividades del portfolio surge de información publicada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, considerando los datos de los partidos de Lincoln, Junín, Bragado y Pergamino. Si bien las series analizadas abarcaron las campañas 1996 a 2009, se decidió construir el portfolio en base a los datos medios de las campañas 2002/03 a 2009/10. Esto se debió a que, a partir de la campaña 2002/2003, el cambio tecnológico influye decisivamente en las superficies destinadas a cada cultivo, produciendo cambios en la asignación de superficies entre cultivos que aún en la actualidad se mantienen.

La distribución porcentual teórica zonal para cada cultivo se calculó como un promedio ponderado de la superficie sembrada en los distintos partidos, donde el factor de ponderación fue la superficie agrícola del partido dividida por la superficie agrícola total de la zona. Se consideró como superficie agrícola la suma de las superficies sembradas con cultivos de primera. La superficie sembrada es mayor al 100% de la superficie real debido al doble cultivo que se produce en parte de la superficie sembrada con trigo. La distribución de superficie resultó compuesta por 26% de trigo, 64% de soja de primera siembra, 20% de soja de segunda siembra y 15% de maíz.

2.3. Metodología

El análisis económico se llevó a cabo mediante planillas de cálculo. El método empleado fue la simulación Monte Carlo, que permite obtener una distribución probabilística de la variable de resultado (o output), que en este caso fue el margen neto (MN) como se mencionó. Este resultado surge de la aleatorización de los valores de las variables inciertas de entrada (Vose, 1996; Berger y Pena de Ladaga, 2013; Pena de Ladaga y Berger, 2006) que fueron precio y rendimiento de los cultivos. Primeramente se consideraron las variables aleatorias por cultivo tomado en forma aislada, considerando las situaciones con y sin cobertura. Se cuantificó el

resultado y su desvío. A continuación se hizo lo mismo con el portfolio. La validación de los modelos siguió los lineamientos propuestos por Mc Carl (1984).

Para la comparación del riesgo, se utilizaron las medidas de desvío, coeficiente de variación, probabilidad de perder dinero (es decir, obtener un resultado negativo), y percentiles 1 y 99 como aproximaciones de los valores mínimo y máximo.

Para la variable precios se definieron distribuciones betapert a partir de series de 10 años de precios a cosecha (diciembre para trigo, abril para maíz y mayo para soja) extraídos de la información económica de AACREA. La selección de la distribución fue en función de las recomendaciones de Vose (1996), ya que la misma da mayor peso a los valores centrales que a los extremos.

En el cálculo del MN se tuvo en cuenta, en los modelos con cobertura de precios, el costo relacionado con la operatoria: primas, tasas de registro y comisiones. Si bien los montos de la comisión varían para cada operación en particular, ya que son negociables, se tomaron niveles generales que se manejan dentro del Mercado a Término de Buenos Aires (MATBA)². Estos montos a pagar incorporaron los costos de apertura y cancelación de posiciones en el mercado.

No se tuvo en cuenta el margen de garantía que se debe depositar al adquirir un contrato de futuros ya que éste implica una inmovilización financiera que al finalizar el contrato, si se cumple con el compromiso contraído, se recupera en su totalidad. Tampoco se tuvieron en cuenta las eventuales diferencias que se deben depositar por fluctuaciones negativas en las cotizaciones diarias. En este caso, siempre que se deban depositar diferencias, si bien hay una pérdida en la posición de futuros, será compensada simultáneamente por una suba en el precio disponible. Por lo tanto estos depósitos de diferencias pueden provocar un problema financiero y su efecto debería analizarse si las distintas alternativas se evaluaran en términos de flujo de fondos, o si se incluyera el impacto financiero de las mismas. En un análisis en términos de resultado anual, su efecto económico es bajo a neutro y su impacto dependerá del costo de oportunidad del dinero, que es propio de cada empresario.

En relación al porcentaje de cobertura, se aplicó la sugerencia de Coble et al. (2003), que concluyó que los mejores resultados para minimizar la desviación estándar se obtuvieron al cubrir el 70% de la producción esperada. Debido a que al tomar una cobertura en el mercado a término se adquieren contratos de 100 toneladas cubiertas, se redondeó la cobertura a la cantidad de toneladas múltiplo de cien más cercana al 70% de la producción esperada.

Los gastos directos, de comercialización y cosecha se extrajeron de la revista Márgenes Agropecuarios de junio 2009. Para los gastos de estructura se utilizaron los determinados para una superficie de 1.000 hectáreas agrícolas en campos de la zona de la misma publicación.

Respecto al rinde, también considerado variable aleatoria, se recurrió a la simulación agronómica, obteniendo series mediante el programa DSSAT (Decision Support Systems for Agrotechnology Transfer (versión 3,5). Éste genera rendimientos teniendo en cuenta características de suelo, ambiente y clima considerando una tecnología constante. De este modo se aísla el impacto de la variabilidad de las condiciones citadas sobre la productividad del cultivo, resultado difícil de obtener a partir de datos históricos con diferencias en el factor tecnológico (Mercau, 2002). Con la serie de rindes simulada (para las condiciones de años de 1971 a 2005) se construyeron distribuciones betapert. Los rendimientos simulados fueron validados por la opinión de expertos, considerándose que éstos resultaron representativos excepto en el caso del maíz donde el rinde representativo es levemente menor que el generado por el modelo. Las distribuciones de rinde usadas se resumen en la tabla 1.

² Comunicación personal de EliceGUI, J. A. Presidente de Global-Agro. 2007.

Tabla 1. **Distribuciones de rindes**

Cultivo	Rinde	Trigo	Soja 1era	Soja 2da	Maíz
Mínimo	kg/ ha	2.000	700	500	3.000
Más probable	kg/ ha	5.000	3.800	2.500	10.000
Máximo	kg/ ha	6.500	5.500	4.000	13.000
Esperado	kg/ ha	4.750	3.567	2.417	9.333

Dado el efecto que la correlación entre variables tiene en los modelos de estimación del riesgo, se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman tanto para precios como para rindes (tablas 2 y 3 respectivamente). En el cálculo de los coeficientes de correlación de precios se consideraron los meses de cosecha para cada cultivo (marzo para maíz, mayo para soja y diciembre para trigo).

Tabla 2. **Coefficientes de correlación (r Spearman) de precios**

	Maíz	Soja	Trigo
Maíz	1	0,77	0,48
Soja	0,77	1	0,44
Trigo	0,48	0,44	1

Tabla 3. **Coefficientes de correlación (r Spearman) de rendimientos**

	Trigo	Soja 1era	Soja 2da	Maíz
Trigo	1,00	0,44	0,60	0,55
Soja 1era	0,44	1,00	0,92	0,74
Soja 2da	0,60	0,92	1,00	0,83
Maíz	0,55	0,74	0,83	1,00

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la información precedente se construyó y validó el modelo. La resolución del modelo se llevó a cabo con el programa @Risk de Palisade (2008). A continuación se realizaron las correspondientes simulaciones por cultivo, para cada año y para cada estrategia de cobertura, habiéndose obtenido la media del margen neto, el desvío estándar, coeficiente de variación,

probabilidad de margen bruto inferior a cero³, y los percentiles 1 y 99 como aproximaciones de los valores mínimo y máximo respectivamente. En las tablas 4 y 5 se resume la cantidad de años en que cada indicador presenta el mejor (tabla 4) y peor (tabla 5) comportamiento, respectivamente, para cada estrategia por cultivo.

Tabla 4. Cantidad de años que cada estrategia tiene el mejor comportamiento por cultivo y por indicador

	Modelo	Media	Desvío	CV	Prob <0	Percentil 1	Percentil 99
Trigo	Base	3	1	3	4	3	3
	Put	0	3	1	1	0	0
	Put Sintético	2	1	1	0	2	2
Maíz	Base	3	3	3	3	3	3
	Put	1	2	1	1	0	0
	Put Sintético	1	0	1	1	2	2
Soja 1era	Base	0	0	0	0	0	1
	Put	0	4	0	0	0	0
	Put Sintético	5	1	5	5	5	4
Soja 2da	Base	1	0	1	1	1	1
	Put	0	2	0	0	0	0
	Put Sintético	4	3	4	4	4	4

Tabla 5. Cantidad de años que cada estrategia tiene el peor comportamiento por cultivo y por indicador

	Modelo	Media	Desvío	CV	Prob <0	Percentil 1	Percentil 99
Trigo	Base	1	2	1	1	1	0
	Put	3	1	3	3	3	4
	Put Sintético	1	2	1	1	1	1
Maíz	Base	1	0	1	1	2	1
	Put	4	2	4	4	3	4
	Put Sintético	0	3	0	0	0	0
Soja 1era	Base	1	0	1	1	1	0
	Put	4	1	4	4	4	4
	Put Sintético	0	4	0	0	0	1

³Prob. <0 indica la probabilidad de que el resultado sea negativo. La probabilidad de ser positivo es la probabilidad complementaria (es decir 1-p).

Soja 2da	Base	1	4	1	1	1	0
	Put	4	0	4	4	4	5
	Put Sintético	0	1	0	0	0	0

Puede observarse que en trigo, en tres de los cinco años (2004, 2005 y 2006) la estrategia base muestra la media más alta con el CV más bajo, el mejor mínimo y mejor máximo (tabla 4). También, en un año fue el que generó menor media (tabla 5). En cambio, solamente en un año (2003), el put sintético arrojó la mejor media en dos años, mientras el put nunca tuvo el mejor resultado (tabla 4). Los años en que el put sintético arroja las mejores medias no coinciden con los desvíos más bajos, pero sí con los mejores máximos, combinación por la que podría optar un productor con preferencia por el riesgo. El put obtuvo un desvío menor a las otras alternativas en tres años y un solo año mostró el menor CV (tabla 4), resultados que por sí no ayudan a tomar una decisión.

En maíz, en tres de los cinco años (2003, 2004 y 2005) la estrategia base presenta la media más elevada, sin grandes diferencias de desvío entre las tres alternativas, el CV más bajo y los mejores máximo y mínimo. En 2006 la estrategia que arroja mejores resultados es el put sintético, con la media más elevada, el menor CV, los mejores máximo y mínimo. Sin embargo, muestra un desvío relativamente alto comparado con otros años. Asimismo, en dos años muestra la menor probabilidad de perder dinero y los mejores mínimos, y en tres años muestra los mejores máximos, por lo que podría ser la segunda mejor alternativa. El put no surge como una buena decisión: en dos años genera el desvío más bajo, y en un año el menor CV, situación similar a lo que pasa con el trigo, pero en ningún año se perfila como una estrategia más interesante que las otras.

En soja de primera, la estrategia put sintético es la que arroja la mejor media todos los años, aunque también con un desvío alto (a excepción del año 2004 donde el desvío también es bajo). Para los años donde el desvío del put sintético es alto, el desvío más bajo se observa con el put. Todos los años el put sintético presenta el menor CV, los mejores máximo y mínimo (excepto durante el 2004 que el mejor máximo lo tiene la estrategia base) y en tres de los cinco años la probabilidad de perder dinero con esta estrategia es cero. Para este cultivo la peor alternativa, en base a los resultados obtenidos, sería el put y, como segunda mejor opción, no implementar estrategia comercial alguna.

Para soja de segunda el panorama es coincidente con los de primera siembra. En tres de los cinco años (2003, 2005 y 2006) el put sintético aparece como la mejor estrategia, con la media más alta, el desvío más bajo, el mejor CV y los mejores máximo y mínimo. En 2007 la media alta está acompañada también por un desvío elevado y en 2004 los mejores valores son para la estrategia base. La segunda mejor alternativa para este cultivo es la estrategia base, ya que al menos en un año presenta los mejores valores de los indicadores, excepto que nunca muestra el mejor desvío, y la peor elección es el put ya que solamente en cuatro años presenta los mejores desvíos.

Resumiendo, se aprecia que algunas estrategias funcionan mejor para algunos cultivos que para otros. Así es que en trigo y maíz la mejor estrategia es no implementar estrategias de cobertura, mientras que la segunda mejor elección en ambos cultivos es optar por el put sintético. Para soja de primera y soja de segunda existe una supremacía casi absoluta del put sintético. La segunda mejor alternativa para la soja es no adoptar coberturas.

No obstante, hay que considerar que la característica de “mejor” debería confrontarse con la actitud hacia el riesgo de cada tomador de decisiones. Para un productor con aversión al

riesgo el mejor negocio será el que combine la mayor media, el menor desvío y la menor probabilidad de pérdida, situación pocas veces lograda. Sin embargo, para quien presenta preferencia por el riesgo, la mejor estrategia será aquella de mayor media asociada al máximo más alto.

En términos de valor esperado, el resultado de una estrategia u otra depende de la situación de precios analizada, y es difícil generalizar sobre la conveniencia de una estrategia sin considerar los precios tomados en cuenta. Por tal motivo se confeccionó la tabla 6 que resume los precios usados para cada grano en cada año. Como se puede ver, en varios años el precio disponible en cosecha resultó mayor al esperable usando estrategias comerciales, lo cual permite entender gran parte de los resultados que se presentaron en los párrafos anteriores.

Tabla 6. Precios usados para cada grano en cada año

Año		Trigo	Maíz	Soja
todos	Precio disponible esperado	440,67	308,00	731,83
2003	Precio de ejercicio Put	272,44	198,20	510,19
	Precio de ejercicio Futuro	300,16	226,59	482,49
	Precio de ejercicio Call	269,64	221,80	425,11
2004	Precio de ejercicio Put	294,31	215,50	437,78
	Precio de ejercicio Futuro	306,42	218,14	440,45
	Precio de ejercicio Call	334,46	227,46	464,72
2005	Precio de ejercicio Put	258,65	205,10	470,26
	Precio de ejercicio Futuro	281,08	219,63	492,03
	Precio de ejercicio Call	267,57	231,52	447,6
2006	Precio de ejercicio Put	311,39	261,94	525,30
	Precio de ejercicio Futuro	325,55	280,51	554,35
	Precio de ejercicio Call	328,64	267,80	500,58
2007	Precio de ejercicio Put	435,40	337,57	688,90
	Precio de ejercicio Futuro	464,62	381,03	758,80
	Precio de ejercicio Call	395,39	343,98	491,85

El mejor resultado obtenido en la mayoría de los casos por la estrategia base (sin cobertura) se debe al mejor precio logrado, debido a que el precio de ejercicio es en muchos casos menor al precio disponible (con los supuestos usados en este trabajo), sumado al de hecho que, en el caso de adoptar estrategias de cobertura, se suman gastos varios de operatoria, lo cual finalmente resulta en un precio neto más bajo.

Evaluación del portfolio junto a las estrategias de cobertura

Al analizar el efecto de los instrumentos de cobertura en conjunto con la diversificación del portfolio se obtuvieron los MN de la tabla 7 donde se resalta en gris la mejor alternativa para cada campaña.

Tabla 7. Resumen de la simulación del portfolio (en \$ totales constantes)

Año	Estrategia	Media	Desvío	CV	Prob <0	Percentil 1	Percentil 99
2003	Base	732.796	551.736	75%	8%	-408.569	2.086.127
	Put	643.274	549.948	85%	11%	-486.616	1.994.922
	Put Sintético	974.052	533.072	55%	1%	34.954	2.316.458
2004	Base	732.796	551.736	75%	8%	-408.569	2.086.127
	Put	510.394	552.542	108%	18%	-630.329	1.864.367
	Put Sintético	763.858	348.473	46%	0%	56.529	1.575.089
2005	Base	732.796	551.736	75%	8%	-408.569	2.086.127
	Put	592.708	551.703	93%	14%	-548.726	1.945.970
	Put Sintético	817.542	524.452	64%	3%	-106.206	2.109.302
2006	Base	732.796	551.736	75%	8%	-408.569	2.086.127
	Put	638.385	541.997	85%	11%	-444.192	1.980.873
	Put Sintético	885.264	546.313	62%	2%	-31.639	2.349.755
2007	Base	732.796	551.736	75%	8%	-408.569	2.086.127
	Put	820.065	456.530	56%	2%	-66.278	1.910.489
	Put Sintético	967.452	523.112	54%	0%	107.096	2.410.977

En 2003 y 2005 la estrategia put sintético se presenta como la mejor alternativa con la media más alta, el menor desvío, el menor CV y menor probabilidad de perder dinero, además del mejor mínimo (percentil 1) y el mejor máximo (percentil 99).

En 2004, la estrategia put sintético presenta la media más alta con el desvío más bajo y la menor probabilidad de perder dinero y el mejor mínimo, mientras que el mejor máximo se observa en la estrategia base.

En 2006 y 2007 se observa al put sintético con la media más elevada pero con un desvío también elevado, la menor probabilidad de perder dinero y los mejores máximos y mínimos.

Como ya se ha mencionado, muchas veces la elección de la “mejor” alternativa depende de la actitud del productor frente al riesgo. Sin embargo, los resultados muestran una supremacía casi absoluta del put sintético ya que en tres de cinco años (2003 a 2005) arrojaría la mayor media con el menor desvío, la menor probabilidad de perder dinero (que es nula en uno de estos tres años), el mayor mínimo y el mayor máximo (salvo en 2004), mientras que en todos los años presentó el menor coeficiente de variación.

Por otra parte, el put nunca se presenta como la mejor alternativa en término de media, aunque en dos de los cinco años (2006 y 2007) es la estrategia de menor desvío.

La alternativa base, que no incluye ninguna estrategia de cobertura, genera resultados esperados altos (aunque no máximos), CV y probabilidad de perder dinero bajos (aunque no mínimos) en cuatro de los cinco años analizados.

Dado que lo que se pretende es encontrar cuál es la estrategia que convendría adoptar, sin que eso signifique que sea la mejor, en la tabla 8 se resumen los resultados de la simulación en forma de ranking: el “mejor” valor del indicador se traduce en un “1” y el “peor” en un “3”.

Tabla 8. Ranking de los indicadores de la simulación

Año	Estrategia	Media	Desvío	CV	Prob <0	Percentil 1	Percentil 99
2003	Base	2	3	2	2	2	2
	Put	3	2	3	3	3	3
	Put Sintético	1	1	1	1	1	1
2004	Base	2	2	2	2	2	1
	Put	3	3	3	3	3	2
	Put Sintético	1	1	1	1	1	3
2005	Base	2	3	2	2	2	2
	Put	3	2	3	3	3	3
	Put Sintético	1	1	1	1	1	1
2006	Base	2	3	2	2	2	2
	Put	3	1	3	3	3	3
	Put Sintético	1	2	1	1	1	1
2007	Base	3	3	3	3	3	2
	Put	2	1	2	2	2	3
	Put Sintético	1	2	1	1	1	1

Teniendo en cuenta este ranking, en las tablas 9 y 10 se presenta un resumen que cuenta para cada estrategia la cantidad de años en que tuvieron mejores y peores indicadores.

Tabla 9. Cantidad de años que cada estrategia tiene el mejor comportamiento por indicador

Estrategia	Media	Desvío	CV	Prob <0	Percentil 1	Percentil 99
Base	0	0	0	0	0	1
Put	0	2	0	0	0	0

Put Sintético	5	3	5	5	5	4
---------------	---	---	---	---	---	---

Tabla 10. Cantidad de años que cada estrategia tiene el peor comportamiento por indicador

Estrategia	Media	Desvío	CV	Prob <0	Percentil 1	Percentil 99
Base	1	4	1	1	1	0
Put	4	1	4	4	4	4
Put Sintético	0	0	0	0	0	1

Claramente se observa que el put sintético es la estrategia que presenta mejores comportamientos para cada indicador en los diferentes años, mientras que el put es la estrategia que muestra los peores comportamientos. La estrategia base sería la segunda mejor alternativa.

Siguiendo con el análisis del efecto combinado de cobertura y portfolio para cada año se graficaron las tres alternativas de manera de apreciar cuál se comporta mejor. A continuación se presentan diferentes gráficos, uno por cada año, en el que se muestra la curva de probabilidad acumulada de cada estrategia. En el eje Y se representa la probabilidad acumulada, mientras en el eje X se representa el valor del margen neto expresado en pesos totales.

Figura 1. Margen neto (\$ totales), año 2003 (probabilidad acumulada)

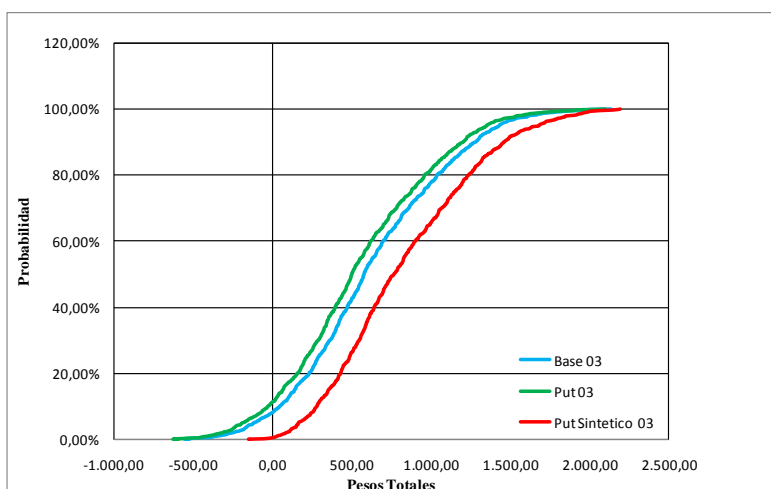


Figura 2. Margen neto (\$ totales), año 2004 (probabilidad acumulada)

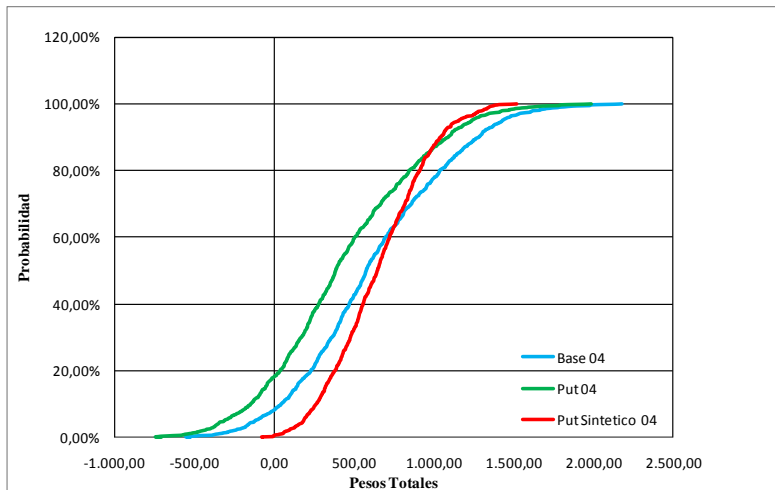


Figura 3. Margen neto (\$ totales), año 2005 (probabilidad acumulada)

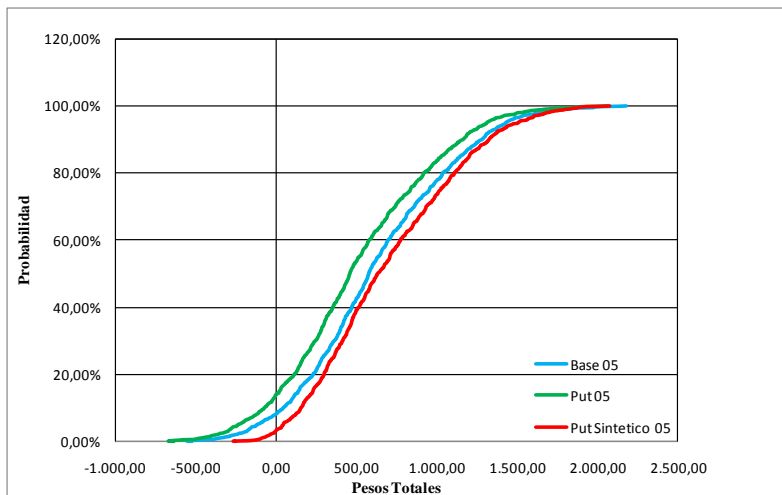


Figura 4. Margen neto (\$ totales), año 2006 (probabilidad acumulada)

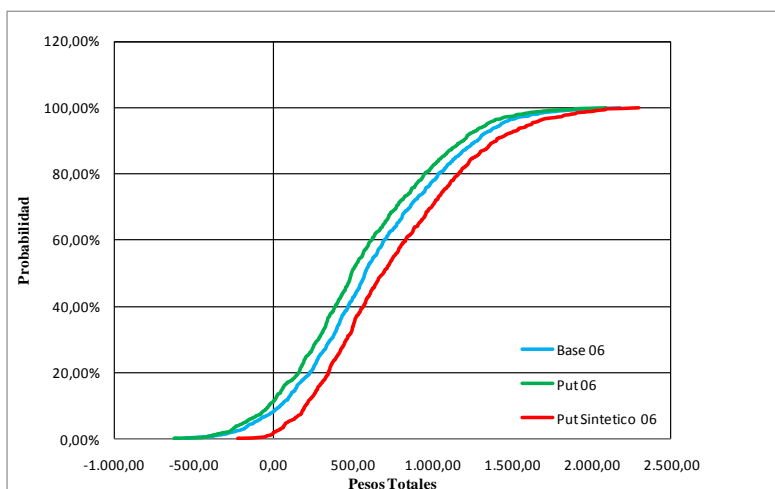
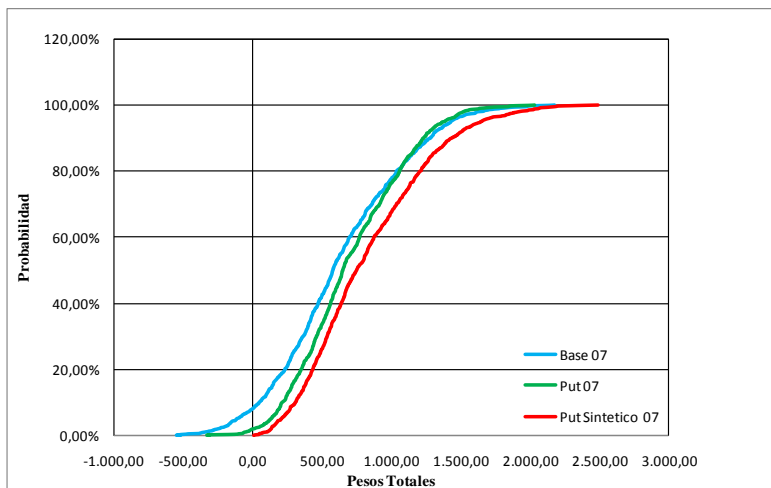


Figura 5. Margen neto (\$ totales), año 2007 (probabilidad acumulada)



La figura 1 representa la situación del año 2003, donde la probabilidad acumulada muestra una tendencia muy marcada a favor del put sintético. Las otras dos estrategias son prácticamente indiferentes entre sí, y nunca llegan a cruzarse con el put sintético. En este año el put sintético domina claramente las otras estrategias.

En la figura 2 (2004), puede observarse cómo hasta el percentil de indiferencia 62% conviene el put sintético, pero a partir de ese percentil pasa a ser la menos conveniente, dando lugar a la estrategia base como la mejor alternativa. En años como éste, la probabilidad de indiferencia estaría indicando la probabilidad de “ganar” más con el put sintético con respecto a las otras estrategias.

En las figuras 3 y 4 las curvas de probabilidad acumulada presentan un comportamiento muy similar. En ambos casos el put sintético es la mejor alternativa, ubicándose el percentil de indiferencia aproximadamente en el 98%, y la segunda mejor alternativa es la estrategia base.

En la figura 5 se observa nuevamente una clara dominancia de la estrategia put sintético, siendo la segunda mejor alternativa la estrategia put. Aproximadamente a partir del percentil de indiferencia 85% la estrategia base pasa a ser la segunda mejor alternativa.

Estos gráficos confirman los resultados analizados a partir de las tablas anteriores: el put sintético sería la alternativa más conveniente durante el período analizado. En todos los años aparece como la mejor opción. La segunda mejor opción es la estrategia base en cuatro de los cinco años analizados. Solamente en el 2007 aparece el put como segunda mejor opción.

Una vez analizados los diferentes modelos de cobertura por cultivo, y posteriormente a nivel empresa, puede concluirse que existe efecto debido a la diversificación.

Por un lado, existe un efecto portfolio independiente de la estrategia comercial elegida, lo cual confirma los resultados obtenidos por otros autores. Al combinar los cuatro cultivos, se obtienen resultados cuyo riesgo es menor medido en términos de coeficiente de variación. Esta disminución es posible a pesar que, en general, los cultivos están correlacionados positivamente (sobre todo entre las opciones estivales). Como la correlación entre precios y entre rindes no es perfecta, hay un efecto portfolio por el cual los resultados bajos de un cultivo pueden compensarse parcialmente con los resultados altos de otro, lo cual estabiliza el resultado total de la empresa. Tal como se ve en las tablas 11 y 12, el CV y la probabilidad de pérdida de la empresa en su conjunto son menores al CV y la probabilidad de pérdida de los cultivos individuales.

Tabla 11: CV de cada cultivo y de la empresa en cada año y estrategia comercial

		Trigo	Maíz	Soja 1era	Soja 2da	Empresa
2003	Base	162%	251%	66%	96%	75%
	Put	194%	685%	74%	103%	85%
	Put Sintético	144%	642%	52%	65%	55%
2004	Base	162%	251%	66%	96%	75%
	Put	260%	-779%	90%	126%	108%
	Put Sintético	200%	358%	37%	104%	46%
2005	Base	162%	251%	66%	96%	75%
	Put	229%	572%	79%	112%	93%
	Put Sintético	245%	500%	60%	78%	64%
2006	Base	162%	251%	66%	96%	75%
	Put	213%	300%	75%	106%	85%
	Put Sintético	201%	205%	58%	75%	62%
2007	Base	162%	251%	66%	96%	75%
	Put	99%	96%	57%	76%	56%
	Put Sintético	105%	98%	56%	71%	54%

Tabla 12: Probabilidad de resultados negativos de cada cultivo y de la empresa en cada año y estrategia comercial

		Trigo	Maíz	Soja 1era	Soja 2da	Empresa
2003	Base	29%	37%	7%	16%	8%
	Put	33%	47%	10%	18%	11%
	Put Sintético	26%	47%	0%	5%	1%
2004	Base	29%	37%	7%	16%	8%
	Put	37%	59%	14%	24%	18%
	Put Sintético	33%	47%	0%	18%	0%
2005	Base	29%	37%	7%	16%	8%
	Put	35%	47%	11%	20%	14%
	Put Sintético	36%	45%	2%	10%	3%
2006	Base	29%	37%	7%	16%	8%
	Put	34%	42%	11%	19%	11%
	Put Sintético	33%	36%	2%	9%	2%

2007	Base	29%	37%	7%	16%	8%
	Put	14%	9%	3%	10%	2%
	Put Sintético	15%	9%	0%	8%	0%

En cuanto a la elección de alternativas de cobertura, con un análisis a nivel cultivo y a nivel empresa no se llega exactamente a las mismas conclusiones. A nivel cultivo, lo mejor es no tomar cobertura (en trigo y maíz), y cubrirse con un put sintético (en soja); mientras que a nivel empresa se observa una supremacía casi absoluta del put sintético sobre el resto de las estrategias de cobertura para el período analizado. Como segundas alternativas, a nivel cultivo, surgen el put sintético (en trigo y maíz) y no cubrirse (en soja); mientras que a nivel empresa la segunda mejor opción es no cubrirse en todos los casos. Si bien los resultados no son idénticos a nivel de cultivo y de empresa, las dos mejores alternativas son en todos los casos el put sintético y la no toma de coberturas.

4. CONCLUSIONES

El riesgo asociado al precio de los commodities y la variabilidad de los rindes son dos factores de gran relevancia en el gerenciamiento del negocio agrícola. Estrategias como la diversificación y la toma de coberturas a futuro son alternativas posibles en este sentido.

Mediante simulación probabilística Monte Carlo se pudo analizar el efecto combinado de la diversificación y de la toma de coberturas como estrategias para la reducción del riesgo en el negocio agrícola. Las variables aleatorias incluidas en el modelo fueron el rinde y el precio. Si bien los antecedentes muestran que las estrategias comerciales y la diversificación por separado aportan buenos resultados a la reducción del riesgo, en este trabajo se intentó analizar qué ocurre cuando ambas se complementan. Las estrategias comerciales analizadas fueron: un modelo base sin cobertura, la compra de un put y la compra de un put sintético.

Al combinar los cuatro cultivos se obtienen portfolios cuya variabilidad en términos de coeficiente de variación es menor y cuyo riesgo medido como probabilidad de perder dinero también es menor, comparado con el análisis de cultivos individuales. Como la correlación entre precios por un lado y entre rindes por otro no es perfecta, hay un “efecto portfolio” por el cual los resultados bajos de un cultivo pueden compensarse parcialmente con los resultados altos de otro, lo cual estabiliza el resultado total de la empresa.

Respecto a las coberturas a nivel cultivo, algunas estrategias funcionan mejor para algunos cultivos que para otros. En términos de media, desvío, CV, probabilidad de perder dinero, máximos y mínimos se observa que para trigo y maíz la mejor alternativa es no cubrirse (estrategia base) en el período 2003/2007. Como segunda mejor alternativa se presenta el put sintético, mientras que el put no se muestra como una buena alternativa. Para soja la mejor alternativa es cubrirse con un put sintético, cuyos resultados se distinguen notablemente respecto al resto de las estrategias. La segunda mejor alternativa resulta ser no cubrirse.

La clasificación de “mejor” o “peor” para cada alternativa está hecha en términos de dominancia (total o parcial). Por supuesto, la actitud frente al riesgo del decisor será fundamental a la hora de tomar una decisión. Para un productor con aversión al riesgo el mejor negocio será el que combine la mayor media, el menor desvío y la menor probabilidad de pérdida, combinación pocas veces lograda. Sin embargo, para quien presenta preferencia por el riesgo, la mejor estrategia será aquella de mayor media asociada al máximo más alto.

En términos de valor esperado, el resultado de una estrategia u otra depende de la situación de precios analizada, y es difícil generalizar sobre la conveniencia de una estrategia sin considerar los precios tomados en cuenta. A nivel empresa diversificada, y para el período analizado, claramente se observa que el put sintético es la estrategia que presenta mejores comportamientos. La estrategia base sería la segunda mejor alternativa, y el put es la peor alternativa.

Como contribución particular de este trabajo, se puede afirmar que existe una interacción entre la diversificación y las estrategias de cobertura de precios por la cual la mejor alternativa para un cultivo individual no siempre es la mejor estrategia para todos los cultivos de la empresa, lo cual deja abierta la posibilidad de que el empresario adopte distintas estrategias comerciales en distintos cultivos.

Las conclusiones de este trabajo son válidas considerando las siguientes limitaciones:

- ✓ Sólo se incluyeron dos fuentes de riesgo (rinde y precio), dejando fuera el riesgo financiero que puede llegar a tener un rol importante en la elección de estrategias de cobertura cuando éstas implican el depósito de márgenes de garantía.
- ✓ Sólo se conformó el portfolio con actividades agrícolas y con ciertos cultivos particulares.
- ✓ Se simularon los distintos años con la misma distribución de precios a cosecha, cuando en realidad los precios de ejercicio y las primas de cada campaña están definidos por las expectativas de cada campaña en particular.
- ✓ Se evaluó un único porcentual de cobertura para todos los años y todas las estrategias, cuando en realidad ésta es una de las variables con las que el productor puede “jugar”.
- ✓ Se consideró que el productor adopta la misma estrategia comercial para todos los cultivos, cuando en realidad podría no hacerlo. De hecho, a la luz de los resultados obtenidos en este trabajo, la elección de distintas estrategias en distintos cultivos podría generar mejores resultados.

Queda por lo tanto abierto el camino a entablar análisis similares a éste aplicados a portfolios agrícolas-ganaderos, evaluando estrategias comerciales con otro coeficiente de cobertura, incluyendo el riesgo financiero de esas estrategias, combinando diferentes estrategias para distintos cultivos e incorporando la relación existente entre el precio esperado a cosecha en el momento de la siembra y los precios de ejercicio de las opciones y contratos de futuro en ese momento.

5. BIBLIOGRAFÍA

AACREA. Área de Economía de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Series de Precios Agropecuarios. Versión 2.0. Convenio AACREA- Banco Rio.

Berger, A. y Coluccio Leskow, J. 2009. Análisis de portfolios agrícolas: un ejemplo integrando simulación Monte Carlo y modelos de simulación agronómica. En: “Modelización económica en el sector agropecuario III”. Editores: Carmen Vicién, Susana Pena y Gerardo Petri. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.

Berger, A.; Pena de Ladaga, S.; Barriga, J. 2010. Monte Carlo Simulation: Analysis of Different Yield Insurance Schemes. ALIO –Informs Joint International Meeting. Buenos Aires University, June 6-9, 2010.

- Berger, A.; Pena de Ladaga, S.** (2013). Decisiones riesgosas en empresas agropecuarias: simulación Monte Carlo como herramienta para el productor y el asesor. Editorial Facultad de Agronomía. U.B.A. 100 p.
- Berger, A., Pena de Ladaga, S. y Rosselli, A.** 2011. Riesgo meteorológico y de mercado: incidencia comparativa evaluada mediante simulación Monte Carlo. En: "Modelización económica en el sector agropecuario - IV", Editores: Carmen Vicién, Susana Pena y Gerardo Petri. Vol IV. Capítulo 6: 101-118. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Berger, A.; Pena de Ladaga, B.S.; Monti, S.** 2012. Simulación Monte Carlo para la toma de decisiones en sistemas agrícolas. En Anales del XXV ENDIO (Encuentro Nacional de Docentes de Investigación Operativa) y XXIII EPIO (Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa). Area: Administración y Gestión de la Producción no. 10. Buenos Aires, Fac. de Ingeniería UBA. Con referato. ISBN 978-987-24267-3-6. 15 p. Con referato.
- Coble, K., Zuniga, M. y Heifner, R.** 2003. Evaluation of the interaction of risk management tools for cotton and soybeans. *Agricultural Systems*. 75(323: 340).
- Delgado, G.; Lema, D.** 2000. Eficiencia en el mercado de commodities agrícolas: la paridad entre precio spot y futuro de trigo en Argentina 1995-2000. XXXI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Rosario, Argentina, octubre 2000.
- Galdeano, A.; Berger, A.** 2005. Análisis cuantitativo de riesgo en la actividad pecuaria: estudio de caso para la producción de leche en el norte de la provincia de Buenos Aires. XXXVI Reunión Anual de la AAEA, 24-26 de octubre de 2005, Lomas de Zamora, Argentina, 18 p.
- Harwood, J., Heifner, R., Coble, K., Perry, J., and Somwaru, A.** 1999. Managing Risk in Farming: Concepts, Research, and Analysis. Market and Trade Economics Division and Resource Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report No. 774.
- MAGPyA.** Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Julio 2010. <http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/areas/siia/index.php>.
- Martínez Melo, H., Mosciaro M., y Dorio, C.** 2003. La comercialización de trigo y el riesgo de precios. Análisis de distintas estrategias. Trabajo presentado en la XXXIV Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Agraria. Río IV, Córdoba. 14 p.
- Martínez Melo, H.; Fangio, J.; Mosciaro, M.** 2002. Los productores agrícolas frente al riesgo de mercado: el uso de futuros y opciones en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Trabajo presentado en la XXIII Reunión anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. 19 p.
- Mc Carl, B.A.** 1984. "Model Validation: An Overview with Some Emphasis on Risk Models". *Review of Marketing and Agricultural Economics*. 52,3:153-173.
- Menkhaus, D.; Bstian, C.; Phillips, O.; O'Neill, P.** 1999. Supply and demand risk in forward and spots markets: Implications for agriculture. USDA.
- Mercau, J. L.** 2002. Modelos de simulación y aplicaciones de herramientas informáticas para el manejo del cultivo. En: Guía Dekalb del cultivo de maíz. Satorre, E. et al. Servicios y Marketing Agropecuario. Buenos Aires. 296 p.
- Monti, M. S.** (2011). Aplicación de estrategias de cobertura en un porfolio agrícola en el partido de Junín, como alternativa para la disminución del riesgo. Trabajo de intensificación para optar al título de Lic. en Economía y administración agraria. Fac. de Agronomía. UBA.

Palisade. 2008. @Risk 5.0. Palisade Inc. 333 p.

Pena de Ladaga, B. S. ; Berger, A.; Domonte, M. 2013. Diversificación de actividades y ambientes: su efecto sobre el riesgo. En V Taller de Modelización económica en el sector agropecuario. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. En prensa. Con referato.

Pena de Ladaga, B.S.; Berger, A.; Domonte, M. 2012. Diversificación intra y extrazonal en sistemas de producción agrícola. V Taller Internacional de Modelización Económica en el Sector Agropecuario. Buenos Aires, Bolsa de Cereales, 24 y 25 de octubre de 2012. Sesión 2: Modelos de ayuda a la decisión. En http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/admin/pena_berger_domonte.pdf

Pena de Ladaga, S.; Berger, A.; Domonte, M. 2011 a. Monocultivo de soja versus diversificación: riesgo asociado a cada sistema. VII Jornadas interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales. Centro Interdisciplinario de Estudios Agrarios- UBA - Facultad de Ciencias Económicas. Buenos Aires, 1 al 4 de noviembre de 2011.

Pena de Ladaga, S.; Berger, A.; Domonte, M. 2011 b. El cultivo de soja y la disminución del riesgo de producción. En: Soja. Investigación científico-técnica desarrollada por el INBA (CONICET/FAUBA) y en la Facultad de Agronomía de la UBA.

Pena de Ladaga, S.; Berger, A.M. 2013. Administración de la empresa agropecuaria. Conceptos y criterios para el planeamiento. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Bs. As., Argentina. 244 p.

Pena de Ladaga, S. 2009. Cátedra de Administración Rural. Análisis de los resultados de la Empresa Agropecuaria. Facultad de Agronomía. UBA. 14 p.

Pena de Ladaga, S. y Berger, A. 2006. Toma de decisiones en el sector agropecuario. Herramientas de investigación operativa aplicadas al agro. Editorial Facultad de Agronomía (UBA). 308 p.

Ponssa, E. 2005. Los desafíos de la empresa agropecuaria ante los riesgos de mercado. Primer Concurso nacional en riesgo y seguro agropecuario. Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA), SAGPyA. Buenos Aires. 35 p.

Quagliani, A., Lopez, R., Questa, T., Bisaro, V. 2007. La cobertura de riesgo de precios con opciones en el Mercado a Término de Buenos Aires. Asociación Argentina de Economía Agraria. 14 p.

Quagliani, A., López, R. y Questa, T. 2001. Opciones de trigo en el mercado a término de Buenos Aires. Comparación de la prima real con la prima teórica. Revista Argentina de Economía Agraria. Nueva Serie, Volumen IV. 8 p.

Vose, D. (1996). Quantitative risk analysis: a guide to Monte Carlo simulation modelling. Chichester, UK, John Wiley and Sons. 418 p.