



Universidad de
San Andrés

Universidad de San Andrés

Escuela de Administración y Negocios

Magister en Finanzas

**OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE NEGOCIOS AGRÍCOLA EN LA ZONA
NÚCLEO DE ARGENTINA: UNA APLICACIÓN PARA COMMODITIES.**

Autor: Martín Villarnovo

DNI: 31.891.430

Director de Trabajo Final de Graduación: Ignacio Warnes

Buenos Aires, 01 de julio de 2022

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.- Riesgo agropecuario	3
1.2.- Génesis del problema	4
1.3.- Nuestra misión.....	5
2.- IDENTIFICACIÓN DE FACTORES.....	6
3.- APLICACIÓN DE LA TEORIA DE PORTAFOLIOS – JUSTIFICACIÓN.....	9
4.- CAMPO DE INVESTIGACIÓN	11
5.- RECOLECCIÓN DE DATOS - INGRESOS.....	12
6.-ALGUNAS OBSERVACIONES PRELIMINARES SOBRE INGRESOS	13
7.- ESTIMACIÓN DE EGRESOS (COSTOS)	15
8.- RESULTADOS	18
8.1.- Resultados incluyendo variación del precio de la tierra.....	21
8.2.- Resultado sin variación del precio de la tierra.....	22
8.3.- Comparando ambas alternativas de análisis	24
9.- ADMINISTRACIÓN DE RIESGO.....	26
9.1.- Cuantificación del riesgo.....	27
10.- OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIA.....	29
11.- OPTIMIZANDO LA PROXIMA CAMPAÑA	32
12.- CONCLUSIONES.....	35
12.1.- Decisiones de corto plazo	35
12.2.- Decisiones de largo plazo.....	36
13.- COMENTARIOS FINALES.....	36
ANEXO 1	38
ANEXO 2	39
ANEXO 3	41
ANEXO 4	42
BIBLIOGRAFIA.....	46
FUENTES.....	46

1.- INTRODUCCIÓN

Había una vez dos amigos llamados X e Y que por distintas circunstancias de la vida habían terminado siendo socios. Si bien no tenían demasiados conocimientos en finanzas, juntos habían constituido un portafolio que rondaba los U\$D31.000.000 y cuyos retornos (U\$D 1.000.000 en promedio anual) representaban su sostén y el de sus respectivas familias. No obstante, la participación en el mismo era bastante desigual, vale decir, el 96% del capital correspondía a X, mientras que solo el 4% a su socio, dado lo cual los ingresos promedios de este último ascendían a U\$D40.000 por año. El portafolio contaba únicamente con dos activos financieros a saber, bonos del tesoro de EEUU (96%) y acciones de Google (4%) y, es dable destacar, sus retornos no mostraban grandes variaciones, lo cual le permitía a ambos vivir cómodamente con dicha renta.

Corría el mes de julio del año 2018 y asperezas en su vínculo de amistad los pusieron en la necesidad de separar sus inversiones. Dado que la participación que cada uno tenía, coincidía exactamente con los dos activos del portafolio, optaron por tomar el 96% de X en treasury y el 4% de Y, con las acciones de Google. Este último había observado que durante los últimos 5 años al menos 1/3 parte de los retornos del portafolio provenían de Google, dado lo cual en todo momento estuvo de acuerdo y promoviendo esta forma de división, ya que esperaba con ello incrementar fuertemente sus ingresos.

Cinco meses más tarde, las acciones de google habían caído un 20%, y en igual magnitud el patrimonio de Y. Recién ahora entendía el concepto de riesgo.

Con esta simple, aunque casi absurda historia queremos poner en perspectiva de lectores financistas el derrotero del agro argentino. La historia de X e Y no es más que un paralelismo de lo que pudo sucederle a una sociedad de productores de 2000 hectáreas en campo propio, llamémoslo XY, cuando con el paso del tiempo X paso a ser el dueño del campo que da en arrendamiento el mismo y vive de su renta, mientras que Y toma en arrendamiento el campo de X y produce.

1.1.- Riesgo agropecuario

Hablar de riesgo en el agro¹ no es ninguna novedad. Cualquier productor que sea consultado sobre el mismo, rápidamente dirá que es una actividad sumamente riesgosa, ya que se trata de “una fábrica a cielo abierto”, como si el riesgo viniera dado por la intemperie. Hablan de riesgo con una acepción de vulnerabilidad, casi fatalista, por estar

¹ A lo largo de este documento utilizaremos “agro” para hacer referencia a la actividad agrícola por ser de uso común e instalado en nuestra sociedad.

sometidos a factores que no controlan, pero que resumen en una sola palabra “el tiempo” (en su sentido climatológico). Y no venimos con esto a realizar una crítica despectiva del productor agropecuario argentino; por el contrario se lo cataloga como uno de los más eficientes a nivel mundial, digno de la curiosidad de países del primer mundo, principales competidores. Eso sí, productivamente hablando. Más allá de eso, la profesionalización es nula, o en el mejor de los casos incipiente. En orden decreciente, se habla mucho de rinde, algo de costos, poco de retornos y nada de riesgo. Finanzas y agro, son dos desconocidos.

1.2.- Génesis del problema

Técnicamente el riesgo en el agro siempre ha existido, no podemos dejar de mencionarlo. Pero es la magnitud y relevancia que ha cobrado en el presente, lo que hace que nos ocupemos de ello.

El siguiente cuadro nos muestra cual ha sido la evolución del productor agropecuario argentino a lo largo del tiempo, señalando tres factores fundamentales donde podemos observar “Riesgo” a saber; la propiedad de la tierra, la realización de las labores y la cultura de la organización.

	Propiedad de la tierra	Labores	Cultura de la Org.
ANTES	Campos propios	Maquinaria propia	Explotación familiar
AHORA	>70% campos arrendados	Contratación de servicios	Perfil empresarial

Cuadro 1 - Evolución del productor agropecuario argentino – Fuente: producción propia

Hablamos de “Antes y Ahora”, no con una referencia exacta a una época sino como un proceso que se ha ido gestando en los últimas décadas, pero que aún no ha culminado².

Antes, era el dueño de la tierra quien con maquinaria por él adquirida y su grupo familiar realizaban esta actividad por cuenta propia. La vida rural poco a poco se fue abandonando y ello motivó que el productor deba empezar a valerse de mano de obra contratada³. A los fines que nos ocupan (riesgo) si bien no es lo mismo, es cierto que poco aporta este cambio.

² BARSKY, OSVALDO Y GELMAN, JORGE, Historia del agro argentino. Desde la conquista hasta fines del siglo XX, Buenos Aires, Ed. Grijalbo-Mondadori, 2001.

³ BREBBIA, FERNANDO P., Manual de Derecho Agrario, Ed. Astrea, Buenos Aires, 1992.

Transcurrieron los años; los avances tecnológicos aplicados al sector y el consiguiente espiral de precios sufrido por la maquinaria, hicieron que en muchos casos les sea imposible renovarla. También debido la atomización que iban sufriendo las explotaciones por consecuencia del orden sucesorio, ya no se justificaba tal inversión. Sea cual fuere el motivo, lo cierto es que debieron acudir a contratistas que realicen las labores, concentrando aún más su actividad⁴.

Finalmente, quizás por las razones arriba expuestas, la excesiva regulación estatal y el rol de los *pooles de siembra*, los dueños de la tierra abandonaron la actividad, convirtiéndose en rentistas, a tal punto que en la actualidad se sabe que aproximadamente el 70% de la actividad agropecuaria se realiza en campos arrendados o de terceros, para no dejar fuera ninguna modalidad contractual⁵.

Este último suceso fue el que convirtió una actividad de bajo riesgo y retornos en todo lo contrario. No es más que el relato del comienzo, de los amigos inversores XY. Es decir, la evolución del productor agropecuario hizo que una actividad de bajo riesgo se convierta en altamente riesgosa, lo cual si no se maneja adecuadamente puede ocasionar perjuicios individuales y colectivos.

1.3.- Nuestra misión

El productor año a año debe tomar varias decisiones cuyo resultado le es totalmente incierto, entre ellas la más recurrente y de más corto plazo si se quiere, es que superficie implantar con cada cultivo.

Por otro lado, y de más largo plazo, debe decidir cuestiones que hacen al modelo de empresa que desea tener, entre ellas, comprar campo o arrendar, contratar servicios o invertir en maquinaria. Hasta aquí, las fundamentales según nuestro enfoque.

Hay otras decisiones, quizás de menor relevancia pero que también impactan en el resultado, por lo que no podemos dejar de mencionarlas; ellas son: tomar préstamo o financiar la NOF⁶ con capital de trabajo, tomar coberturas de precio o especular, etc. Cada una de esas decisiones, lo van sometiendo a un riesgo que como dijimos desconoce y por ello termina decidiendo por instinto, con apoyo en experiencia propia, o incluso ajena.

⁴ FORMENTO, SUSANA N., Empresa agraria y sus contratos de negocios, Ed. Facultad de Agronomía UBA, Buenos Aires, 2005.-

⁵ ALVARADO LEDESMA, MANUEL, Agronegocio – Empresa y Emprendimientos, 2da edición, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, 2007.

⁶ Utilizaremos este acrónimo a lo largo del texto para hacer referencia a la Necesidad operativa de fondos.

No obstante estamos convencidos de que individualizando los factores que generan el riesgo y aplicando herramientas financieras, se podría cuantificar ese riesgo, para luego gestionarlo.

Recordemos, que según Frank Knight⁷ podemos definir riesgo como las circunstancias en las cuales se realiza un experimento, o se estudia el resultado de un acontecimiento, cuyo resultado se desconoce, pero al cual se le pueden asignar probabilidades objetivas. Por otro lado caracterizo a la incertidumbre como las circunstancias en las cuales se realiza un experimento, o se estudia el resultado de un acontecimiento, cuyo resultado se desconoce, pero al cual no se le pueden asignar probabilidades objetivas. Vale decir, la diferencia radica en poder asignar probabilidades objetivas de ocurrencia a sucesos aleatorios.

Nuestra misión es, en primer lugar, **cuantificar el riesgo y retorno propio de la actividad**, según los distintos modelos de empresa agropecuarios existentes en la actualidad.

Si logramos eso, como consecuencia, adquiriremos dos facultades. La primera es **gestionar el riesgo** para volverlo controlable. La segunda, **optimizar la explotación utilizando el modelo de Markowitz** para decidir la superficie implantada de cada cultivo año a año.

Esta tarea supondría la transición de un modelo de incertidumbre a un modelo de riesgo, aplicado a una actividad que habitualmente no se analiza de esta manera. Vale resaltar, que el objetivo no es eliminar el riesgo, sino simplemente volverlo controlable, ya que “si no te atreves a nada, cuando termine el día, nada es todo lo que habrás ganado” - Neil Gaiman.

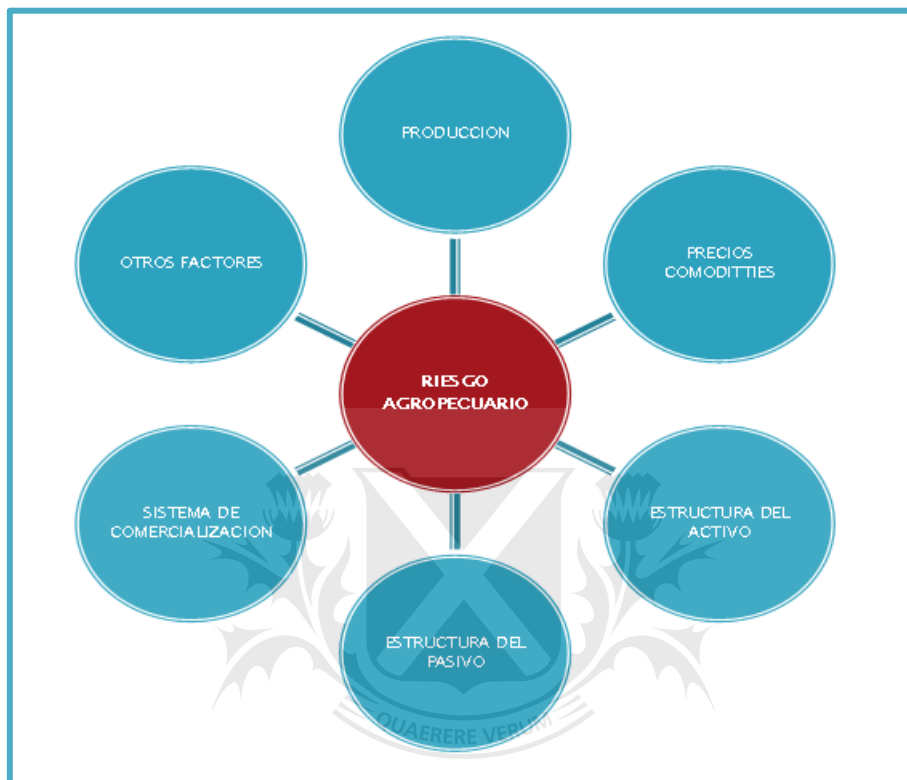
Este trabajo tiene la misión de ser un humilde aporte hacia ese objetivo.

Para ello vamos a transitar el siguiente camino. A partir del próximo punto identificaremos los factores que confluyen en la formación del riesgo agropecuario. Luego justificaremos la aplicación de la teoría de portafolios en nuestro modelo. Hecho, comenzaremos a desarrollar el modelo, partiendo de la obtención de datos, que nos permitan arribar a los rendimientos anuales de la actividad, presupuesto necesario para la construcción del modelo. Con dicha información podremos cuantificar retorno y riesgo de la actividad, lo que nos permitirá administrarlo y optimizar la explotación. Finalmente concluiremos con las enseñanzas y herramientas que nos dejó este trabajo.

2.- IDENTIFICACIÓN DE FACTORES

⁷ KNIGHT, FRANK H., Risk, Uncertainty and Profit, Ed. Houghton Mifflin Company, Boston and New York, año 1921. <https://archive.org/details/riskuncertaintyp00knig/page/46/mode/2up>

Existen sin duda, una gran cantidad de factores que confluyen en la formación del resultado de la actividad agropecuaria y por ende, en el riesgo asociado. El siguiente esquema nos brinda una aproximación.



Cuadro 2 – Factores del riesgo agropecuario – Fuente: producción propia

Vemos que son muchos los factores que confluyen pero, ¿tienen todos la misma importancia?; es la primera pregunta que se impone.

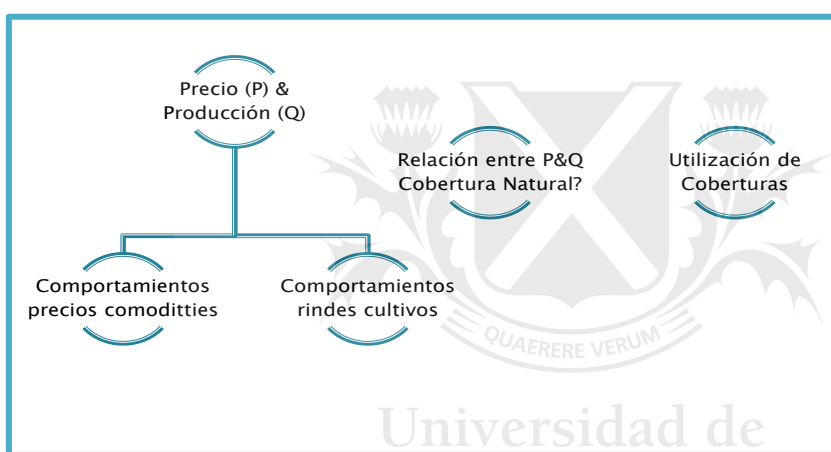
Antes de avanzar, conviene efectuar algunas aclaraciones para el lector “no agropecuario”. La actividad agrícola conviene analizarse en periodos anuales que no coinciden exactamente con año calendario y por eso lo denominamos “año agrícola”. Básicamente se extiende de mayo a mayo y por eso se suele hablar siempre de campaña 19/20, 20/21 y así sucesivamente. Un año agrícola comienza en el momento en que el productor decide que superficie implantar con cada cultivo⁸, que por lo general ocurre en mayo, salvo imprevistos. A partir de allí, comienza la compra de insumos y realización de labores que cada cultivo demanda y que a grandes rasgos puede prever el productor de antemano. Finalmente ocurre la cosecha (entre diciembre y mayo) y comercialización de los granos obtenidos. Vemos que al momento decisivo, el

⁸ Decidir la implantación de un cultivo para una superficie determinada significa que durante ese año no podrá implantar otro cultivo sobre la misma superficie, salvo el caso de cultivo de invierno/cultivo de verano que explicaremos más adelante.

productor sabe lo que va a necesitar erogar (con grado de aproximación muy cercana a la realidad), mas ignora cuales van a ser sus ingresos y por ende el resultado.

Así las cosas, vemos que si bien eran muchos los factores que incidían en el negocio, el rol protagónico lo ostentan dos de ellos, que son los que configuran el ingreso (Q y P); esto es: **(Q) Producción - rinde**⁹ de cultivos x hectárea y **(P) Precio** - cotizaciones de los granos. En ellos enfocaremos nuestra máxima atención.

Las primeras incógnitas que se nos presentan son: ¿cuál es el rinde esperado de cada cultivo?; ¿hay alguna relación entre ellos o son totalmente independientes?; y con respecto a precios, ¿cuál es la media de las cotizaciones para cada grano?, ¿están correlacionadas?. Finalmente, ¿hay alguna relación entre ambas variables?; ¿Qué ocurre cuando tomo coberturas?.

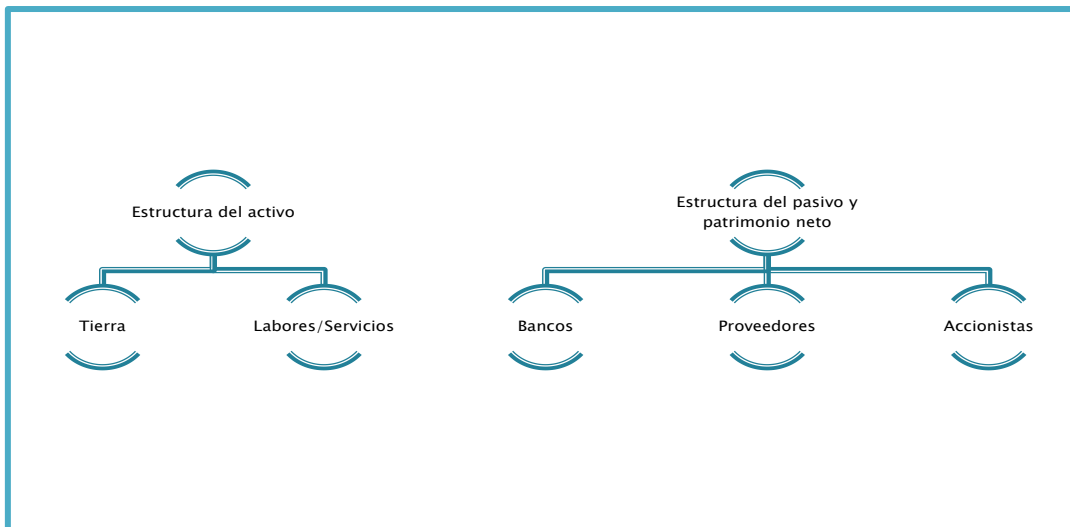


Cuadro 3 – Factores principales – Fuente: producción propia

No podemos dejar de mencionar los restantes factores, que si bien secundarios, podrían eventualmente en algún escenario volverse críticos. En esta línea podemos señalar la **estructura del activo**. Es decir, ¿cómo incide la titularidad de los principales factores de producción en el resultado de la actividad? Ellos son, básicamente, tierra y maquinaria agrícola.

También debemos prestar atención a la **estructura del pasivo**. No es indiferente al resultado de la actividad la fuente de financiamiento de la empresa y esto también debería ser evaluado. Que se cubra la NOF con el Banco, con un proveedor o con capital de trabajo tiene sin duda un impacto en el resultado que el lector ya ira imaginando.

⁹ Siempre que hablemos de volumen de producción, vamos a emplear la palabra “rinde”, reservando la palabra “rendimiento” para hablar de retornos en dinero. En primer lugar porque es la que habitualmente se utiliza en la actividad. Y en segundo lugar, para no generar confusión.



Cuadro 4 – Factores secundarios – Fuente: producción propia

3.- APLICACIÓN DE LA TEORIA DE PORTAFOLIOS – JUSTIFICACIÓN

Comenzando por el final, nuestra idea reposa en que la actividad agropecuaria puede ser asimilada perfectamente a la administración de portafolios. Ello por la sencilla razón de que el inversor bursátil decide, dada la restricción de presupuesto, entre varios activos que poseen una utilidad y una varianza esperada, tratando así de conformar una cartera que se coloque en la frontera eficiente, es decir que maximice su retorno dado un nivel de riesgo determinado.

Lo mismo hace, inconscientemente, el productor agropecuario, al elegir los cultivos a implantar en una superficie limitada de tierra (corto plazo), y lo mismo al tomar el resto de las decisiones que hemos mencionado (largo plazo).

Recordemos que bajo incertidumbre, Von Neumann y Morgenstern¹⁰ propusieron el concepto de utilidad esperada, lo cual significa que los agentes (en este caso productores agropecuarios) desconocen exactamente qué estado del mundo va a tener lugar (es decir, que resultado van a tener de acuerdo a los distintos cultivos implantados), pero saben qué utilidad obtendrían en cada estado, a la vez que conocen la probabilidad de cada estado. Para abordar el problema desde esta perspectiva debemos arribar al rendimiento realizado (o tasa de retorno) por cada activo (en este caso cultivo¹¹) durante el periodo de análisis.

¹⁰ John Von Neumann-Oskar Morgenstern 1944 “Theory of Games and Economic Behavior”.

¹¹ Para que el análisis sea perfecto habría que tomar el costo o beneficio financiero que tiene cada opción, llevándolo todo hasta t , lo cual no vamos a hacer pero no podemos dejar de mencionar.
 $R = \frac{PT - P_0 + D(1+r)(T - t_d)}{365} \cdot \frac{1}{P_0}$. Sin embargo nos conformaremos con tomar el retorno de cada alternativa como si los gastos ocurrieran para todas al mismo tiempo, lo cual sabemos que no es así. En

La tasa de retorno del cultivo i está dada por:

$$R_i = (V_i - P_i) / P_i$$

Donde V_i es el valor del cultivo i , en nuestro caso el **ingreso por hectárea de un determinado cultivo**;

P_i es el precio de adquisición del activo i , para nosotros los **gastos por hectárea sobre un cultivo determinado**¹².

Si tomamos que la actividad agropecuaria A es el resultado de los rendimientos de los $C_1 \dots C_n$ de los n cultivos, el rendimiento de la actividad estará dado por:

$$R_A = \sum_{i=1}^n W_i R_i$$

Donde W_i es el weight o participación del cultivo i en el total de la actividad A , siendo $W_1 + \dots + W_n = 1$

Existen además dos conceptos fundamentales en esta teoría; **media (μ)** y **varianza (σ^2)**.

Importa la media por cuanto es una buena medida del rendimiento esperado. Es una expectativa matemática. El rendimiento esperado de la actividad se podría expresar como;

$$\mu_A = E_{(R_A)} = \sum_{i=1}^n (W_i \mu_i)$$

Por su parte la varianza es una medida de la dispersión de los posibles resultados. Cuanto mayor sea ésta, más dispersos estarán los rendimientos observados.

$$\sigma^2 = \sum [(R_i - \mu_i)^2]$$

Como se expresa en porcentajes “cuadrados” se hace difícil de interpretar. Por ello se calcula el desvío estándar, que se expresa en la misma unidad de medida que los rendimientos observados.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Hemos mencionado que el problema del inversor (o función del productor) es maximizar la utilidad esperada para cada nivel de riesgo (desvío estándar) y sujeto a la

nuestra zona de influencia, el trigo es el cultivo que primero se implanta (junio) y cosecha (diciembre); el maíz es el siguiente, con siembra en septiembre y cosecha en marzo; luego la soja de primera: siembra en octubre cosecha primeros días de abril y finalmente soja de segunda, siembra en diciembre cosecha a fines de abril.

¹² Conviene anticipar para lectores no habituados al agro, que sembrar una hectárea con el cultivo que sea, implica una inversión por parte del productor, que básicamente consiste en semillas, agroquímicos, fertilizantes y servicios de siembra, pulverización, fertilización, cosecha y flete. Oportunamente determinaremos que consideración haremos de cada uno de ellos.

restricción de presupuesto¹³. Como hemos dicho, la Utilidad Esperada no es aquí otra cosa que la media de los rendimientos R de los distintos cultivos por su participación (W), pero con el riesgo no sucede lo mismo. He aquí lo fundamental en portafolios; la covarianza, como el producto de los dos desvíos.

$$\delta_{ij} = \frac{1}{n} \sum (R_i - \mu_i) \cdot (R_j - \mu_j)$$

La covarianza indica en qué medida los buenos y malos resultados de dos activos se dan simultáneamente. Para llevar los valores a al rango entre 1 y -1 se utiliza el coeficiente de correlación.

$$\rho_{ij} = \frac{\delta_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

El riesgo de la actividad va a estar dado por;

$$\sigma_A = \sqrt{W_i^2 \sigma_i^2 + W_j^2 \sigma_j^2 + 2W_i W_j \rho_{ij}}$$

Repasados dichos conceptos, decimos que el modelo de Markowitz consiste en buscar las combinaciones de activos con la mayor tasa de rendimiento para un nivel de riesgo determinado (varianza o desvío estándar), para ello habrá que tener presente que el desvío estándar de la cartera no es un promedio ponderado de los desvíos estándar de cada activo, sino que va a depender de la correlación que pueda existir entre ellos. Sobre la forma de resolverlo, nos extenderemos más adelante.

4.- CAMPO DE INVESTIGACIÓN

Las observaciones que sirven de base a este estudio pertenecen a **VILLARNOVO NEGOCIOS AGROPECUARIOS**, una empresa familiar que se dedica a la producción agrícola (principalmente trigo-maíz-soja) en el centro oeste de la provincia de Santa Fe, con sede en San Jorge.

La misma explota una superficie total 5.100 hectáreas, en pequeñas parcelas de entre 15 y 130 hectáreas distribuidas en un radio de 100 kilómetros con epicentro en San Jorge.

Para dicha actividad emplea directamente a 25 personas, entre empleados rurales, transporte y administrativos.

De sus registros surge información desde 2005 hasta la fecha, es decir 17 años de producción.

¹³ La restricción de presupuesto en nuestro modelo se presenta como la limitación del recurso escaso, que es la **tierra**. EL productor no puede ampliar la superficie de la explotación a su antojo, de un momento a otro.

Sabemos que la robustez del modelo depende en gran medida del número de observaciones y somos conscientes que 17 campañas no son suficientes. De todas maneras nos parece un buen comienzo, y con el compromiso futuro de ir sumando N con el correr de los años para perfeccionarlo.

5.- RECOLECCIÓN DE DATOS - INGRESOS¹⁴

A continuación se muestran los resultados de producción (Q) de la empresa durante las diecisiete (17) campañas analizadas.

RINDE (Q) (expresado en quintales por hectárea)																	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TRIGO	20,8	30,8	16,0	38,3	32,0	42,0	41,2	46,0	29,7	27,1	29,6	21,4	34,2	36,9	29,1	39,3	12,0
MAIZ	111,4	80,5	91,5	91,0	72,8	125,9	86,8	71,3	109,0	84,8	95,9	98,0	89,2	78,8	111,0	110,6	90,0
SOJA 1ª	33,7	27,1	37,1	41,0	29,0	38,8	41,0	31,5	38,4	37,6	48,0	24,6	27,8	33,4	39,9	46,0	39,3
SOJA 2ª	28,9	22,5	35,0	29,3	29,0	27,0	27,6	28,0	25,7	36,1	40,2	14,5	29,6	20,7	35,4	34,7	32,4

Cuadro 5 – Rindes anuales (Datos obtenidos de la empresa VILARNOVO NEGOCIOS AGROPECUARIOS)

Seguidamente se exponen los precios locales de granos durante idéntico periodo. Para ello no se tomaron los precios realizados sino un promedio anual de las cotizaciones de Pizarra de la Bolsa de Comercio de Rosario¹⁵¹⁶.

PRECIOS (P) (expresado en U\$D x tonelada)																	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TRIGO	100	108	144	154	134	163	192	221	250	201	114	151	161	203	190	194	217
MAIZ	70	92	118	142	111	133	185	174	163	141	110	167	144	155	141	150	206
SOJA	170	175	217	277	254	262	318	346	332	305	239	258	251	274	231	258	334

Cuadro 6 – Precios promedios anuales – Fuente: producción propia con datos obtenidos de la Bolsa de Comercio de Rosario.

¹⁴ Una vez abordados los puntos 5, 6, 7 y 8 de este trabajo, básicamente los fundamentos de la aplicación de la teoría de portafolio a la actividad agropecuaria, sugerimos la lectura del [anexo 2](#), donde explicamos cómo se arriba a los retornos que permiten su implementación.

¹⁵ <https://www.cac.bcr.com.ar/es/precios-de-pizarra/consultas>

¹⁶ No hemos tomado el precio vigente a una fecha determinada debido a que la empresa habitualmente realiza sus ventas a lo largo del año, siendo entonces de esta manera un proxy de precio realizado.

6.-ALGUNAS OBSERVACIONES PRELIMINARES SOBRE INGRESOS

Dada la importancia que revisten estas variables en nuestro análisis (explican más del 90% de los retornos) nos permitimos efectuar algunas observaciones, en base a los siguientes cuadros.

CORRELACIONES DE RINDES PRODUCTIVO (Q)				
	Trigo	Maíz	Soja 1ª	Soja 2ª
Trigo	1	-0,084	0,109	-0,117
Maíz	-0,084	1	0,412	0,142
Soja 1ª	0,109	0,412	1	0,706
Soja 2ª	-0,117	0,142	0,706	1

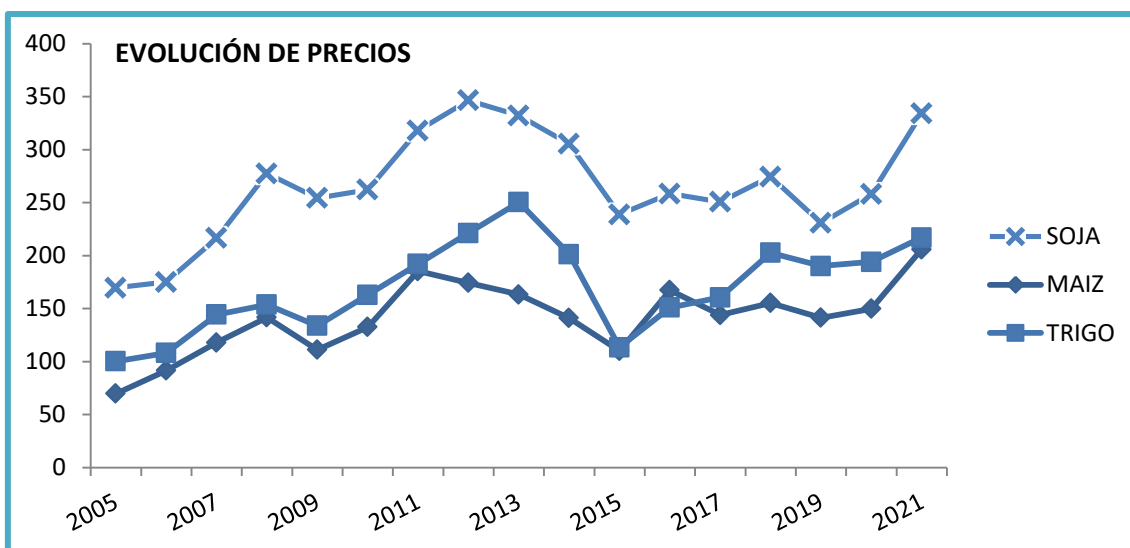
Cuadro 7 – Fuente: producción propia

CORRELACIONES DE PRECIOS (P)			
	Trigo	Maíz	Soja
Trigo	1,000	0,817	0,852
Maíz	0,817	1,000	0,866
Soja	0,852	0,866	1,000

Cuadro 8 – Fuente: producción propia

Podemos advertir que se verifica una fuerte correlación de precios¹⁷, con lo cual la diversificación, desde este lado no aportaría demasiado. Si graficamos la evolución del precio de estos commodities, desde 2005 a esta parte, no queda duda alguna.

¹⁷ Cabe aclarar que como tomamos precios internos, adentro hay cuestiones que no son fundamentales sino cuestiones de política como retenciones y Roes, que en cierta manera afectan el análisis pero no lo invalidan.



Cuadro 9 – Fuente: producción propia

La explicación de ello se puede atribuir a que todos se ven influidos por los mismos factores, entre los cuales podríamos enumerar: el clima, el dólar, el petróleo, el transporte o flete de los granos y las políticas comerciales o conflictos geopolíticos entre los países¹⁸, insumos tales como agroquímicos y fertilizantes, cambios demográficos, el crecimiento económico y los cambios en la alimentación y los patrones de consumo¹⁹.

No sucede lo mismo en producción, únicamente encontramos una fuerte correlación positiva entre soja 1ª y 2ª, lo cual es lógico²⁰.

El resto de las correlaciones son cercanas a 0, dado lo cual podemos asumir que se trata de variables independientes. He aquí la fortaleza de la diversificación de cultivos, sobre lo cual volveremos más adelante.

Resta asimismo saber si existe alguna relación entre P y Q. Con toda seguridad cualquiera diría que ello no tiene sentido, porque si bien los precios se forman por punto de equilibrio entre Oferta y Demanda, en bienes transables eso se da a nivel mundial, mientras que el Q de nuestro análisis no solo es local, sino que además se trata de una empresa que produce en campos a cien (100) kilómetros a la redonda. Es decir, los campos que trabaja la empresa están distribuidos en una vasta zona que abarca unas 800.000 hectáreas aproximadamente, pero a nivel país la superficie que se destina a estos tres cultivos (soja, maíz y trigo) ronda aproximadamente los 30 millones de hectárea. Algo así como el 2,6% de la producción nacional. Prima facie parecería

¹⁸ Factores que hoy influyen en la determinación de los precios de los commodities agrícola, Bolsa de Comercio de Rosario, <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/72639>.

¹⁹ Entendiendo la Volatilidad, Oferta y Demanda de los Granos, <https://www.cmegroup.com/es/education/learn-about-trading/courses/introduction-to-grains-and-oilseeds/understanding-grains-volatility-and-supply-and-demand.html>.

²⁰ La aclaración sirve para los no agropecuarios: la diferencia entre una y otra consiste que en la soja de primera el campo no tiene cultivo de invierno (trigo) en el mismo año y por el mismo motivo se puede implantar un mes antes aproximadamente, dato de no menor importancia.

imposible, por ej., que una baja en la producción aquí (menor oferta), pueda repercutir en el precio a nivel nacional o internacional.

Pese a ello, merecerá nuestro análisis oportunamente para, en su caso, descartar esta idea con fundamentos y no por instinto.

7.- ESTIMACIÓN DE EGRESOS (COSTOS)

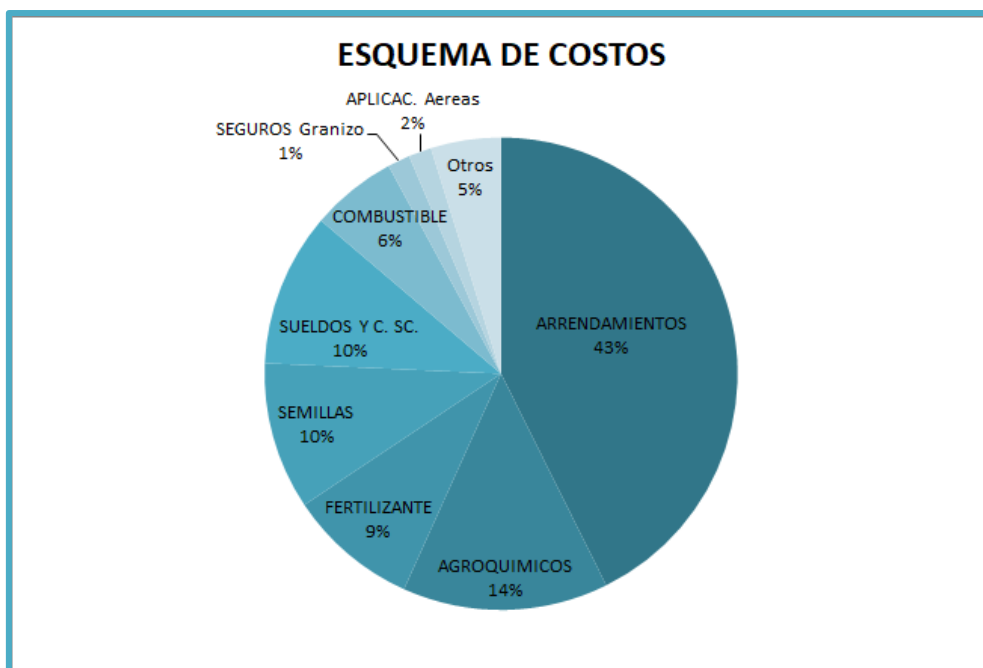
Para avanzar hacia el objetivo de obtener los rendimientos (o tasa de retorno) de cada cultivo, que nos permita aplicar la teoría de portafolios debemos considerar los costos de cada uno de ellos.

Lo correcto hubiese sido tomar los costos vigentes en cada fecha, pero en honor a la verdad hay que decir que la empresa no tiene registro de los diecisiete periodos bajo análisis.

Una segunda alternativa sería acudir a revistas especializadas, pero desistimos de ello por dos motivos básicamente. En primer lugar porque evaluándolas en los últimos años, no nos parecen adecuadas sus estimaciones. En segundo lugar porque las diferencias que puedan surgir no justifican la labor. A continuación veremos cómo se compone el esquema de costos de la empresa tipo en la actualidad, pero conviene hacer una aclaración; obviamente los costos no son iguales para todos los cultivos; vamos a considerar un plan de campaña que distribuya la superficie total de la explotación en 1/3 de cada cultivo, que es el que habitualmente desarrolla la empresa analizada y el resto de los competidores de la zona.

ESQUEMA DE COSTOS	
ARRENDAMIENTOS	42,66%
AGROQUIMICOS	14,07%
FERTILIZANTE	8,90%
SEMILLAS	10,08%
SUELDOS Y C. SC	10,51%
COMBUSTIBLE	5,89%
SEGUROS Granizo	1,54%
APLICAC. Aéreas	1,56%
Otros	4,79%

Cuadro 10 – Esquema de costos – Fuente: producción propia con datos obtenidos de VILLRNOVO NEGOCIOS AGROPECUARIOS



Cuadro 11 – Fuente: producción propia

El costo de la tierra, “**arrendamientos**”, normalmente se establece en quintales de soja por hectárea, independientemente del cultivo que se realice. Para ello vamos a tomar el nivel actual (n quintales de soja/ha) por el precio correspondiente a cada periodo. Uno podría decir que eso no es correcto por cuanto la lógica indica que la compresión o expansión de márgenes debería repercutir en este costo, es decir, que cuando el margen del productor se expande (básicamente por el nivel de precio de los commodities), el dueño de la tierra pretende una mayor retribución (en términos de quintales por hectárea) y viceversa. No obstante en la práctica podemos dar varias razones de por qué ello no siempre sucede de esa manera. En fin, este costo, se va a ir actualizando únicamente por la cotización de soja.

El resto de los costos son tomados a la fecha de hoy aunque con una aclaración. Algunos de ellos suponen la inversión de una determinada suma por hectárea según el cultivo, pero con independencia de cuál sea el resultado obtenido²¹. Otros por el contrario dependen del volumen (Q) y/o precio de los granos (P)²². Estos últimos los hemos agrupados como “costos variables” contabilizándolos como un porcentaje del Ingreso Bruto por hectárea. Ello implica que en nuestro esquema van a oscilar año a año conforme las variaciones de P y Q. Mientras que los primeros se contabilizan como una suma fija por hectárea por cultivo, a lo largo de todo el periodo de análisis, salvo el caso de arrendamientos, que ya hemos explicado en el párrafo que antecede.

²¹ Integran este grupo los siguientes gastos; agroquímicos, siembra, pulverización terrestre y aérea, semilla, cobertura de granizo, gastos de estructura y administración.

²² Integran este grupo los siguientes gastos: cosecha, flete, acopio, comercialización, honorarios ingeniero.

A simple vista se podría pensar que el modelo hace muchos supuestos como para ser robusto, pero a poco de que veamos la relevancia de cada variable coincidiremos en que la sensibilidad viene dada por los ingresos (P y Q) en primer lugar, y en segundo lugar, dentro de los egresos, por los arrendamientos, directamente relacionado a P de soja. En dichas variables hemos sido rigurosos en su determinación y solo en el resto (de escasa sensibilidad hemos hecho simplificaciones).

Tomemos por ejemplo **Soja de 1ª**, que es el cultivo más recurrente.

	MEDIAS
PRECIO (P)	264,85
CANTIDAD(Q)	36,12
INGRESOS	956,63 (-56% +74%)
GTOS ARRENDAM.	- 375,60 (-35% + 30%)
GTOS OTROS	- 460,78 (-15% + 15%)
RESULTADO	120,25
RETORNO	14,37%

Cuadro 12 – Fuente: producción propia

El cuadro muestra el resultado en soja (por hectárea) tomando valores medios de la serie. Luego si buscamos máximos y mínimos (también de la serie), observamos que el ingreso (bruto) se podría mover a la baja 56% y al alza un 74%. En segundo orden, los arrendamientos se podrían mover un 35% en ambas direcciones. En conclusión, siendo “otros gastos” aproximadamente el 50% de los egresos y que su oscilación podría apenas mover algunos puntos porcentuales año a año, no tiene sensibilidad para torcer los resultados de este análisis. Incluso todos sabemos que el manejo agronómico se ha ido complejizando en los últimos años dado lo cual se puede decir que, los costos actuales (que estamos aplicando a todos los periodos) son los más elevados. En definitiva ello castigaría el modelo si se quiere. Siendo que el presente estudio es de riesgo, lo que no nos podemos permitir es el efecto contrario.

8.- RESULTADOS

Finalmente hemos arribado a los resultados anuales de acuerdo a cada uno de los cultivos. Reiteramos que las planillas de cálculo se encuentran expuestas en el [Anexo 2](#) a donde remitimos a los fines de poder seguir y comprende el desarrollo, limitándonos en este punto a exponer solamente los resultados.

Al comienzo de este trabajo hemos hablado de la evolución que había sufrido el riesgo de la actividad agropecuaria, donde observábamos cuatro tipos de empresas distintas que fueron marcando el proceso evolutivo pero que, en mayor o menor medida aún se observar en la realidad. Para demostrar ello en números hemos calculado los resultados para 4 modelos. Es sabido que para cualquiera de ellos los ingresos (por hectárea) son coincidentes, surgiendo de efectuar $P \times Q$ conforme los datos expuestos en el Punto 5 de este trabajo.

No ocurre lo mismo con los egresos y por ende retornos. Para su comprensión debemos aclarar que el retorno realizado surge dividir la utilidad de la empresa (antes de impuestos e intereses) sobre el capital aplicado para obtener las mismas, es decir, el ratio $EBIT^{23}/ACTIVOS^{24}$, lo cual implica que;

En el caso de **campo de terceros con servicios contratados** el capital aplicado es solamente el capital de trabajo²⁵ necesario para afrontar los gastos de la explotación, dentro de los cuales obviamente se encuentra el costo de insumos como en todos los modelos de empresa, y además el costo de la tierra (arrendamiento) y de la contratación de servicios. Hemos optado por tomar los gastos fijos por hectárea, en el entendimiento de que los variables por hectárea dependen de los ingresos y de ellos se descuentan, por lo que no sería capital aplicado.

En el caso de **campo de terceros con maquinaria propia**, no vamos a tener gastos de contratación de servicios pero si los costos internos de los mismos, a lo que adicionamos además la depreciación de la maquinaria²⁶. Y como denominador del ratio, tomamos no solo el capital de trabajo necesario para costear los gastos de explotación sino también la suma de U\$D760,86 por hectárea²⁷. Recordemos que este es el modelo

²³ Decidimos no tomar **Ebitda** debido a que al analizar modelos de empresa que contemplen o no maquinaria propia, la depreciación de la misma es fundamental. Asimismo no tomamos NOPAT porque la cuestión impositiva complejizaría demasiado el modelo, sobre todo teniendo en cuenta que se analiza en pesos una actividad 85% “dolarizada”.

²⁴ Tomamos los **activos** porque nos interesa saber el retorno que se obtiene según el capital en juego, como si analizaríamos un portafolio.

²⁵ Hablamos de capital de trabajo y no de NOF puesto que asumimos que la empresa se financia con capital propio.

²⁶ Tomamos un 5% anual debido a que la empresa tiene medido que al cabo de cinco años, que es la periodicidad con que se renueva la maquinaria, la misma vale un 75% de su valor originario, medido en dólares BNA.

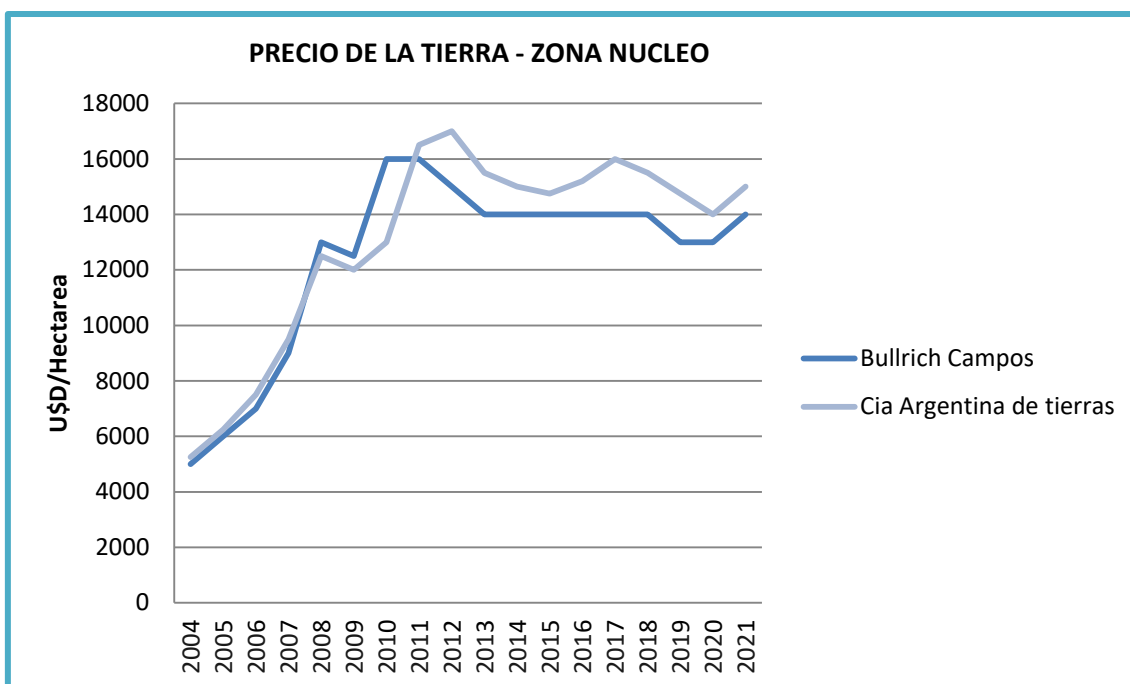
²⁷ Ello por cuanto de la empresa surge que con un equipo (tractores, sembradoras, cosechadoras, camiones, acoplador, pulverizadoras, etc.) de U\$D3.880.386, siendo eficientes, se pueden trabajar 5.100 hectáreas.

de la empresa bajo análisis, lo que nos permite conocer cabalmente los números de este modelo.

Finalmente cuando hablamos de **campo propio** no debemos contabilizar gasto de arrendamiento, lo cual hace crecer el numerador del ratio, pero agregamos al capital aplicado el valor de la tierra.

Aquí advertimos la existencia de una variable, que complejiza el modelo. El precio de los campos también fluctúa a lo largo del tiempo, por lo cual el retorno de este modelo de empresa también se podría ver afectado por las ganancias o pérdidas que la inversión inmobiliaria arroja año a año. Es decir, deberíamos sumar al resultado de la producción, el resultado por la tenencia del campo. En dicha misión, nos topamos con la falta de información existente en la materia, lo cual no nos sorprende a quienes habitamos esta parte del país y conocemos el sector inmobiliario rural. En primer lugar porque la mayoría de las operaciones se dan entre particulares, sin intermediarios. En segundo lugar porque las inmobiliarias que intervienen en algunas operaciones no tienen el volumen suficiente como para que su información sea representativa y, a decir verdad, tampoco suelen llevar registros que les permitan arribar a conclusiones sobre ello. Para sortear este obstáculo tomamos información de precios de campos de zona núcleo de intermediarios especialistas (Bullrich Campos y Compañía Argentina de Tierras). El siguiente gráfico nos muestra que ambas coinciden (en gran medida) en los precios y en las variaciones que han experimentado durante los años que abarcan el presente estudio y que el precio actual que estos informan de una hectárea en zona núcleo, no dista del conocido por nosotros en nuestra zona de influencia (15.000 dólares por hectárea).

Universidad de
San Andrés



Cuadro 13 – Fuente: producción propia con datos obtenidos del sitio web oficial de Bullrich Campos y Compañía Argentina de Tierras.

Siendo ello así nos permitimos tomar estos datos para efectuar el análisis. No obstante, como sospechamos de antemano que la inclusión de esta variable va a tener demasiado peso en el resultado de las empresas que tienen campo propio, hemos decidido efectuar ambos análisis, es decir, uno que contemple la variación del precio de la tierra como parte del resultado y uno que no la incluya, donde mantenemos esta variable constante en USD14.000 por hectárea que es el valor promedio de la tierra, durante el periodo de estudio, para nuestra zona de influencia. De esta manera, pudiendo comparar una y otra alternativa, lograr ver el impacto que ello tiene y en todo caso justificar la preferencia.

Si la maquinaria es propia o no, realizamos lo mismo que explicamos más arriba.

Retomando, lo que nos interesa es medir la utilidad de la empresa (antes de intereses e impuestos) en función del capital necesario para producirla, en el entendimiento de que, según el perfil del empresario, podría adoptar el modelo que mejor satisfaga sus expectativas, moviendo su capital de un modelo a otro.

Para mayor comodidad a cada modelo de empresa le hemos asignado una letra, como sigue;

- A. **Campo propio con maquinaria propia**
- B. **Campo propio con servicios contratados**
- C. **Campo de terceros con maquinaria propia**
- D. **Campo de terceros con servicios contratados**

Una última aclaración se hace necesaria. Por el momento vamos a trabajar con una rotación 1/3 – 1/3 – 1/3, lo cual significa que se destina igual superficie a la implantación de maíz – soja y trigo/soja²⁸. Ello es lo habitual en la zona debido a que es lo aconsejado agrónomicamente hablando²⁹. Es decir, por el momento anclamos los W en 1/3 para cada cultivo de manera de enfocarnos en los modelos de empresas. Más adelante nos centraremos en un modelo de empresa determinado para mover los weights de los cultivos y así optimizar planteos.

A continuación los resultados de los retornos realizados para cada modelo de empresa;

8.1.- Resultados incluyendo variación del precio de la tierra

RETORNO REALIZADO (con variacion precio campos)																	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A	18,7%	19,1%	28,2%	34,9%	-0,8%	13,6%	31,3%	7,7%	-3,0%	1,6%	2,3%	5,7%	8,3%	0,6%	-0,1%	1,0%	12,6%
B	19,9%	20,2%	29,5%	36,1%	-1,6%	13,2%	31,8%	7,1%	-4,1%	0,8%	1,6%	5,2%	7,9%	-0,1%	-1,1%	-0,1%	12,1%
C	-3,0%	-5,9%	9,0%	20,9%	2,2%	27,2%	30,1%	22,5%	29,8%	21,0%	19,1%	6,3%	13,1%	14,1%	26,8%	35,8%	27,0%
D	-18,7%	-24,2%	3,3%	22,7%	-8,8%	33,8%	36,6%	23,7%	35,4%	22,4%	21,0%	-2,8%	9,8%	11,1%	34,6%	49,2%	30,9%

Cuadro 14 – Fuente: producción propia

El formato condicional nos permite advertir los resultados negativos pintados con rojo. Seguidamente calculamos la media (μ) de estos retornos como medida de retorno esperado y su desvío estándar (σ) como medida de riesgo.

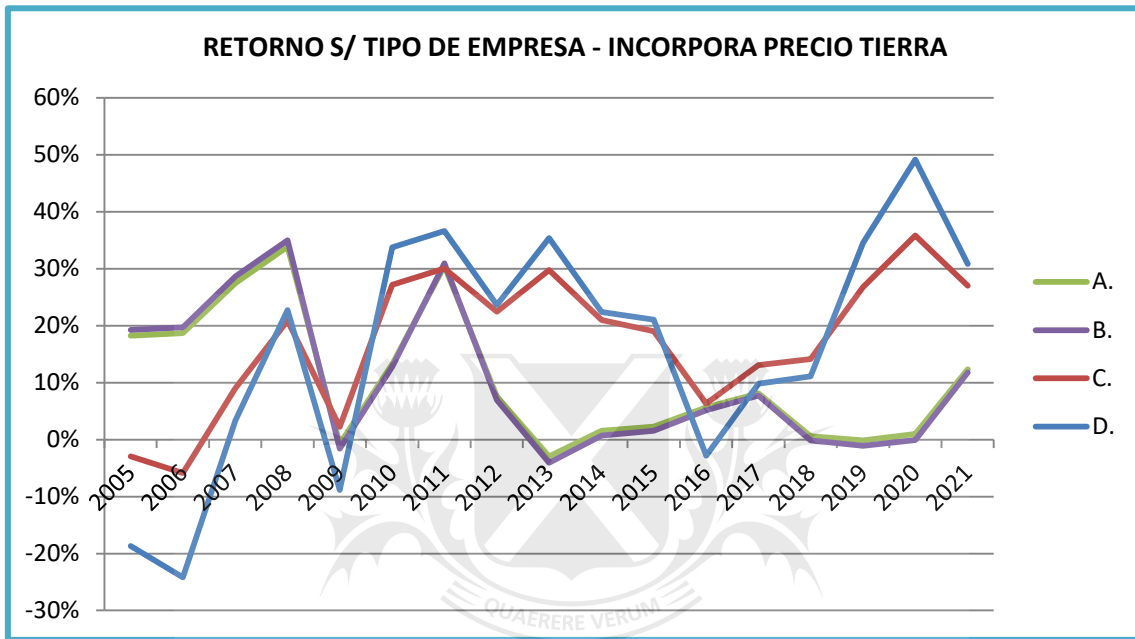
		μ	Σ
A.	campo propio con maquinaria propia	10,69%	11,95%
B.	campo propio con servicios contratados	10,48%	12,75%
C.	campo de terceros con maquinaria propia	17,42%	12,22%
D.	campo de terceros con servicios contratados	16,47%	20,86%

²⁸Reiteramos una vez más, para los que no están habituados a estos términos. Los cultivos de soja y maíz son de verano, mientras que el trigo es de invierno. Es así que, en un año solo tenemos la posibilidad de hacer doble cultivo sobre un mismo campo, en la medida que optemos por un cultivo de invierno (en nuestro caso trigo) y uno de verano (en nuestro caso soja). Siempre que hablemos de soja de segunda se trata de la soja que se siembra inmediatamente después de cosechar el trigo. Si simplemente decimos soja o soja de primera, hacemos referencia a la que no está precedida de ningún cultivo de invierno en el año agrícola.

²⁹ Si tomamos un lote determinado, el primer año se destinaria a maíz, el segundo año a soja de primera, y el tercer año al doble cultivo trigo/soja de segunda. Ello, trasladado al 100% de los lotes significa asignar 1/3 a cada cultivo.

Cuadro 15 – Fuente: producción propia

Si observamos los retornos de la serie en el siguiente grafico veremos claramente su comportamiento.



Cuadro 16 – Fuente: producción propia

8.2.- Resultado sin variación del precio de la tierra

A continuación exponemos los resultados obtenidos sin contemplar la variación del precio de la tierra, recordemos que para ello dejamos esta variable fija en USD14.000 por hectárea por cuanto este es el valor promedio de la tierra durante el periodo de análisis.

RETORNO REALIZADO																	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A	1,3%	1,1%	2,9%	4,7%	2,6%	5,2%	6,2%	5,7%	6,3%	5,1%	4,1%	3,1%	3,7%	4,0%	4,8%	6,0%	6,0%
B	0,8%	0,6%	2,3%	4,0%	2,0%	4,4%	5,3%	4,9%	5,4%	4,3%	3,4%	2,4%	3,0%	3,3%	4,0%	5,2%	5,2%
C	-3,0%	-5,9%	9,0%	20,9%	2,2%	27,2%	30,1%	22,5%	29,8%	21,0%	19,1%	6,3%	13,1%	14,1%	26,8%	35,8%	27,0%
D	-18,7%	-24,2%	3,3%	22,7%	-8,8%	33,8%	36,6%	23,7%	35,4%	22,4%	21,0%	-2,8%	9,8%	11,1%	34,6%	49,2%	30,9%

Cuadro 17 – Fuente: producción propia

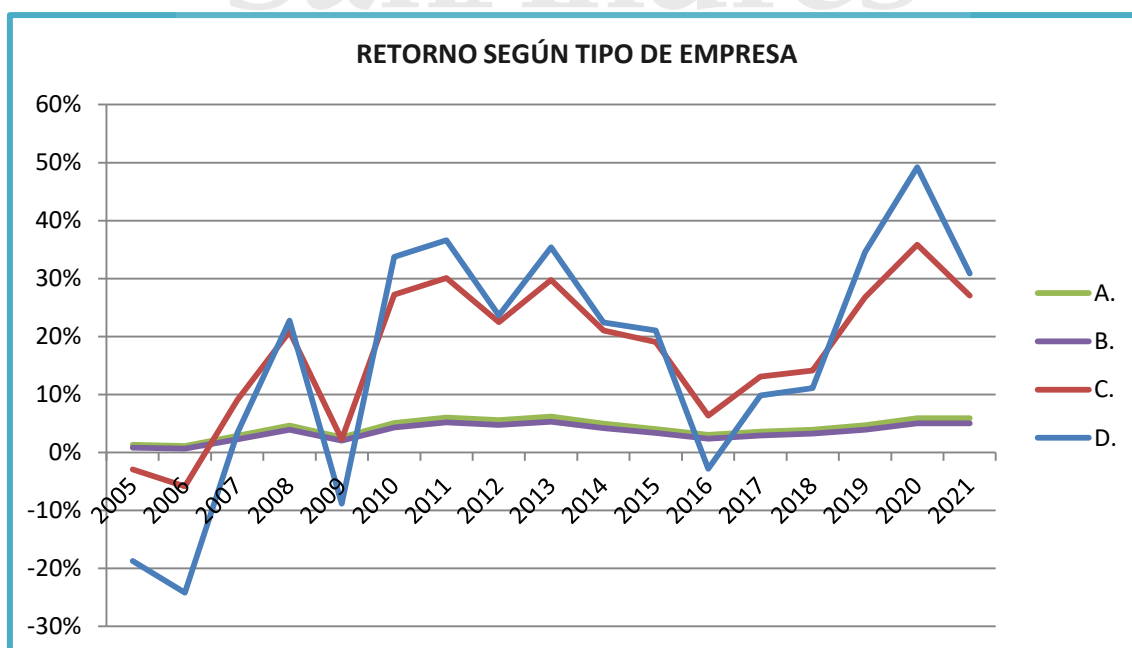
A diferencia de lo observado en el análisis anterior, vemos que cuando no consideramos la variación del precio de la tierra, los resultados de los primeros dos modelos no registrarían pérdidas en ninguno de los 17 periodos bajo análisis. Ello nos adelanta que las pérdidas observadas en el análisis anterior provienen de una baja temporal del precio de la tierra que, como hemos dicho, tienen demasiado peso en el resultado cuando se lo agrupa con el de la explotación.

Seguidamente calculamos la media (μ) de estos retornos como medida de retorno esperado y su desvío estándar (σ) como medida de riesgo.

	μ	σ
A. Campo propio con maquinaria propia	4,28%	1,65%
B. Campo propio con servicios contratados	3,56%	1,51%
C. Campo de terceros con maquinaria propia	17,43%	12,23%
D. Campo de terceros con servicios contratados	16,47%	20,86%

Cuadro 18 – Fuente: producción propia

Si observamos los retornos de la serie en el siguiente gráfico veremos claramente su comportamiento.



8.3.- Comparando ambas alternativas de análisis

COMPARACION DE AMBAS ALTERNATIVAS DE ANALISIS				
	μ		σ	
	I	II	I	II
A Campo propio con maquinaria propia	10,70%	4,28%	11,95%	1,65%
B Campo propio con servicios contratados	10,49%	3,56%	12,75%	1,51%
C Campo de terceros con maquinaria propia	17,43%	17,43%	12,23%	12,23%
D Campo de terceros con servicios contratados	16,47%	16,47%	20,86%	20,86%

Cuadro 20 – Fuente: producción propia

Realizado ello, nos encontramos con que incluir esta variable afecta sustancialmente el retorno y riesgo. Básicamente los resultados de los modelos de empresa con **campo propio** se muestran extremadamente sensibles a las variaciones del precio de la tierra³⁰. Ello se explica fácilmente; a modo de ejemplo, hablando estrictamente de producción un buen año agrícola podría generar (en producción) una utilidad en el rango de los U\$300 a U\$500 por hectárea, suma que, en la variación del precio de la tierra, es ínfima. Por lo cual al incluir esta variable en el análisis de la empresa con **campo propio**, el retorno va a estar dado básicamente por la variación del precio de la tierra y no así por el resultado de la campaña agrícola.

Si bien los números mandan y el resultado por tenencia de activos es una realidad muchas veces ignorada en el agro, somos partidarios de seguir la alternativa II, vale decir, no incluir en el resultado anual la variación del precio de la tierra, aunque no sin recomendar prestar atención a la evolución que el precio de los campos experimente en el largo plazo. Sostenemos que la inversión inmobiliaria rural, tiene motivaciones que hacen que no sea justo juzgarla por rendimientos anualizados. Quien invierte en tierra piensa en la seguridad de su renta y en el resguardo de su capital con un horizonte temporal prolongado; si su campo baja de precio al año siguiente sencillamente no le interesa. Tampoco podría ser de otra manera, puesto que los costos de entrada y salida que tienen la inversión inmobiliaria en nuestro país no lo permitirían. Entrar y salir de una inversión inmobiliaria en Argentina no es algo que pueda hacerse de un año a otro, de manera eficiente, por eso quien invierte en tierra tiene que necesariamente hacerlo con un horizonte más prolongado de tiempo y no prestar atención a las variaciones anuales de precio que se pudieran suceder. A modo de ejemplo, solamente el costo de escrituración de un campo ronda el 9% de su valor.

³⁰ Nótese que la misma ha triplicado su valor, desde 2004 a esta parte, haciendo pico en 2012 y luego fluctuando en los años posteriores.

En definitiva, el productor normalmente opta por invertir en tierra para producir en ella teniendo en vista en el corto plazo el ahorro generado por no tener que pagar arrendamiento, y esto si es fundamental para el análisis. En el largo plazo lo ve más como una reserva de valor en un país que no brinda muchas alternativas seguras para el común de la gente y no presta demasiada atención a las variaciones que su precio tenga año a año. Como la persona que compra una casa para alquilarla, piensa en la renta que le va a pagar el inquilino, no en la variación que pudiera experimentar su precio.

Resumiendo; somos conscientes que desde la perspectiva de Finanzas no se puede ignorar las variaciones del precio del activo como componente del retorno de la cartera, a lo sumo se podría discutir, en este caso, si conviene analizarlo por periodos anuales o más prolongados. En lo personal reiteramos, preferimos dejar fuera del análisis la ganancia o pérdida proveniente de la variación del precio de la tierra para las empresas que tienen campo propio, y en su lugar mantener fija una suma, por los siguientes motivos.

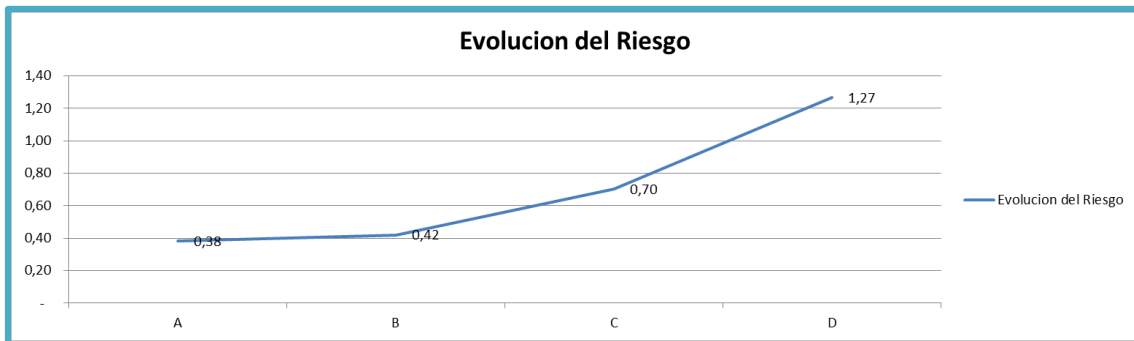
En primer lugar, este trabajo está pensado para ser una herramienta de toma de decisiones para productores agropecuarios, lo cual nos impone no escapar a la realidad y a las motivaciones que tiene el mismo al adquirir un campo que hemos descripto.

En segundo lugar, el mercado inmobiliario rural es un mercado informal, con escasa liquidez y profundidad, esto hace que el spread entre la oferta y la demanda sea habitualmente grande. Vale decir, si quiero comprar en cantidad vale mucho más que si quiero vender en cantidad.

En tercer lugar, y que creemos nosotros decisivo para justificar el camino escogido; el valor dado al campo es el promedio observado durante el periodo de análisis, un supuesto como tantos otros que hay que hacer en la construcción de un modelo y que luce razonable por los siguientes motivos. Los campos experimentaron una gran suba de precio por el salto tecnológico productivo dado por el combo (siembra directa, soja RR y glifosato) acompañado desde la demanda por el ingreso de china al juego. Si vemos la serie de precios de los campos más arriba (pag. 20), los mismos triplicaron su precio desde el año 2004 a 2010, para luego mantenerse en ese nivel hasta la actualidad. Eso fue un suceso extraordinario; hoy no vemos cerca algo similar, con lo cual incorporar esos datos para construir μ como retorno esperado y σ como medida de riesgo no nos parece atinado. Por el contrario somos partidarios de que luce más razonable esperar que los precios de los campos se muevan, de aquí en adelante, más cerca de su media de USD14.000 hasta tanto ocurra algún evento disruptivo que hoy no podemos vaticinar.

Para finalizar con este punto, señalamos que los cuatro modelos desarrollados, claramente son una simplificación que nos permite agrupar a los distintos tipos de productores agropecuarios que existen en la actualidad. Pero recordemos que también sirven para explicar la evolución que ha sufrido el productor, mayoritariamente hablando. Por ello, el siguiente grafico nos demuestra como ha crecido el riesgo (σ) por la evolución de la empresa agropecuaria, escalado según su retorno (μ), es decir,

calculamos el Coeficiente de Variación de Spearman³¹, para cada uno de los tipos de empresas o momentos de la historia.



Cuadro 21 – Fuente: producción propia

El gráfico nos muestra claramente que el riesgo de la actividad agropecuaria crece a medida que el productor comenzó a contratar servicios para explotar su campo (paso de A a B), ello se incrementa cuando propietario y productor dejan de ser una misma persona (paso de B a C) y se maximiza con la aparición de los pools de siembra, consistente en que el productor arrienda una superficie de tierra y contrata todos los servicios³².

Ahora que conocemos el retorno y riesgo asociado a todos los modelos de empresa existentes en la actividad, veamos primero que implicancias tiene en la práctica para gestionarlo.

San Andrés

9.- ADMINISTRACIÓN DE RIESGO

Pues bien, hasta aquí podemos arribar a dos conclusiones para el modelo de empresa bajo análisis. La primera es que estamos en una actividad que se podría decir “rentable”. Vale decir, la utilidad esperada es de 17,43%; en dólares BNA, en este país, no es para nada despreciable. La segunda es que sabemos que estamos expuestos a un gran riesgo, pero ¿Cómo medirlo? y una vez medido, ¿Cómo gestionarlo?.

³¹El mismo surge del ratio desvío estándar/retorno esperado.

³² Hay que mencionar que si opto por el análisis que contempla la variación del precio de la tierra como parte del resultado de las empresas que producen en campo propio, el riesgo de los tipos A y B se vuelve similar al de los pools de siembra, vale decir, tipo D.

9.1.- Cuantificación del riesgo.

Entendemos que la forma más elocuente de presentarle el riesgo a un productor agropecuario es traduciéndolo en dinero, dado lo cual recurrimos al VAR (value at risk).

Esta herramienta sirve para establecer la máxima pérdida posible de un portafolio, dado un nivel de significancia p o nivel de confianza $(1 - p)$, para un horizonte de tiempo determinado y asumiendo normalidad en los retornos. Se podría representar mediante la siguiente formula;

$$R^* = (\mu - Z\sigma) \cdot I$$

Donde;

- R^* es el VAR
- μ es la media o utilidad esperada de la cartera o inversión
- Z es el valor de la distribución normal para el nivel de significación escogido
- σ es el desvío estándar o riesgo de la cartera o inversión
- I es el monto de la cartera o inversión

En el caso que nos ocupa, se trata de obtener cual sería la pérdida máxima posible en un horizonte temporal de un año (una campaña agrícola). Vamos a trabajar con un nivel de significancia de 5%, vale decir, por el momento nos conforma saber que podría ocurrir en 19 años sobre un total de 20 años (por representarlo de una manera), ignorando de momento que pasaría el año restante. Luego indagaremos que tan grave puede ser lo que estamos ignorando.

En cuanto a monto del portafolio (I), en nuestro caso se trata de cuál sería la inversión, o activos en juego para llevar adelante la actividad. A ello hemos arribado cuando calculábamos los retornos de cada tipo de empresa, según la titularidad de los activos. Dado que la empresa que nos ocupa se trata de la enumerada con la letra **C) Campo de terceros con maquinaria propia** y que trabaja una superficie de 5100 hectáreas, calcularemos cual es el activo aplicado y luego lo extenderemos a las restantes alternativas comparativamente.

CAPITAL DE TRABAJO ³³	871,59
----------------------------------	--------

³³ Este es el monto necesario de capital de trabajo para un planteo de 1/3 cada alternativa de cultivos, medido en dólares por hectárea. Recordemos que solo consideramos costos fijos por hectárea, debido a que los que se agrupan en variables según rinde se abonan con el producido.

MAQUINARIA ³⁴	760,87
INVERSIÓN POR HA	1.632,46
SUPERFICIE (HAS)	5.100
TOTAL (P)	8.325.541

Cuadro 22 – Fuente: producción propia

En conclusión, consideramos un Portafolio I de USD8.325.541 que es el activo que se necesita para una explotación de 5.100 hectáreas en campo alquilado pero con maquinaria propia, por ser las características de la empresa bajo análisis. Luego lo contrastamos con las otras alternativas, manteniendo el mismo valor de I.

Tenemos que;

$$\mu = 17,43\%$$

$$\sigma = 0,1223$$

$$Z^{35} = 1,745883$$

$$R^* = (0,1743 - 1,745883 \times 0,1223) \times 8.325.541$$

$$\text{Var} = \text{USD}326.296,75.-$$

Se puede decir que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas anuales no superen los USD326.296,75.-

Utilizando dicha herramienta también podríamos afirmar que las probabilidades de que el resultado de un año determinado (una campaña agrícola) sea ≥ 0 es de 91,34%.

A continuación exponemos el VAR según cada tipo de empresa o modelo de negocio arriba descrito³⁶;

RIESGO SEGÚN TIPO DE EMPRESA				
		μ	σ	R* (95%)
A.	CAMPO PROPIO CON MAQUINARIA PROPIA	4,28%	1,65%	117.114
B.	CAMPO PROPIO CON SERVICIOS CONTRATADOS	3,56%	1,51%	77.001
C.	CAMPO DE TERCEROS CON MAQUINARIA PROPIA	0,17426	0,12226	326.297
D.	CAMPO DE TERCEROS CON SERVICIOS CONTRATADOS	0,16471	0,20860	1.660.850

Cuadro 23 – Fuente: producción propia

³⁴ Este dato se toma de dato de la empresa bajo análisis, en la cual, con un equipo valuado en USD3.880.386, se pueden trabajar perfectamente 5100 hectáreas, lo que equivale a decir que se requieren USD760,86 por hectárea.

³⁵ Dado el número de observaciones a partir del cual creamos el modelo, no utilizamos la tabla normal estándar. Dicho número corresponde al valor crítico para un nivel de confianza de 95% de la tabla t-student.

³⁶ Aquí optamos por seguir los números que arroja el análisis que no incluye la variación del precio de la tierra, por los motivos explicitados en el Punto 8.

Vemos que en las alternativas A y B nos devuelven un valor positivo, significa que con el 95% de probabilidad el resultado no va a caer por debajo de esa suma. Como lo hemos dicho al comienzo, el productor en campo propio enfrenta niveles de riesgo sumamente bajos, salvo que agreguemos el resultado por tenencia de la tierra, que distorsiona totalmente el análisis, como ya hemos explicado. Fuera de ello, la probabilidad de perder dinero en esos modelos de empresa es 1% (A) y 1,5% (B) aproximadamente. Ello se explica por una simple razón; el hecho de ser propietario de la tierra, hace que nos ahorremos el costo más importante de la actividad que es el arrendamiento (recordemos que representa más de 40% de la estructura de costos), lo cual nos asegura prácticamente en todos los casos un EBIT positivo. No obstante, nos aumenta sideralmente el denominador del ratio de retorno esperado, al tener que adicionar al capital de trabajo el valor del inmueble. Esta construcción descansa en la idea que ya hemos mencionado, que el productor (dado un capital) puede decidir invertirlo en cualquiera de los modelos de empresa señalados.

Por último, vemos que la alternativa D arroja un VAR extremadamente alto. **Aquí descubrimos la importancia de la maquinaria propia, que no solo mejora algunos puntos la utilidad esperada, sino que reduce el riesgo enormemente.**

10.- OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIA

Hasta ahí hemos descripto la situación actual de la empresa, tal como nos viene dada y comparándola con otros modelos de empresa agropecuaria existentes. Pero la pregunta que se impone es; ¿Qué tan eficiente es la empresa en su estrategia productiva?

Como habíamos dicho al comienzo, nuestra idea es aplicar la teoría de portafolios a la actividad agropecuaria. Por ende, los inputs ya los tenemos; el output deberá ser la frontera de eficiencia de Markowitz, es decir, las alternativas productivas que maximicen los resultados para cada nivel de riesgo dado; se puede escribir como;

$$Max E_{(R)} = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot \mu_i)$$

Ello para cada nivel de riesgo del portafolio que estará determinado por;

$$\sigma_A = \sqrt{W_i^2 \sigma_i^2 + W_j^2 \sigma_j^2 + 2W_i W_j \rho_{ij}}$$

Para avanzar se hace necesario pararnos en un modelo de empresa determinado, que hemos elegido **Campo de terceros con maquinaria propia**, luego calcular el retorno individual o utilidad esperada (μ) de cada cultivo, su desvío estándar (σ) y las correlaciones (coeficiente de correlación) entre ellos. Para ello llevamos a 100% los ponderadores de cada cultivo (W) de nuestro modelo y obtuvimos los retornos anuales. Es decir, simulamos que hubiera pasado si la empresa hubiera hecho el mismo solo cultivo durante todos los años bajo análisis. Copiados esos resultados, luego calculamos media y desvío estándar de cada uno, y finalmente sus coeficientes de correlación.

	μ	σ
TRIGO/SOJA	0,1925	0,160
MAIZ	0,1696	0,165
SOJA	0,1582	0,131

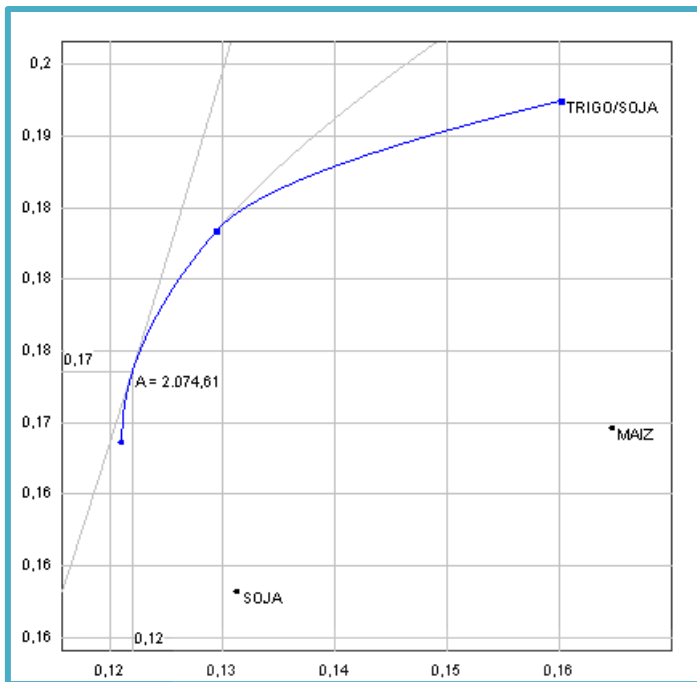
Cuadro 24 – Fuente: producción propia

CORRELACIONES			
	TRIGO/SOJA	MAIZ	SOJA
TRIGO/SOJA	1	0,25	0,72
MAIZ	0,25	1	0,47
SOJA	0,72	0,47	1

Cuadro 25 – Fuente: producción propia

La frontera eficiente nos muestra todos los pares de $\sigma\mu$;

FRONTERA EFICIENTE DE PRODUCCION CON PRECIOS HISTORICOS



Cuadro 26 – Fuente: producción propia

El resultado es el siguiente;

PORTAFOLIO DE MÍNIMA VARIANZA	
Retorno esperado	0,17
Desvío estándar	0,12
TRIGO/SOJA	20,17%
MAIZ	30,61%
SOJA	49,22%

Cuadro 27 – Fuente: producción propia

Como podemos observar la optimización nos arroja una combinación de mínimo riesgo ($\sigma = 0,12$) para lo cual los weights (W) son TRIGO/SOJA 20,17%, MAIZ 30,61% y SOJA 49,22%. Tal como hemos anticipado este no es el plan productivo que la empresa lleva a cabo, no obstante para nuestra sorpresa nos encontramos que la alternativa 1/3-1/3-1/3 se encuentra en la frontera de eficiencia, con un σ muy cercano al de mínima varianza y retorno esperado de 17,43%. Si la empresa pretende moverse dentro de la frontera de eficiencia en busca de un mayor retorno esperado, observamos que debería ir reduciendo el área sembrada de soja en pos de las alternativas maíz y trigo/soja, y más aún solo de esta última. No obstante he aquí una diferencia fundamental con asimilar esta actividad a la administración de portafolios; no podemos pasar por alto, que tanto logística como agrónomicamente, puede que los puntos de la frontera eficiente sean inviables y haya que desviarse, no solo en la planificación (lo cual se solucionaría con

límites a los W) sino también en su posterior ejecución. Sobre esto último no hay mucho para hacer, la actividad tiene sus imprevistos.

11.- OPTIMIZANDO LA PROXIMA CAMPAÑA

Hasta acá hemos visto cuales serían las alternativas optimas de producción (aquellas que se posicionan en la frontera eficiente), de una empresa como la que nos ocupa, dado una utilidad esperada y un riesgo, que surge de sus propias observaciones.

No obstante, dichos indicadores ($\mu\sigma$) surgen dejando fluctuar las dos variables que determinan el ingreso (P y Q), ambas inciertas. Ocurre sin embargo que en el mercado de granos local, existe la posibilidad de tomar cobertura³⁷ de P, por lo menos por una campaña, con lo cual a t+1 la única incertidumbre pasaría a ser Q. Es decir, el productor al momento de decidir la campaña tiene la posibilidad de vender forward el 100% de su producción, estimada, vale la aclaración. De esta manera ya estaría anclando la variable P y solo se expondría a las fluctuaciones de Q.

Eso es lo que haremos con nuestro modelo, simulando que P es un importe fijo (al precio que puedo tomar cobertura, futuro) y Q oscila según las series recabadas, pero previo a ello, debemos abordar una cuestión que venimos postergando y se hace aquí necesario; ¿existe o no cobertura natural entre P y Q? Ya en el [punto 6](#) habíamos anticipado que se imponía la necesidad de indagar si existe o no relación entre el precio de los granos y nuestra producción. Abordaremos aquí el asunto.

La idea es demostrar si P funciona, o no, como una cobertura natural de Q que neutraliza fluctuaciones en los ingresos de manera que, en caso de cubrirme en el mercado de futuros y opciones (o forward en este caso), dejo de tener y por ende, mi exposición es mayor que si no tomara cobertura. Es decir, mis ingresos están determinados por dos variables, repetimos P y Q. Si la primera es dependiente de la segunda, o más específicamente, presenta una correlación negativa, el hecho de tomar cobertura de precios me generaría más exposición que cobertura.

El modelo se expone en el [Anexo 4](#). El mismo arroja como resultado que **no hay evidencia estadística para afirmar que P dependa de Q**, dado lo cual confirmamos la inexistencia de una cobertura natural.

Retomando la optimización de la próxima campaña.

³⁷ Cuando hablamos de cobertura vamos a referirnos únicamente a vender forward, que es una herramienta a la que tienen acceso la mayoría de los productores y que de hecho, utilizan habitualmente. No vamos a contemplar aquí el mercado de futuros y opciones (MATBA/ROFEX), debido a que no todos los productores lo utilizan y la adopción de estos tipos de cobertura supone un costo que conlleva a un análisis más profundo.

Sabiendo ahora que tomar cobertura de P no nos trae efectos secundarios, estamos libres para hacerlo, incluso al 100%.

En tal escenario, reiteramos, no vemos que tenga sentido optimizar incorporando utilidades esperadas y riesgos de los cultivos que surjan de la oscilación de una variable que ahora controlamos, es decir, el precio (P).

Para depurar el análisis, tal como hemos anticipado, procedimos a anclar la misma en el precio de futuro MATBA/ROFEX vigente para la próxima campaña, posiciones **Trigo Diciembre, Maíz Abril y Soja Mayo**.

(\hat{P}) HEDGE	
TRIGO	U\$D212,5
MAIZ	U\$D195
SOJA	U\$D313,5

Cuadro 28 – Fuente: producción propia

Cuando realizamos este ejercicio observábamos que los resultados son completamente opuestos; dados los precios de futuro de los distintos granos, se maximiza retorno optando mayormente por **Maíz**. A continuación los datos de análisis;

	μ	σ
TRIGO/SOJA	0,2857	0,137
MAIZ	0,3873	0,153
SOJA	0,2102	0,126

Cuadro 29 – Fuente: producción propia

CORRELACIONES			
	TRIGO/SOJA	MAIZ	SOJA
TRIGO/SOJA	1	0,036	0,617
MAIZ	0,036	1	0,412
SOJA	0,617	0,412	1

Cuadro 30 – Fuente: producción propia

Lo primero que podemos observar, es que la utilidad esperada, con los niveles de precios de los granos actuales es sobradamente más promisoría que las verificadas

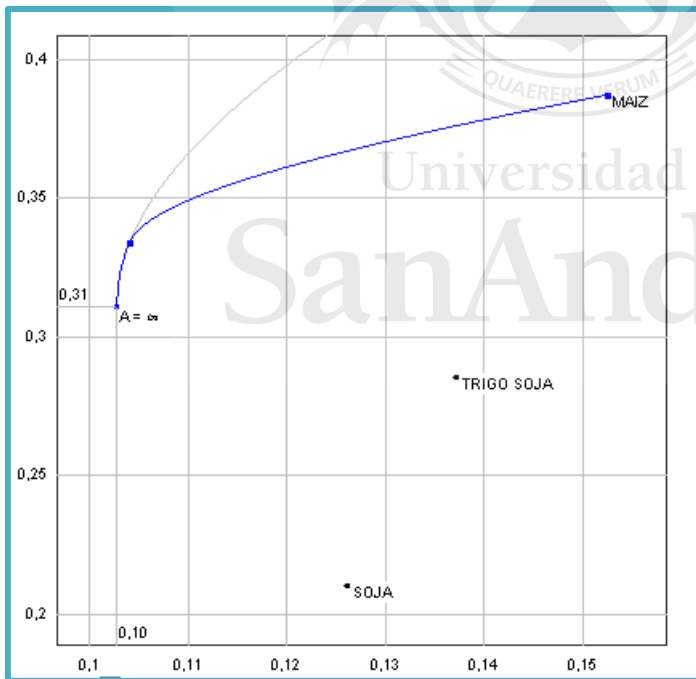
tomando P histórico. Ahora bien, que hoy estemos en este nivel de precios, no significa necesariamente que al llegar la cosecha sean iguales. De hecho se dice que los futuros son pésimos pronosticadores de precio spot. Para eliminar el alea, hay que tomarlos; vender futuro/forward.

La importancia de este análisis es ver como un hedge me puede cambiar el resultado. Vale decir, si no tengo la posibilidad de tomar precio para la próxima campaña me veo en la obligación de tomar por P su esperanza matemática. Por el contrario cuando esa posibilidad existe la única incertidumbre pasa a ser Q y el riesgo y retorno esperando van a depender exclusivamente de esta variable.

Estas son las dos perspectivas de análisis de las que hablábamos al principio. Una cosa es analizar el negocio a lo largo del tiempo y otra cosa es analizarlo de manera tal que nos permita tomar las decisiones más eficientes a corto plazo (en este caso $t+1$).

Con nuevas μ , σ y δ entre las distintas alternativas, puedo calcular la frontera eficiente.

FRONTERA EFICIENTE DE PRODUCCION CON COBERTURA DE PRECIOS



Cuadro 31 – Fuente: producción propia

De donde surgen las distintas alternativas de portafolios o combinaciones.

PORTAFOLIO DE MÍNIMA VARIANZA	
Retorno esperado	0,31
Desvío estándar	0,1
TRIGO/SOJA	44,66%
MAIZ	37,93%
SOJA	17,40%

Cuadro 32 – Fuente: producción propia

Hoy el punto máximo de retorno esperado en la frontera eficiente, se consigue realizando 100% de la opción **Maíz**. Mediante la incorporación de superficie de **Trigo/Soja** podemos buscar un punto de menor riesgo, aunque resignado retorno esperado. La opción soja de primera, no aporta demasiado en este contexto.

A partir de aquí, solo resta extraer conclusiones sobre las ventajas que nos brinda el modelo creado, para la toma de decisiones de inversión corto y largo plazo.

12.- CONCLUSIONES

Lo visto hasta aquí nos permite una toma de decisiones con fundamentos más robustos que la experiencia y la intuición. Entre ellas nos queremos quedar con las siguientes.

12.1.- Decisiones de corto plazo

Optimizar los planteos productivos: por medio de esta herramienta podremos decidir año a año el plan de campaña, vale decir, que superficie destinar a cada cultivo de manera que, sin dejar de ser agrónomicamente viables, seamos capaces de capturar más ganancias al menor riesgo posible.

Prever una liquidez acorde al riesgo de la actividad: para ello es fundamental prestar atención al VAR. Ocurre muy a menudo, que como el productor se mueve en un ámbito de incertidumbre y no de riesgo, los más cautos se encuentran excesivamente líquidos, lo cual no solo es capital improductivo (pérdida de eficiencia) sino que por lo general esa liquidez consiste básicamente en acopio de granos, lo cual incrementa el riesgo de la actividad. Por otro lado, los menos cautos viven excesivamente apalancados, lo cual podría ser óptimo desde la teoría, mas no en Argentina, donde la incertidumbre es fatal. La inexistencia de préstamos de largo plazo hace que se deba rolar deuda todos los años, enfrentando al productor al dilema si habrá asistencia disponible y a que tasa.

12.2.- Decisiones de largo plazo

Conocer nuestro negocio. Sabiendo cual es el riesgo y retorno esperado de la actividad nos permite ver si nos satisface en primer lugar. Nos permite también compararlo con otras actividades y/o posibilidades de inversión. Sorprende muchas veces la respuesta de productores que atraviesan dificultades económicas, cuando se les pregunta por qué siguen en el rubro; “es lo que se hacer y gane o pierda lo voy a seguir haciendo igual”. Esa actitud casi heroica, lamentablemente esconde un desconocimiento del negocio en el cual están inmersos. Hay un riesgo inherente a la actividad que uno puede estudiar, conocer y gestionar pero hay un riesgo más pernicioso que como dice Buffet proviene de no saber lo que se está haciendo.

Elegir el modelo de empresa agrícola adecuado. Reiteramos una vez más que los modelos descriptos son una mera simplificación de la realidad. En la práctica, las empresas suelen ser un mix, vale decir, algo de campo propio y algo de terceros, algo de maquinaria propia y algo de servicios contratados. Conociendo los distintos modelos de empresa nos podemos mover entre ellos para, aun dentro de la misma actividad, optar por niveles de riesgo y retorno que se adecuen a nuestro perfil³⁸.

Sin bien son muchas las conclusiones que podemos extraer de nuestro trabajo, nos queremos quedar con esas cuatro, que por su importancia no pueden pasar desapercibidas.

13.- COMENTARIOS FINALES

A lo largo de este trabajo hemos ido generando herramientas para analizar la actividad agropecuaria desde una perspectiva totalmente distinta a la que se suele utilizar.

Se dice que la verdadera diferencia entre una explotación agropecuaria y una empresa agropecuaria, es la registración de datos; sin ellos este análisis no sería posible. Por eso es fundamental que los productores tomen conciencia de la importancia de generar y conservar la información relativa a su explotación. Luego habrá especialistas que puedan asesorarlos en base a ellos, pero año que pasa sin registrarse es año que no se recupera.

³⁸ Sabido que la media de la empresa será una ponderación de la media de los modelos que le atañen será sencillo de calcular. En cuanto al riesgo, hemos expuesto la forma correcta de hacerlo en el [punto 3](#) aunque hay que decir que siendo las correlaciones, entre los resultados de los distintos modelos, cercanas a 1, una empresa que participa de dos modelos se aproxima a conocer su riesgo simplemente ponderando el σ de cada una.

Esta tarea comúnmente se menosprecia, pero es de suma importancia. Saber cuál es el retorno esperado de la empresa para cada nivel de riesgo dado, es algo crucial para la toma de decisiones eficientes. Es habitual toparse con productores que no saben si ganan o pierden dinero, mucho menos cuanto, y tampoco les interesa, sencillamente porque esa actividad es lo que hicieron toda la vida y lo van a seguir haciendo sea cual sea el resultado, tal como hemos dicho anteriormente. Esta actitud puede que no sea cuestionable a nivel individual, porque al final de cuenta somos libres, pero cuando los resultados de esa explotación trascienden al individuo, la responsabilidad es mayor; cuando una empresa quiebra, no es solo su dueño quien se perjudica. No menos nocivo es la falsa sensación de seguridad de muchos productores por su profundo conocimiento agronómico. Pensar que uno conoce el negocio por el solo hecho de saber producir o ser un buen agrónomo, es verdaderamente peligroso. Con frase atribuida a Mark Twain comenzaba el film "The Big Short"; *"Lo que nos mete en problemas no es lo que no sabemos, sino aquello que sabemos y estamos seguros, pero que simplemente no es así."*

Se dice que el dinero es el aire que respiran las empresas y no puede ser más cierto. Ganar dinero y asegurar la sustentabilidad de la empresa no debe verse ya como objetivo, más bien es un presupuesto de base para logros superiores.

Racionalizar la toma de decisiones es un paso evolutivo en el gerenciamiento de cualquier negocio y de suma importancia en este rubro tan relevante para la economía del país. Por esto, nos satisface saber que nuestro trabajo pueda ser un aporte en esa misión.

Universidad de
San Andrés

ANEXO 1

TABLA PRINCIPAL

La siguiente planilla es el corazón del presente trabajo, a partir de ella se obtienen todos los resultados y conclusiones que aquí se exponen. En el próximo anexo se descompone la misma de manera de explicar paso a paso como se llega a los retornos por hectárea de cada modelo de empresa, a partir de lo cual podemos realizar los objetivos de este trabajo.

		AÑO																			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021			
PRECIO	TRIGO	100,313	108,119	144,43	153,76	133,897	163,012	192,126	221,241	250,356	201,352	113,517	151,114	160,518	202,705	190,228	194,16	217,01			
	MAIZ	69,85	91,5365	117,923	141,658	111,249	132,675	185,281	174,245	163,208	141,113	110,094	167,31	143,917	155,251	141,428	149,82	205,89			
	SOJA	169,683	175,13	216,638	277,379	254,333	262,129	317,915	346,401	332,154	305,364	238,817	258,41	250,657	274,432	230,795	258,05	334,06			
RINDE (Q)	TRIGO	20,8	30,8	16,0	38,3	32,0	42,0	41,2	46,0	29,7	27,1	29,6	21,4	34,2	36,9	29,1	39,3	12,0			
	MAIZ	111,4	80,5	91,5	91,0	72,8	125,9	86,8	71,3	109,0	84,8	95,9	98,0	89,2	78,8	111,0	110,6	90,0			
	SOJA	33,7	27,1	37,1	41,0	29,0	38,8	41,0	31,5	38,4	37,6	48,0	24,6	27,8	33,4	39,9	46,0	39,3			
	SOJA 2DA	28,9	22,5	35,0	29,3	29,0	27,0	27,6	28,0	25,7	36,1	40,2	14,5	29,6	20,7	35,4	34,7	32,4			
INGRESOS	TRIGO	70	111	77	197	143	228	264	339	248	182	112	108	183	249	185	254	87			
	MAIZ	259	246	360	430	270	557	536	414	593	399	352	547	428	408	523	552	618			
	SOJA	190	158	268	379	246	339	434	364	425	383	382	212	233	305	307	395	437			
	SOJA 2DA	164	131	252	271	246	236	292	323	285	367	320	125	247	190	272	298	361			
	BRUTOS	POR HECTAREA	683	646	957	1275	905	1360	1526	1440	1551	1331	1166	991	1090	1152	1287	1500	1503		
COSTOS	VARIABLE X HA	TRIGO	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%		
		MAIZ	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%		
		SOJA	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%		
		SOJA 2DA	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%		
	FIJOS X HA	TRIGO	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51		
		MAIZ	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95		
		SOJA	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22		
		SOJA 2DA	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71		
	FIJOS Y VARIABLES (X CULTIVO)	TRIGO	-323,22	-352,21	-328,62	-412,2	-374,58	-434,42	-459,3	-512,21	-448,41	-402,05	-352,96	-350	-402,8	-449,21	-403,98	-452,73	-335,48		
		MAIZ	-673,17	-661,75	-755,46	-812,96	-681,93	-917,43	-900,3	-800,08	-947,1	-787,67	-749,05	-909,16	-811,53	-794,99	-890,04	-913,91	-967,84		
		SOJA	-374,28	-352,59	-426,63	-500,98	-411,82	-474,39	-538,28	-491,11	-532,29	-503,74	-503,48	-388,74	-402,68	-451,68	-452,76	-512,16	-540,37		
	FIJOS Y VARIABLES (X ALTERNATIVA)	TRIGO/SOJA	-637,13	-646,03	-697,56	-792,45	-739,44	-793,13	-852,69	-925	-837,35	-841,97	-763,47	-639,93	-768,36	-779,33	-785,23	-850,15	-771,33		
MAIZ/SOJA		-673,17	-661,75	-755,46	-812,96	-681,93	-917,43	-900,3	-800,08	-947,1	-787,67	-749,05	-909,16	-811,53	-794,99	-890,04	-913,91	-967,84			
PLAN DE CAMPAÑA (WEIGHTS)	TRIGO	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%			
	MAIZ	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%			
	SOJA	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%			
	SOJA 2DA	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%			
PONDERADOS X W	FIJOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	TOTALES	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80			
ARRENDAMIENTO	TRIGO	-14,18	-240,66	-248,38	-307,25	-393,4	-360,71	-371,77	-450,89	-491,29	-471,09	-433,09	-338,71	-366,5	-355,5	-389,22	-327,33	-365,99	-473,79		
	MAIZ	-119	-156	24	180	-67	260	311	210	307	186	155	-22	74	87	251	376	269			
P&L según modelos de empresas	CAPITAL APLICADO	-638,46	-646,18	-705,05	-791,20	-758,51	-769,57	-848,69	-889,09	-868,89	-830,89	-736,51	-764,30	-753,30	-787,02	-725,13	-763,79	-871,59			
	D.	-19%	-24%	3%	23%	9%	34%	37%	24%	35%	22%	21%	-3%	10%	11%	35%	49%	21%			
	DIF COSTOS X SERVIC	77,48	73,37	108,28	143,78	100,33	156,09	172,80	159,82	176,97	147,67	129,79	117,80	123,75	130,75	147,03	170,29	171,92			
	FIJOS	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63			
	CAPEX MANTENIM	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04			
	MARGEN MA PROPIA	78,06	73,95	108,87	144,37	100,92	156,67	173,38	160,40	177,56	148,26	130,37	118,38	124,33	131,33	147,62	170,87	172,50			
	MARGEN C MA PROP	-0,10	-0,10	-0,14	-0,19	-0,13	-0,21	-0,23	-0,21	-0,23	-0,19	-0,17	-0,16	-0,16	-0,17	-0,19	-0,22	-0,21			
	C.	-761	-3%	-6%	9%	21%	2%	27%	30%	22%	30%	21%	19%	6%	13%	14%	27%	36%	27%		
	DIF POR CAMPO PROP	240,66	248,38	307,25	393,40	360,71	371,77	450,89	491,29	471,09	433,09	338,71	366,50	355,50	389,22	327,33	365,99	473,79			
	MARGEN C CAMPO PROP	199	166	440	718	395	788	935	862	956	768	624	463	554	608	726	913	915			
	RESULTADO POR TENENCIA TIERRA	1000	1250	2000	3000	500	1000	3500	500	1500	500	250	500	500	500	500	750	1000	1000		
	A.	-14000	1%	1%	3%	5%	3%	5%	6%	6%	6%	5%	4%	3%	4%	4%	5%	6%	6%		
B.	121	92	331	573	294	632	762	702	779	620	494	345	430	477	578	742	743				
		1%	1%	2%	4%	2%	4%	5%	5%	5%	4%	3%	2%	3%	3%	4%	5%	5%			

Cuadro 33 – Fuente: producción propia

ANEXO 2

PROCEDIMIENTO

En el presente anexo explicamos detalladamente como arribamos, concretamente, a los retornos realizados por hectárea, de acuerdo a cada modelo de empresa.

Antes de ver los resultados, recordemos los distintos modelos de empresa enunciados;

- A. Campo propio con maquinaria propia
- B. Campo propio con servicios contratados
- C. Campo de terceros con maquinaria propia
- D. Campo de terceros con servicios contratados

El cuadro que sigue representa los **Ingresos** por hectárea.

		AÑO																		
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
PRECIO	TRIGO	100,313	108,119	144,43	153,76	133,897	163,012	192,126	221,241	250,356	201,352	113,517	151,114	160,518	202,705	190,228	194,16	217,01		
	MAIZ	69,85	91,5365	117,923	141,658	111,249	132,675	185,281	174,245	163,208	141,113	110,094	167,31	143,917	155,251	141,428	149,82	205,89		
	SOJA	169,683	175,13	216,638	277,379	254,333	262,129	317,915	346,401	332,154	305,364	238,817	258,41	250,657	274,432	230,795	258,05	334,06		
RINDE (Q)	TRIGO	20,8	30,8	16,0	38,3	32,0	42,0	41,2	46,0	29,7	27,1	29,6	21,4	34,2	36,9	29,1	39,3	12,0		
	MAIZ	111,4	80,5	91,5	91,0	72,8	125,9	86,8	71,3	109,0	84,8	95,9	98,0	89,2	78,8	111,0	110,6	90,0		
	SOJA	33,7	27,1	37,1	41,0	29,0	38,8	41,0	31,5	38,4	37,6	48,0	24,6	27,8	33,4	39,9	46,0	39,3		
	SOJA 2DA	28,9	22,5	35,0	29,3	29,0	27,0	27,6	28,0	25,7	36,1	40,2	14,5	29,6	20,7	35,4	34,7	32,4		
INGRESOS	TRIGO	70	111	77	197	143	228	264	339	248	182	112	108	183	249	185	254	87		
	MAIZ	259	246	360	430	270	557	536	414	593	399	352	547	428	408	523	552	618		
	SOJA	190	158	268	379	246	339	434	364	425	383	382	212	233	305	307	395	437		
	SOJA 2DA	164	131	252	271	246	236	292	323	285	367	320	125	247	190	272	298	361		
	BRUTOS	POR HECTAREA	683	646	957	1275	905	1360	1526	1440	1551	1331	1166	991	1090	1152	1287	1500	1503	

Cuadro 34 – Fuente: producción propia

Tomemos por ejemplo el año 2021. Recordemos que los precios cotizan por tonelada y los rindes suelen estar como en este caso, por quintales.

$$Ing_{año} = (P_t Q_t W_t) + (P_m Q_m W_m) + (P_s Q_s W_s) + (P_{s2} Q_{s2} W_{s2})$$

$$Ing_{2021} = ((21,7.12 + 33,4.32,4) \cdot 1/3)^{39} + (20,58.90.1/3) + (33,40.39,3.1/3)$$

$$Ing_{2021} = 1503$$

³⁹ Recordemos que Trigo/Soja de Segunda son dos cultivos que se realizan en la misma superficie en el mismo año agrícola, dado lo cual ambos se deben ponderar por el mismo W, siendo la suma de todos los W igual a 1. Vale decir, conforme al ejemplo, 1/3 de la superficie se destina a soja de primera, 1/3 a maíz y el restante 1/3 a trigo/soja de segunda.

El siguiente cuadro representa los costos por hectárea anuales para cada cultivo. Los mismos, como hemos dicho más arriba se dividen en variables por hectárea (que dependen de los ingresos) y fijos por hectárea. Sumando ambos (y además sumando trigo/soja2da por ser doble cultivo) y ponderando por W arriba a los costos por hectárea según las distintas alternativas de cultivos. Finalmente le debo sumar el arrendamiento que es un costo que no depende de los ingresos sino solo del precio de la soja y que por su peso lo mostramos de manera separada.

COSTOS	VARIABLE X HA	TRIGO	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	-23,4%	
		MAIZ	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%	-27,4%
		SOJA	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%	-22,4%
	SOJA 2DA	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%	-20,6%
	FIJOS X HA	TRIGO	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51	-274,51
		MAIZ	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95	-459,95
		SOJA	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22	-246,22
	SOJA 2DA	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71	-212,71
	FIJOS Y VARIABLES (X CULTIVO)		-323,22	-352,21	-328,62	-412,2	-374,58	-434,42	-459,3	-512,21	-448,41	-402,05	-352,96	-350	-402,8	-449,21	-403,98	-452,73	-335,48	
			-673,17	-661,75	-755,46	-812,96	-681,93	-917,43	-900,3	-800,08	-947,1	-787,67	-749,05	-909,16	-811,53	-794,99	-890,04	-913,91	-967,84	
			-374,28	-352,59	-426,63	-500,98	-411,82	-474,39	-538,28	-491,11	-532,29	-503,74	-503,48	-388,74	-402,68	-451,68	-452,76	-512,16	-540,37	
			-313,91	-293,82	-368,95	-380,25	-364,86	-358,71	-393,39	-412,79	-388,94	-439,93	-410,51	-289,92	-365,56	-330,13	-381,25	-397,43	-435,85	
	FIJOS Y VARIABLES (X ALTERNATIVA)	TRIGO/SOJA	-637,13	-646,03	-697,56	-792,45	-739,44	-793,13	-852,69	-925	-837,35	-841,97	-763,47	-639,93	-768,36	-779,33	-785,23	-850,15	-771,33	
		MAIZ	-673,17	-661,75	-755,46	-812,96	-681,93	-917,43	-900,3	-800,08	-947,1	-787,67	-749,05	-909,16	-811,53	-794,99	-890,04	-913,91	-967,84	
		SOJA	-374,28	-352,59	-426,63	-500,98	-411,82	-474,39	-538,28	-491,11	-532,29	-503,74	-503,48	-388,74	-402,68	-451,68	-452,76	-512,16	-540,37	
PLAN DE CAMPAÑA (WEIGHTS)		33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	
		33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	
PONDERADOS X W	FIJOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	VARIABLES	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	-397,80	
		-561,53	-553,46	-626,55	-702,13	-611,06	-728,32	-763,75	-738,73	-772,25	-711,13	-672	-645,94	-660,86	-675,33	-709,34	-758,74	-759,85		
ARRENDAMIENTO		14,18	-240,66	-248,38	-307,25	-393,4	-360,71	-371,77	-450,89	-491,29	-471,09	-433,09	-338,71	-366,5	-355,5	-389,22	-327,33	-365,99	-473,79	

Cuadro 35 – Fuente: producción propia

Ingresos menos Costos, arribamos a la utilidad por hectárea para el modelo de empresa D, que es **Campo de terceros con servicios contratados** y de allí avanzamos hacia el resto de los modelos, como hemos explicado ut supra, al igual que sus retornos.

P&L según modelos de empresas	UTILIDAD		-119	-156	24	180	-67	260	311	210	307	186	155	-22	74	87	251	376	269	
	CAPITAL APLICADO		-638,46	-646,18	-705,05	-791,20	-758,51	-769,57	-848,69	-889,09	-868,89	-830,89	-736,51	-764,30	-753,30	-787,02	-725,13	-763,79	-871,59	
	D.		-19%	-24%	3%	23%	-9%	34%	37%	24%	35%	22%	21%	-3%	10%	11%	35%	49%	31%	
	DIF COSTOS X SERVIC		77,48	73,37	108,28	143,78	100,33	156,09	172,80	159,82	176,97	147,67	129,79	117,80	123,75	130,75	147,03	170,29	171,92	
	CAPEX MANTENIM	5%	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	-38,04	
	MARGEN MA PROPIA		78,06	73,95	108,87	144,37	100,92	156,67	173,38	160,40	177,56	148,26	130,37	118,38	124,33	131,33	147,62	170,87	172,50	
	MARGEN C MA PROP		-41	-82	132	324	34	416	484	371	485	335	285	97	198	219	398	547	442	
	C.		-761	-3%	-6%	9%	21%	2%	27%	30%	22%	30%	21%	19%	6%	13%	14%	27%	36%	27%
	DIF POR CAMPO PROP		240,66	248,38	307,25	393,40	360,71	371,77	450,89	491,29	471,09	433,09	338,71	366,50	355,50	389,22	327,33	365,99	473,79	
	MARGEN C CAMPO PROP		199	166	440	718	395	788	935	862	956	768	624	463	554	608	726	913	915	
	RESULTADO POR TENENCIA TIERRA		1000	1250	2000	3000	-500	1000	3500	500	1500	-500	-250	450	800	-500	-750	-750	1000	
	A.		-14000	1%	1%	3%	5%	3%	5%	6%	6%	5%	4%	3%	4%	4%	5%	6%	6%	
	B.		121	92	331	573	294	632	762	702	779	620	494	345	430	477	578	742	743	
				1%	1%	2%	4%	2%	4%	5%	5%	5%	4%	3%	2%	3%	3%	4%	5%	5%

Cuadro 36 – Fuente: producción propia

No obstante, para determinar el retorno, solo vamos a considerar como capital aplicado (denominador del ratio) los gastos fijos por hectárea, en el entendimiento de que los variables dependen de los ingresos, y por ende, al descontarse directamente de ellos, no es capital aplicado.

ANEXO 3

RESULTADO CON VARIACION DEL PRECIO DE LA TIERRA

Antes de ver los resultados, recordemos los distintos modelos de empresa enunciados;

- A. Campo propio con maquinaria propia
- B. Campo propio con servicios contratados
- C. Campo de terceros con maquinaria propia
- D. Campo de terceros con servicios contratados

UTILIDAD		-119	-156	24	180	-67	260	311	210	307	186	155	-22	74	87	251	376	269	
P&L según modelos de empresas	CAPITAL APLICADO	-638,456	-646,18	-705,05	-791,2	-758,51	-769,57	-848,69	-889,09	-868,89	-830,89	-736,51	-764,3	-753,3	-787,02	-725,13	-763,79	-871,59	
	D.																		
	DIF COSTOS X SERVICIOS	77,48213	73,3668	108,283	143,785	100,335	156,088	172,795	159,821	176,975	147,675	129,79	117,798	123,746	130,75	147,033	170,288	171,915	
	FIJOS	38,62586	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259	38,6259
	CAPEX MANTENIM 5%	-38,0435	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043	-38,043
	MARGEN MA PROPIA	78,06451	73,9492	108,865	144,367	100,917	156,67	173,777	160,403	177,557	148,257	130,372	118,38	124,329	131,332	147,615	170,87	172,497	
	MARGEN C MA PROP	-0,10	-0,10	-0,14	-0,19	-0,13	-0,21	-0,23	-0,21	-0,23	-0,19	-0,17	-0,16	-0,16	-0,17	-0,19	-0,22	-0,23	
	C.	-761	-9%	-6%	9%	21%	2%	27%	30%	22%	30%	21%	19%	6%	13%	14%	27%	36%	27%
	DIF POR CAMPO PROP	240,6576	248,383	307,254	393,401	360,715	371,772	450,892	491,294	471,087	433,092	338,71	366,498	355,502	389,221	327,333	365,987	473,791	
	MARGEN C CAMPO PROP	199	166	440	718	395	785	935	862	956	768	624	463	554	608	726	913	915	
	PRECIO DE LA TIERRA 5250	6250	7500	9500	12500	13000	16500	17000	15500	15000	14750	15200	16000	15500	14750	14000	15000		
	RESULTADO POR TENENCIA TIERRA	1000	1250	2000	3000	-500	1000	3500	500	-1500	-500	-250	450	800	-500	-750	-750	1000	
	A.																		
	B.		1121	1342	2331	3573	-206	1632	4262	1202	-721	120	244	795	1230	-23	-172	-8	1743

Cuadro 37 – Fuente: producción propia

Más allá de los fundamentos expuestos en el punto 8 de este trabajo, nos pareció adecuado exponer aquí los resultados de todos los modelos de empresa, incluyendo la variación del precio de la tierra como parte del retorno, lo cual lógicamente tiene impacto en los modelos A y B, según la clasificación vertida.

Préstese atención a las filas de los retornos, A y B en comparación con los expuestos en el Anexo 2. Estos muestran resultados con una volatilidad elevada, incluso cercana a la del modelo C. Ese es el impacto del resultado por la variación interanual del precio de la tierra, que contabilizamos en la fila “resultado por tenencia tierra”.

Los motivos por los que no nos parece adecuado incluir la variación del precio de la tierra en nuestro análisis ya los hemos expuesto en el punto 8 de este trabajo al cual nos remitimos.

ANEXO 4

¿EXISTE O NO COBERTURA NATURAL ENTRE P y Q?

Para testear esta hipótesis creamos el siguiente modelo. Nos paramos en una posición temporal al inicio de la campaña (t_0), vemos el precio de futuro de los granos como una esperanza de P en $t+1$ y tratamos de ver que va ocurriendo a medida que el año agrícola transcurre y nos vamos acercando a la cosecha de manera que va incrementando la posibilidad fáctica de pronosticar el volumen de cosecha (Q).

El mismo se basa en las series anuales con las cuales hemos trabajado (desde 2005 a 2020), de donde tomamos el precio del **futuro (matba/rofex) soja mayo** al 31/05 y 30/09, y al 29/03 y al disponible en mayo (aunque bien es cierto que no hay grandes diferencias entre estos dos últimos).

Llamaremos:

- **Q** a la producción realizada en $t+1$ (medido en quintales por hectárea),
- \hat{Q} a la producción esperada en t_0 , que es la media μ de la serie de 2005 a 2020, en la misma unidad de medida que Q.
- **P** al precio realizado en $t+1$, que es el precio del disponible al momento de la cosecha, mayo en soja, abril en maíz (medido en dólares por tonelada)
- \hat{P} al precio esperado en t_0 , que asimilamos al precio de futuro para la posición en que ingresa la cosecha al mercado.

Justificación. Entendemos que en caso de verificarse esta correlación negativa, debería ocurrir que al desviarse Q de \hat{Q} debería moverse P en sentido inverso sobre \hat{P} . Por ejemplo para soja, tenemos dicho que la esperanza de Q es su media $\mu = 36,12$ quintales. P esperado por ejemplo hoy (junio de 2021) sería la cotización del futuro **Soja Mayo 2022** = 313,5 dólares por tn. Si existiera una cobertura natural o correlación negativa entre P y Q debería ocurrir que a medida que el tiempo transcurre y nos vamos acercando a la cosecha 2022, si las estimaciones indican que el rinde va a superar su media, el precio (cotización del futuro soja mayo 2022) debería bajar de 313,5 y viceversa.

Esto claramente no surge de los conceptos de finanzas, pero veamos.

Teóricamente, los precios de futuro se explican con el modelo de Cost of Carry, del cual surge la siguiente máxima:

$$S_0(1-T)(1+C) \leq F(0,T) \leq S_0(1+T)(1+C)$$

No obstante, hay que aclarar que la primera parte de la ecuación, que marcaría un piso al futuro, no se verifica en este caso debido a la inexistencia de short sale, dado lo cual el precio del futuro termina encontrando piso en función de expectativas de Oferta y Demanda. De hecho, si uno observa las series analizadas, encontrara por lo menos cinco

ejemplos de lo que venimos sosteniendo, donde no solo no se respeta el primer tramo de la máxima, sino que el precio de futuro $f(0,t)$ es bastante menor que el precio disponible S_0 , ambos en $t-1$. Los números pintados en rojo muestran un disponible menor que el futuro a 1 año.

	31-MAYO	30-SEPTIEMBRE	29-MARZO	DISPONIBLE MAYO
2005	170	150	168	167
2006	170	163	163	170
2007	175	169	197	192
2008	210	230	285	282
2009	285	238	239	270
2010	246	210	223	225
2011	220	268	321	313
2012	315	288	330	342
2013	297	333	328	329
2014	303	295	312	318
2015	294	235	225	214
2016	213	214	220	273
2017	268	255	237	242
2018	247	260	300	304
2019	295	255	227	230
2020	247	240	226	220

Cuadro 38 – Fuente: producción propia

De allí que para nosotros el precio de futuro de la posición en la que ingresa el grueso de la cosecha (mayo para soja, abril para maíz y diciembre para trigo) es \hat{P} en $t-1$. Si analizamos las series observamos una correlación que nos permite avalar esta afirmación, la cual crece a medida que nos acercamos a t_0 .

No obstante, esto podría estar afectado por niveles de precios. Para llevar todo a la misma unidad decidimos tomar variaciones porcentuales de precios. Y por el lado de Q tomamos los desvíos porcentuales con respecto a su μ , sumando soja de primera y segunda.

SOJA															
	31-may	30-sep	29-mar	dispo mayo	soja 1era	soja 2da	mayo/dispo	sep/dispo	s1	s2	var sumada	P f-mayo	P f-sept		
2005	170	150	168	167	33,65	28,91	-3	17	-	0,07	-	0,01	-7,9%	-1,8%	11,3%
2006	170	163	163	170	27,08	22,45	0	7	-	0,25	-	0,23	-48,2%	0,0%	4,3%
2007	175	169	197	192	37,13	34,96	17	23	0,03	0,20	22,5%	9,7%	13,6%		
2008	210	230	285	282	40,95	29,28	72	52	0,13	0,00	13,5%	34,3%	22,6%		
2009	285	238	239	270	29,03	29	-15	32	-	0,20	-	0,01	-20,3%	-5,3%	13,4%
2010	246	210	223	225	38,81	27	-21	15	0,07	-	0,07	-0,2%	-8,5%	7,1%	
2011	220	268	321	313	40,96	27,55	93	45	0,13	-	0,06	7,6%	42,3%	16,8%	
2012	315	288	330	342	31,52	28	27	54	-	0,13	-	0,04	-16,9%	8,6%	18,8%
2013	297	333	328	329	38,40	25,72	32	-4	0,06	-	0,12	-5,7%	10,8%	-1,2%	
2014	303	295	312	318	37,60	36,07	15	23	0,04	0,24	27,6%	5,0%	7,8%		
2015	294	235	225	214	48,03	40,15	-80	-21	0,33	0,38	70,4%	-27,2%	-8,9%		
2016	213	214	220	273	28,93	17,04	60	59	-	0,20	-	0,42	-61,6%	28,2%	27,6%
2017	268	255	237	242	27,83	29,56	-26	-13	-	0,23	0,01	-21,7%	-9,7%	-5,1%	
2018	247	260	300	304	33,38	20,74	57	44	-	0,08	-	0,29	-36,7%	23,1%	16,9%
2019	295	255	227	230	39,90	35,4	-65	-25	0,10	0,21	31,6%	-22,0%	-9,8%		
2020	247	240	226	220	45,95	34,7	-27	-20	0,27	0,19	46,0%	-10,9%	-8,3%		

Cuadro 39 – Fuente: producción propia

La hipótesis sería que ante un desvío del 1% de Q con respecto a \hat{Q} , P debería desviarse de \hat{P} de manera que compense el producto.

El resultado es que hay una correlación baja, cercana a -0,43 (con \hat{P} en MAYO) y -0,56 (con \hat{P} en SEPTIEMBRE) entre ambas variables. Incluso cuando corro regresión con los datos de septiembre que son los que mayor correlación muestran, arroja un R^2 de 0,31 con lo cual el modelo es insuficiente. Es decir, no hay evidencia estadística que demuestre tal cobertura natural.

REGRESIÓN CON MAYO		REGRESIÓN CON SEPTIEMBRE	
Coefficiente de correlación múltiple	0,4305	Coefficiente de correlación múltiple	0,5598
Coefficiente de determinación R^2	0,1854	Coefficiente de determinación R^2	0,3134
R^2 ajustado	0,1272	R^2 ajustado	0,2643
Error típico	0,1833	Error típico	0,1011
Observaciones	16	Observaciones	16

Cuadro 40 – Fuente: producción propia

Los datos son aún más contundentes en maíz. En este caso lo testamos con futuro de abril de t0 a abril y agosto de t-1.

MAIZ											
	30-abr	31-ago	30-abr	dispo abril	rinde maiz	abril/dispo	ago/dispo	var Q	P f-abr	P f-ago	
2006	74	76	87	87	80,47	13	11	-	0,14	17,6%	14,5%
2007	83	86	123	111	91,47	28	25	-	0,02	33,7%	29,1%
2008	115	118	165	161	90,96	46	43	-	0,02	40,0%	36,4%
2009	162	158	106	107	72,83	-55	-51	-	0,22	-34,0%	-32,3%
2010	119	115	117	116	125,86	-3	1		0,35	-2,5%	0,9%
2011	117	135	185	187	86,75	70	52	-	0,07	59,8%	38,5%
2012	179	176	162	162	71,25	-17	-14	-	0,23	-9,5%	-8,0%
2013	155	200	177	179	108,95	24	-21		0,17	15,5%	-10,5%
2014	170	160	184	176	84,77	6	16	-	0,09	3,5%	10,0%
2015	162	134	120	106	95,85	-56	-28		0,03	-34,6%	-20,9%
2016	128	121	180	196	98,00	68	75		0,05	53,1%	62,0%
2017	154	145	155	149	89,17	-5	4	-	0,04	-3,2%	2,8%
2018	153	148	187	185	78,77	32	37	-	0,15	20,9%	25,0%
2019	177	146	130	134	111,00	-43	-12		0,19	-24,3%	-8,2%
2020	138	135	144	145	110,60	7	10		0,19	5,1%	7,4%

Cuadro 41 – Fuente: producción propia

REGRESIÓN CON ABRIL		REGRESIÓN CON AGOSTO	
Coefficiente de correlación múltiple	0,029	Coefficiente de correlación múltiple	0,016
Coefficiente de determinación R ²	0,001	Coefficiente de determinación R ²	0,000
R ² ajustado	-0,076	R ² ajustado	-0,077
Error típico	0,302	Error típico	0,260
Observaciones	15	Observaciones	15

Cuadro 42 – Fuente: producción propia

No podemos testear trigo debido a que los futuros de trigo Rosario comenzaron a operar hace apenas unos años y con muy poca liquidez.

No hay evidencia estadística para afirmar que P dependa de Q, dado lo cual confirmamos la inexistencia de una cobertura natural.

BIBLIOGRAFIA

- AIZEN, MARCELO A., GARIBALDI, LUCAS A. y DONDO, MARIANA, Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina, *Ecología Austral* 19:45-54, 2009.
- ALVARADO LEDESMA, MANUEL, *Agronegocios – Empresa y Emprendimientos*, 2da edición, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, 2007.
- BARSKY, OSVALDO Y GELMAN, JORGE, *Historia del agro argentino. Desde la conquista hasta fines del siglo XX*, Buenos Aires, Ed. Grijalbo-Mondadori, 2001.
- BREBBIA, FERNANDO P., *Manual de Derecho Agrario*, Ed. Astrea, Buenos Aires, 1992.
- DIAZ, ALEJANDRO C., *Ensayo sobre la historia económica argentina*, Ed. Amorroutu, Buenos Aires, 1983.
- FORMENTO, SUSANA N., *Empresa agraria y sus contratos de negocios*, Ed. Facultad de Agronomía UBA, Buenos Aires, 2005.-
- JOHN VON NEUMANN-OSKAR MORGENSTERN, “Theory of Games and Economic Behavior”, Princeton University Press, 1953.
- KNIGHT, FRANK H., *Risk, Uncertainty and Profit*, Ed. Houghton Mifflin Company, Boston and New York, año 1921.
<https://archive.org/details/riskuncertaintyp00knig/page/46/mode/2up>
- MARKOWITZ, HARRY M., *Portfolio selection: Efficient diversification of investments*. John Wiley & Sons. New York, año 1959.
- RECA, LUCIO y PARELLADA, GABRIEL, *El sector agropecuario argentino*, Ed. Facultad de Agronomía UBA, Buenos Aires, 2001.

FUENTES

- BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO; <https://www.cac.bcr.com.ar/es/precios-de-pizarra/consultas>;
<https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/72639>.
- BULLRICH CAMPOS; <https://bullrichcampos.com/>
- CME GROUP; <https://www.cmegroup.com/es/education/learn-about-trading/courses/introduction-to-grains-and-oilseeds/understanding-grains-volatility-and-supply-and-demand.html>
- COMPAÑIA ARGENTINA DE TIERRAS; <https://www.cadetierras.com.ar/>
- MERCADO A TÉRMINO DE BUENOS AIRES; <http://datacenter.matba.com.ar/ajustesdc.aspx>