

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

Beneficio económico y costos ambientales de cuatro rotaciones de cultivos en siete Regiones CREA durante el periodo 2011-2016

AUTOR: SANTIAGO GIRAUD

DIRECTOR: MIGUEL FUSCO

JUNIO DE 2019

Agradecimientos:

Se agradece a los integrantes del Área de Investigación y Desarrollo de CREA por sus comentarios y sugerencias a versiones preliminares de este trabajo, especialmente a Miguel Fusco, Esteban Barelli, Ariel Angeli, Naiara Fernández Yarza y Santiago Tiscornia. Los errores u omisiones remanentes son de exclusiva responsabilidad del autor.

Resumen:

Las rotaciones son un aspecto central de la producción agrícola en la medida que la elección, y la secuencia, de los cultivos a implantar tiene el doble rol de ser clave tanto en el resultado económico como en la conservación del suelo. Sin embargo, en la literatura disponible, no se encuentran trabajos que evalúen estos aspectos a partir del historial productivo real de empresas agrícolas, recurriendo en su lugar a estaciones experimentales, datos agregados a nivel distrito o encuestas.

Por este motivo, a partir de datos a nivel empresa compilados en el marco del Proyecto Rotaciones, la presente tesis de maestría busca construir los beneficios obtenidos por 4 rotaciones en el periodo 2011-2016 en siete Regiones CREA, además de elaborar sus correspondientes balances de nutrientes, valuándolos de acuerdo al criterio de costo de reposición. En primera instancia, se analizará el beneficio obtenido por cada rotación, para luego observar los cambios que se producen si el empresario internaliza el costo ambiental de la producción. Adicionalmente, se busca determinar cómo y en qué sentido influyeron los permisos de exportación sobre los beneficios, absolutos y relativos, de las distintas rotaciones teniendo en cuenta que fueron uno de los componentes más importantes de la política agropecuaria llevada adelante por el estado en el periodo cubierto.

Palabras clave: Agricultural Economics; Agriculture and Environment; Environmental Valuation; Crops.

Índice

Introducción.....	6
Marco Teórico	9
Diseño Metodológico	14
Desarrollo	20
Factores que inciden en la rentabilidad relativa.....	20
Precios	21
Rendimiento o Rinde.....	23
Costos	25
Costos ambientales.....	26
Agregando los factores, el IB por cultivo	28
IB	28
IB relativo por precio	29
IB relativo por cultivo y región.....	30
IB relativo por rotación	31
Análisis por rotación.....	33
IB por rotación	33
IB por región	36
Incorporando el costo ambiental.....	38
IB incorporando costo ambiental	39
Conclusiones.....	43
Bibliografía Reseñada.....	47
Anexo	50

Introducción

El sector agropecuario tiene un rol fundamental, tanto en la economía local como global. En efecto, la vida urbana que conocemos se origina a partir de la domesticación de plantas y animales que volvió viable, aunque no sin substanciales dificultades asociadas, el aumento de la densidad poblacional hasta niveles inéditos hasta entonces Scott (2017). Más aún, una vez vuelto el hombre sedentario, el sostenimiento de la producción agrícola, y la disponibilidad de fibras y alimentos, se vuelve tanto una condición para mantener la complejidad de la división del trabajo alcanzada, como un límite al crecimiento futuro Pomeranz (2009). En ese sentido, una característica singular de la agricultura es la presencia del factor tierra, que, en la mayoría de los contextos, no es fácilmente reproducible, lo cual acota las posibilidades de aumento extensivo de la producción.

Existe abundante literatura que analiza el funcionamiento del sector a partir de la particularidad que le imprime la importancia del factor tierra, así como también su relación con el resto de la economía. Incluso, se trata de una de las problemáticas centrales abordadas por autores fundacionales de la disciplina, siendo especialmente famoso el análisis de Ricardo (1891) sobre la renta de la tierra. Otro trabajo que tuvo una larga influencia en la forma en que se piensa la agricultura es el de Malthus (1872), cuya tesis consistía en que el crecimiento de la población tendía a ser superior al de la producción de alimentos por lo que, en el largo plazo, las hambrunas, que tienden a equilibrar el sistema, se hacen inevitables.

Largamente evitadas a gracias a las ganancias de productividad agrícola y al relajamiento de las restricciones ecológicas que implicó el descubrimiento de América y el uso de combustibles fósiles Pomeranz (2009), con el crecimiento explosivo de la población mundial a partir de la segunda mitad del Siglo XX, especialmente en países en vías de desarrollo, las predicciones Malthusianas, parecían adquirir nueva vigencia. Sin embargo, el advenimiento de la revolución verde aumentó exponencialmente la producción agropecuaria, cuyo crecimiento incluso superó al de la población Andrade et al. (2017). Puntualmente, en el caso argentino, desde 1965 a la actualidad la producción agrícola se multiplicó 4,9 veces¹ y, en 2015, las cadenas agroalimentarias representaron un 10% del PBI y del empleo, además del

¹ Secretaría de Agroindustria

57% de las exportaciones Bisang, Salvatierra y Anlló (2010)². El crecimiento de la productividad agrícola se fundamentó, inicialmente, en un incremento de la utilización de insumos, principalmente fertilizantes y pesticidas, además de en una extensión de la mecanización del agro y mejoras en las propias variedades vegetales Bisang, Anlló y Campi (2013). En una segunda fase, a partir de la década de los 90, la tendencia se profundizó con la adopción de la siembra directa y sus tecnologías asociadas, como la ampliación del uso de herbicidas y la introducción de semillas genéticamente modificadas. No obstante, la contracara negativa este proceso fue un aumento del impacto ambiental de la agricultura que, si bien existió desde que el hombre se volvió sedentario, adquirió nuevas proporciones a partir de la intensificación causada por los cambios en la producción Andrade et al. (2017).

Así, dada la presión que continúa ejerciendo el crecimiento poblacional, se plantea actualmente un doble desafío. Por un lado, es necesario sostener, e incluso aumentar, la producción agrícola para alimentar a una población creciente. Sin embargo, al mismo tiempo, se debe reducir el impacto ambiental de la actividad, especialmente con miras a conservar la capacidad productiva a largo plazo Andrade et al. (2017). En este marco, la conservación del suelo aparece como uno de los puntos a atender, teniendo en cuenta que se trata de un recurso fundamental de la agricultura, además de uno de los límites más importantes que enfrenta la actividad. Por otra parte, la necesidad de mantener el área cubierta con bosques acota aún más las posibilidades de expansión de la frontera agropecuaria y refuerza la necesidad de cuidar la fertilidad de las zonas productivas existentes.

No obstante, en una economía de mercado, las decisiones de producción se encuentran guiadas por el sistema de precios, por lo que los incentivos económicos tienen un rol preponderante a la hora de determinar el modo de producir y la adopción, o no, de prácticas conservacionistas. En ese sentido, Bisang et al. (2013) señalan que en la adopción masiva de la siembra directa, la última gran revolución de la agricultura argentina, fue un factor fundamental la presión por reducir los costos generada por la convertibilidad y los precios internacionales vigentes. Sin embargo, los precios no necesariamente reflejan la totalidad del costo, o del beneficio, que implica la producción para la sociedad en su conjunto. De esta

² Las cifras presentas corresponden a la actualización de los cálculos para la Secretaria de Agroindustria en el año 2017.

manera, cuando parte del resultado de una transacción recae no sobre las partes involucradas si no sobre un tercero, se dice que estamos en presencia de una externalidad. Más en detalle, el FMI Helbling (2010) describe el concepto de externalidad de la siguiente forma:

“Consumption, production, and investment decisions of individuals, households, and firms often affect people not directly involved in the transactions. Sometimes these indirect effects are tiny. But when they are large they can become problematic—what economists call externalities. Externalities are among the main reasons governments intervene in the economic sphere.

Most externalities fall into the category of so-called technical externalities; that is, the indirect effects have an impact on the consumption and production opportunities of others, but the price of the product does not take those externalities into account. As a result, there are differences between private returns or costs and the returns or costs to society as a whole.”

Así, el productor agropecuario puede entenderse como un agente que busca maximizar el beneficio, dados los precios de las commodities y una serie de restricciones productivas mayormente impuestas por el ambiente en que se desempeña. En este marco, parte del costo ambiental de la producción se internaliza, siendo que muchas practicas agronómicas deficientes generan un impacto directo sobre la rentabilidad de la empresa. Por ejemplo, en el caso de la externalidad de la calidad del suelo, que será el foco de la tesis, un lote mal rotado obtiene menores rendimientos por hectárea, incluso en un plazo relativamente corto (4 campañas) Ariel Angeli (2018). Aun así, una porción significativa del daño ambiental puede constituir una externalidad en la medida que el efecto de extraer algunos nutrientes abundantes puede no sentirse excepto en el muy largo plazo y no recaerá sobre los productores de hoy, si no en los de mañana. Otra explicación análoga radica en la duración de los contratos de alquiler, habitualmente 1 o 2 años, que posiblemente incentiva a pensar en la rentabilidad de corto plazo en desmedro de la ganancia futura, dado que la externalidad ambiental será afrontada por un tercero (dueño). Esto suponiendo que el productor no arrienda repetidas veces el mismo campo, situación en la que existen mecanismos de negociación que favorecen la rotación.

Como se comentó anteriormente, en Argentina el efecto de la rentabilidad a la hora de elegir las tecnologías que se usarán en la producción y que cultivos se implantaran, no es menor Bisang et al. (2013). A su vez, estas elecciones tendrán un impacto ambiental que puede ser tanto positivo como negativo. En ese sentido, en los últimos años, la rentabilidad del cultivo de soja fue determinante en la expansión del área sembrada, que se incrementó 63% entre 2002 y 2016³. Sin embargo, el crecimiento implicó una mayor presión sobre los suelos derivado de que la oleaginosa, en general, es más demandante de nutrientes que las actividades a las que desplazó, entre las que destacan ganadería y lechería Daza (2017) Flores (2002). Por otra parte, una particularidad local, que suma interés al análisis, es la existencia de una amplia gama de intervenciones de política pública que alteraron los beneficios relativos entre los distintos cultivos y actividades agropecuarias (ROE, y derechos de exportación).

De esta manera, el objetivo de la tesis es analizar en primera instancia, cuáles fueron los cultivos y las rotaciones más rentables desde el punto de vista estrictamente económico. Luego, se incorporará una medida del costo ambiental de producir, con el fin de observar cómo cambiaría la ecuación del beneficio si el empresario internalizase el efecto de su actividad sobre el medio ambiente. Para ello, recortaremos la definición de costo ambiental a un aspecto, el de la fertilidad química de los suelos, que, además de ser importante, tiene la particularidad de ser fácilmente medible y convertible a valores monetarios. También circunscribiremos la tesis al análisis de distintas opciones de planteos agrícolas, sin evaluar el costo ambiental que puede implicar el abandono de otras actividades, como ganadería o lechería.

Marco Teórico

El tratamiento de las rotaciones de cultivos y de las externalidades generadas por el sector agropecuario en la literatura puede dividirse, a grandes rasgos, en dos grupos. Por un lado, existen trabajos que evalúan cual es el porfolio óptimo de cultivos en términos de rentabilidad y riesgo, entendiendo riesgo como el desvío que muestra el margen por hectárea respecto a la media. Una segunda corriente se enfoca en el análisis de las externalidades propiamente

³ Secretaria de Agroindustria

dichas, haciendo foco en como limitar aquellas que son negativas y buscando incentivar el potencial del agro para producir bienes públicos.

Comenzando por los trabajos que evalúan porfolios de rotaciones, usualmente la metodología empleada contempla el uso de datos de estaciones experimentales, en algunos casos de larga data. Con este procedimiento, J. A. González, Francisco y Foster (2002) o U. González, Undurraga, Hirzel y Martínez (2013), analizan alternativas de cultivos para distintas regiones de Chile, construyendo los costos de la producción a partir de planteos técnicos y de precios de mercado de los insumos. Para nuestro país, Zuliani, Costanzo, Trevisan y Mancini (2010) realizan un estudio para el área de Carcarañá, sur de Santa Fe, usando datos muestrales obtenidos con una encuesta.

Observando el abordaje que se hace sobre la presencia de externalidades en agricultura, dos aspectos centrales de esta línea de investigación son estimar el costo de las diversas externalidades que produce el agro y, a partir de allí, realizar recomendaciones de política. Hanley y Oglethorpe (1999) son un buen ejemplo de ello, partiendo de un sumario de estudios sobre el costo ambiental de la explotación agrícola, para luego discutir las virtudes de distintos esquemas de subsidios a los productores. Dentro de esta misma corriente, pero con un enfoque menos general y más orientado a externalidades específicas Lewis, Barham y Zimmerer (2008) estudian como una determinada elección de un granjero afecta también a sus vecinos (externalidad espacial). Kremen y Miles (2012) realizan una comparación de los bienes y males que se producen en la agricultura orgánica en relación a la que denominan industrial. Al margen de sus méritos a la hora de medir las externalidades, todos estos trabajos comparten la dificultad de estar concebidos para países que destinan enormes sumas de dinero a subsidiar la agricultura, realidad que es opuesta la que se verifica en el ámbito local, donde lo que se busca usualmente es gravar la renta del sector.

No obstante, , existen también trabajos que evalúan la problemática de las externalidades sin poner una parte importante del foco en la formulación de políticas. En ese sentido, Seo y Mendelsohn (2008b) Seo y Mendelsohn (2008a) Mendelsohn, Nordhaus y Shaw (1994) se valen de las diferencias regionales para predecir cómo se adaptará el sector agropecuario al cambio climático y cuáles serán los costos de esa transición. Puntualmente, los autores estiman la reacción de los productores al clima futuro en función de cuál es el

comportamiento actual, en cuanto a cultivos elegidos y técnicas empleadas, de productores similares bajo condiciones similares de lluvia y temperaturas a las que se espera que prevalezcan en los próximos años. En general, encuentran que los costos del cambio climático para el sector se encuentran sobreestimados ya que la mayoría de los estudios trabaja con lo que denominan “dumb farmer hypothesis”, bajo la cual los productores no muestran ningún tipo de adaptación a la modificación de las condiciones del medio donde se desarrollan.

Para Argentina, Ariel Angeli (2018) hacen una evaluación de corte agronómico de distintas rotaciones a partir de datos compilados en un proyecto del BID para los años 1998 a 2016. Si bien no enmarcan su trabajo en la literatura económica sobre externalidades, evalúan una serie de cuestiones que pueden relacionarse a la temática. Por un lado, miden distintas dimensiones del costo ambiental de cuatro rotaciones, incluyendo el balance de carbono y de fósforo, así como la emisión de gases de efecto invernadero. A partir de estas medidas, encuentran que las rotaciones con mayor porcentaje de gramíneas (maíz y trigo) tienden a generar menores externalidades negativas. En el aspecto productivo, realizan una extensa evaluación de los beneficios de rotar a corto y mediano plazo, que podríamos asociar a la externalidad “calidad del suelo”. Los principales resultados en ese sentido son que las rotaciones con entre un 20% y un 40% de gramíneas y entre un 40% y un 60% de gramíneas obtienen mejores rendimientos para el cultivo de soja que las rotaciones más cercanas al monocultivo de oleaginosas (principalmente soja, en menor medida girasol). Más aún, los beneficios son mayores en años climáticamente adversos. En el aspecto económico, hallan que la rotación óptima es muy variable de acuerdo a la región y que la penalidad de rendimiento disminuye el atractivo económico del monocultivo. Así mismo, estiman que la política agropecuaria del Gobierno tuvo un impacto en las rentabilidades relativas entre las distintas rotaciones.

Estas investigaciones tienen el valor de medir aspectos vinculados a las externalidades sin apuntar necesariamente a la formulación de políticas. Sin embargo, la complejidad agronómica supera en algunos casos a lo buscado por este trabajo, que busca profundizar el aspecto económico, con la dificultad adicional de que algunos aspectos ambientales no son fácilmente equiparables a valores monetarios. Por su parte, la literatura relacionada al cambio climático, además del aporte de medir los costos, tiene el valor de presentar al productor

como un agente que responde a los cambios que se le presentan. Compartiendo esta idea, De Janvry, Dustan y Sadoulet (2010), en este caso, refiriéndose a la potencial adopción de una tecnología en el sector agropecuario, señala que *“Coherent impact analysis should place technology adoption within a conceptual framework that treats potential adopters as agents who make decision in their own best interest”*. No obstante, una limitación de los análisis de impacto del cambio climático es que la externalidad que analizan no está exclusivamente causada por el sector agrícola y, además, la estimación de los costos está sujeta a un significativo grado de incertidumbre, dado que depende de predecir acertadamente el clima futuro no solo de manera global, sino también en cada zona en particular.

Siguiendo dentro de este marco de evaluación de externalidades “parciales” hay una metodología especialmente atractiva, tanto porque es aplicable a las particularidades institucionales locales, como porque permite calcular, de manera razonable, un costo monetario del deterioro ambiental. El procedimiento se conoce como balance de nutrientes y consiste en medir el saldo entre la extracción realizada por los cultivos, que es conocida y creciente respecto al volumen de la producción de granos, en relación al aporte proveniente de distintas fuentes. Luego, el saldo puede valuarse fácilmente en términos económicos a partir del costo de los fertilizantes necesarios para reponer los nutrientes faltantes. De esta manera, el balance de nutrientes permite integrar la dimensión económica y ambiental, al permitir sumar campaña a campaña el valor de los nutrientes extraídos a los costos efectivos de producción de las empresas.

En palabras de F García y Sanjuan (2013) :

“Basicamente, el balance de nutrientes es la diferencia entre las cantidades de nutrientes aplicadas y removidas de un sistema de producción” (...) *“Balances fuertemente positivos de nutrientes pueden generar excesos de nutrientes en los suelos que conduzcan a la contaminación del suelo, del aire y/o del agua. Por otra parte, los balances negativos reducen la fertilidad del suelo pudiendo afectar seriamente la producción”*

Existen varios trabajos científicos dentro de esta línea de la literatura, que encuentran en la cobertura geográfica una de las principales diferencias entre sí. En efecto, Gustavo A Cruzate y Casas (2012) realizan un relevamiento para todo el país, mientras que Daza (2017) lo circunscribe al sur de la provincia de Córdoba y Flores y Sarandón (2002) a la región

pampeana. Todos comparten estimar el valor económico de los nutrientes perdidos mediante al criterio de costo de reposición, que asigna un precio a los nutrientes de acuerdo al valor de los fertilizantes necesarios para reponerlos.

Daza (2017) encuentra que entre 1998 y 2008 se verificó un proceso de agriculturización, con preponderancia del monocultivo de soja, en desmedro especialmente de la actividad ganadera. Ello implicó un aumento del costo ambiental, que se estima en un 10% de los ingresos brutos de las actividades principales de cada zona. En igual sentido, en su estudio para la región pampeana, Flores y Sarandón (2002) hallan que los costos ambientales fueron importantes, en este caso alrededor del 20% del ingreso de las actividades en los años 90. La diferencia entre ambos trabajos puede deberse a menores precios de los commodities el periodo y al distinto alcance geográfico del trabajo. Flores y Sarandón (2002) También coinciden en que un factor detrás del incremento del costo ambiental fue la agriculturización en desmedro de la ganadería y la extensión del cultivo de soja.

Gustavo Adolfo Cruzate y Casas (2009) hacen un recuento de la evolución del agro argentino en los últimos años, destacando la expansión del cultivo de soja en desmedro de otras actividades. A partir de allí, construyen una tabla donde consignan los nutrientes extraídos por kilo de grano producido y realizan un balance, buscando identificar cuáles son los departamentos más deficitarios. Los autores dan un costo “global” de los nutrientes extraídos, pero no amplían sobre su relación con los costos de las empresas u otras métricas. Cruzate y Casas (2012) actualizan el ejercicio realizado en 2009 para la campaña 2010/11. Dan un valor económico a los nutrientes perdidos, US\$3.629 mill. a nivel agregado, y constatan los balances siguen siendo negativos. Según muestran, solo se reponen el 34,6% de los nutrientes que se extraen mediante la actividad productiva. Como en 2009, en general, observan que los departamentos más productivos son los que tienen balances más deficitarios, dada la relación positiva entre rinde y extracción de nutrientes.

Además de realizar algunas definiciones conceptuales, F García y Sanjuan (2013) hacen un recuento de la evolución de los consumo de fertilizantes, que tendió a crecer en los últimos 20 años, y efectúan también un balance de nutrientes. En concordancia con todos los otros autores, señalan que los balances de nutrientes son actualmente deficitarios en la Argentina. No obstante, muestran una evolución algo más optimista en la medida que, según marcan,

los balances se volvieron menos deficitarios a lo largo de los años debido principalmente al incremento del consumo de fertilizantes.

La limitación de estos trabajos es que no suelen profundizar en el análisis económico más allá de valorar la externalidad y señalar que si se repusieran todos los nutrientes extraídos ello representaría un incremento de los costos de determinada magnitud.

Dado el estado de la literatura, el objetivo de la investigación es profundizar en como cambiaría la ecuación de beneficio si se internalizaran los costos ambientales, buscando realizar un análisis más pormenorizado que los existentes; incluyendo una discusión sobre el efecto de algunas de las políticas públicas aplicadas en el periodo. Así, el foco estará puesto en la empresa agropecuaria, enmarcando la tesis en las contribuciones de los autores que analizan portafolios de rotaciones, incorporando la dimensión ambiental apoyándose en las investigaciones existentes sobre el balance de nutrientes en la agricultura argentina. Además, se buscará aprovechar la cobertura geográfica y temporal de los datos, que describiremos en la sección metodología, para observar la evolución de las variables a lo largo del tiempo y la dispersión de los resultados entre zonas.

Diseño Metodológico

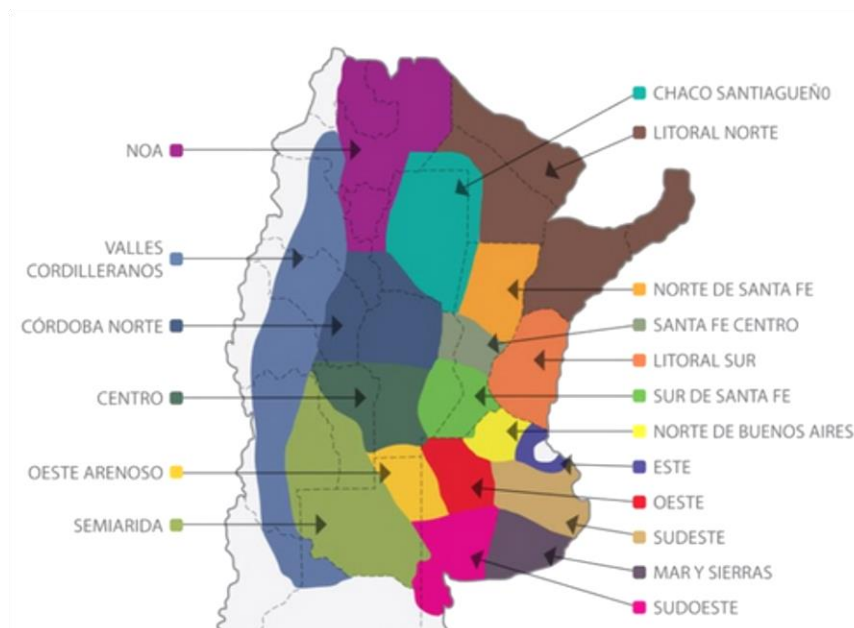
Abordar las preguntas de investigación anteriormente planteadas necesariamente requiere un enfoque cuantitativo, en la medida que se deben construir tanto los beneficios económicos como el costo ambiental asociado a cada rotación.

El punto de partida es la base compilada por el Proyecto Rotaciones, financiado por el BID, que consta de 408.641 observaciones de lotes⁴ distribuidas entre las campañas 1993/1994 y 2016/2017. Se trata de registros llevados por los propios productores, básicos para la administración de las explotaciones agropecuarias, que el Proyecto Rotaciones se encargó sistematizar, volviendo comparable y accesible información que anteriormente era de dominio privado. A los fines del trabajo, se emplearán las campañas 2010/11 a 2015/16, para las que se dispone de mayor cantidad de observaciones e información complementaria sobre

⁴ Un lote es una unidad en la que se divide el campo, no hay medida estándar y depende de características del terreno, del suelo u otras variables.

precios de insumos y gastos administrativos. Geográficamente, la información cubre a 7 regiones CREA⁵.

Mapa 1 – Regiones CREA



Para cada lote en particular se dispone de la información detallada en el cuadro a continuación:

Cuadro 1 – características de la base de datos

Dato relevado	Unidad	Comentarios
Campaña	-	Campaña en la que se registró la información del lote
CREA	-	Grupo CREA al que pertenece la empresa dueña del lote
Campo		Campo al que pertenece el lote. Una empresa puede tener varios campos.
Superficie	ha	Superficie implantada en el lote
Rendimiento promedio	kg / ha	Rinde obtenido por el cultivo
índice de Gramíneas	Índice base 100	Proporción de gramíneas sembradas en el total de campañas disponibles
Campañas Únicas	Cantidad de campañas	Cantidad de campañas para las que se dispone de datos del mismo lote
Rendimiento diferencial promedio	Índice base 100	Rendimiento obtenido por el lote en relación al rendimiento del Grupo CREA

El índice de gramíneas⁶ será una variable fundamental a lo largo del trabajo e indica cuanto del área total de una rotación fue dedicada a su cultivo, de acuerdo a la siguiente formula:

5 Mar y sierras, Sudeste, oeste, santa fe centro, norte de santa fe, oeste arenoso y centro.

6 El Trigo y Maíz son gramíneas, la soja y el girasol son oleaginosas.

$$\text{Índice de Gramíneas}_t = \frac{\sum_{t=0}^t \text{Superficie destinada a gramíneas}}{\sum_{t=0}^t \text{Superficie Total Cultivada}}$$

Así, si un lote tiene 4 observaciones y en dos de ellas se sembraron 200 ha maíz, mientras que en las dos restantes 200 ha soja, el índice de gramíneas será de 50. Un lote con una sola campaña registrada, en la que se sembró únicamente soja, tendrá un índice de 0. Por simplicidad, a partir de este índice se construyen cuatro rangos que van desde [0,20] hasta (60,100], siendo (20,40] y (40,60] las categorías intermedias. En adelante, al referirnos al índice de gramíneas, estaremos haciendo referencia a estos rangos y no al valor puntual que pueda tener cada observación.

Dados los datos disponibles, se establecen una serie de condiciones para poder abordar las preguntas de investigación.

En primer lugar, se trabaja únicamente con lotes que tengan observaciones para al menos cuatro campañas, siendo que el foco estará puesto en un horizonte de mediano plazo, cuando comienza a verse más claramente el efecto de una rotación deficiente en los rindes Ariel Angeli (2018). A partir de estos datos, se construyen cuatro rotaciones teóricas para cada una de las regiones cubiertas, asignándose el porcentaje de superficie implantada en función de las prácticas habituales de cada área. Luego, el resultado productivo por hectárea define de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P_{ijk} = \sum_1^N \alpha_{nij} r_{nj} c_{nijk}$$

P_{ijk} = producción de granos por hectarea de la rotación i , en la región j

durante la campaña k

α_{nij} = participación del cultivo n en la rotación i en la región j

r_{nj} = rinde promedio del cultivo n de la región j , durante la campaña k

c_{nijk} = rinde del cultivo n en la rotación i de la región j respecto al promedio general del grupo CREA para ese mismo cultivo durante la campaña k

Así, la producción de una determinada hectárea se obtiene al tomar el rinde promedio de cada cultivo, modificado en función de un coeficiente que indica cuanto por encima, o por debajo,

de ese promedio estuvieron los resultados obtenidos en la rotación que se está analizando. Luego, la participación de cada cultivo se pondera en función de las proporciones definidas al momento de construir las rotaciones.

El objeto de realizar este procedimiento, en lugar de usar el rinde promedio observado para cada cultivo en cada rotación, es controlar por factores fijos que puedan alterar las comparaciones. En ese sentido, el coeficiente que modifica a los rindes se construye a partir de dividir los resultados productivos por hectárea obtenidos en un campo en particular por el promedio del grupo CREA al que pertenece. Siendo que cada grupo CREA agrupa a los campos más cercanos y homogéneos, el uso de ese coeficiente permite aislar, en alguna medida, el efecto en los rindes producido por el historial productivo del campo, la calidad de la tierra, la habilidad de los administradores u otros factores que puedan incidir.

Ahora bien, no todas las regiones disponen del rinde relativo respecto al CREA de cada cultivo, para cada campaña y rango de índice de gramíneas, en un campo que, además, debe ser rastreable al menos 4 años. Por este motivo, se verifican algunos faltantes, especialmente para las rotaciones más cercanas al monocultivo, que tienen menor cantidad de observaciones. Específicamente, a nivel agregado, estos faltantes representan el 11% de las 654 combinaciones posibles entre campaña, región, cultivo y rango de índice de gramíneas⁷. Para estos casos, se recurrirá a usar el promedio histórico del dato faltante para todas las campañas disponibles.

Comenzando con las variables que hacen al resultado económico, para calcular los costos se utilizan los planteos técnicos de cada región CREA. Un planteo técnico estipula los requerimientos de agroquímicos, fertilizantes, semillas, mano de obra y otros insumos necesarios para llevar adelante la producción de un cultivo, expresados en unidades físicas por hectárea. Los planteos surgen de rondas de consulta con técnicos de cada zona y deben convertirse a valores monetarios para tener una aproximación a los costos por hectárea de

⁷ Se debe tener en cuenta que hay una asimetría regional muy pronunciada en los faltantes, con zonas que disponen de la información completa, mientras que otras concentran la mayoría de las ausencias. Se tomó la decisión de proceder sin descartar las zonas de menos datos porque los resultados obtenidos parecen ser consistentes con los de las regiones de mayor densidad de información.

una empresa típica. Para realizar esa valuación, se utilizan los precios de los insumos relevados mensualmente por la unidad de I+D de CREA⁸.

Los planteos técnicos, y por lo tanto los costos, varían ligeramente en función de la rotación, pero de todos modos son relativamente homogéneos. Esta situación opera a favor de las rotaciones más cercanas al monocultivo, en la medida que estas prácticas deficientes pueden favorecer el desarrollo de malezas resistentes o plagas, entre otras dificultades, que elevan los costos de manera significativa, al forzar el uso de insumos adicionales (pesticidas, insecticidas). Si bien, para acotar el objeto de estudio, no se ampliara sobre estas cuestiones en el presente trabajo, si se debe tener en cuenta que el costo económico de “no rotar” probablemente se encuentra subestimado, especialmente en el largo plazo.

Otros costos deben captarse mediante fuentes adicionales. El costo de cosecha se deriva de una encuesta interna a productores del Movimiento⁹ CREA. Se preguntó por el costo de cosecha en las últimas dos campañas y a partir de allí se reconstruyó la serie hacia atrás en función de la evolución del precio de los granos. Por su parte, para calcular los gastos de alquiler se construye un ingreso “teórico” del cultivo de soja formado en un 50% por el que efectivamente se obtuvo con el rinde de la campaña y en el otro 50% por el que se hubiese obtenido con el rinde histórico de la zona. Luego, se asume que los gastos de alquiler representan un porcentaje fijo de ese ingreso. El objeto de este procedimiento es reflejar la costumbre, ampliamente extendida en el periodo bajo análisis, de pactar los alquileres en quintales de soja, dado que se trataba de un mercado que no estaba intervenido como el trigo o el maíz. Además, la ponderación elegida apunta a captar la enorme diversidad de contratos existente en el sector agropecuario, que incluye contratos fijos o variables, a distintos plazos y con distintos niveles de riesgo asumidos por las partes. Sin desconocer que el enfoque necesariamente lleva a una simplificación que no se adapta a todas las situaciones particulares, el objetivo es incorporar un elemento de indexación la situación pasada, junto con un componente más flexible vinculado al resultado efectivamente obtenido. En ambos casos, se trata de modalidades que se encuentran habitualmente en los contratos de alquiler.

⁸ Los datos relevados están a disposición del público en general [aquí](#).

⁹ La encuesta es respondida por alrededor del 60% del Movimiento CREA, lo que representa más de 1000 productores agropecuarios por edición.

Para abordar el análisis de los beneficios, se usará el rinde de indiferencia, que es ampliamente utilizado en el sector agropecuario e indica cual es el mínimo rinde por hectárea que se debe obtener para cubrir los costos. Es decir,

$$\text{Rinde de indiferencia} = \frac{\text{Costo por hectarea}}{\text{Precio del producto}}$$

A los fines de la tesis, se usarán dos precios para calcular el rinde de indiferencia: el disponible y el FAS. El precio disponible es el precio efectivamente recibido por el productor, descontado de derechos de exportación, y afectado también por las distintas restricciones a la comercialización de granos que se registraron con menor o mayor intensidad a lo largo del periodo (ROES). El precio FAS, por su parte, es un precio teórico que representa el valor máximo que podrían pagar los exportadores sin incurrir en pérdidas y se ve afectado por los derechos de exportación, pero no por las restricciones cuantitativas, que solo tienen el efecto de alejar el precio percibido por el productor del FAS teórico. Así, la idea es valerse de la diferencia entre ambos precios para analizar el impacto de los ROES sobre el beneficio obtenido por las distintas rotaciones.

A partir de los rindes de indiferencia, se calculará una medida que llamaremos índice de beneficio (IB) que se define como

$$IB = \frac{\text{Rinde observado}}{\text{Rinde de indiferencia}}$$

De esta manera, el IB puede adoptar un valor que va entre 0, en caso que no se coseche nada, e infinito. A su vez, valores por debajo (por arriba) de 1 indican pérdidas (ganancias), dado que el rinde observado es menor (mayor) al que cubre los costos. Por supuesto, el rinde por hectárea se encuentra acotado por razones biológicas, por lo que en la práctica el IB nunca será infinito. La principal ventaja del IB, frente a trabajar directamente con los beneficios, es que siempre tiene un valor positivo, por lo que no habrá un cambio de signo en los indicadores relativos en caso que algún cultivo registre pérdidas. Además, el rango más acotado de valores que puede tomar el indicador genera una menor variación en los indicadores relativos que, por el contrario, oscilan fuertemente y generan outliers en algunas campañas en caso que se trabaje con el beneficio.

En cuanto al balance de nutrientes, que es la medida de costo ambiental elegida para la tesis, vale recordar que expresa el saldo entre la extracción que efectúan los cultivos para desarrollarse y la reposición vía fertilización. En ese sentido, los requerimientos de nutrientes se tomaran del paper de Gustavo Adolfo Cruzate y Casas (2009), según se detalla en el cuadro a continuación¹⁰, mientras que el aporte se calcula en función de las dosis de fertilizantes establecidas en los planteos técnicos. Luego, el saldo del balance se valúa de acuerdo al criterio de costo de reposición. Esto es, de acuerdo al costo monetario del fertilizante más barato necesario para reponer los nutrientes extraídos en cada año. Expresar el resultado del balance en términos monetarios permite, además, agregar las cantidades de distintos tipos de nutrientes en una única medida homogénea.

Cuadro 2 – Extracción de nutrientes promedio por tonelada de grano producida Cruzate y Casas (2009)

	N	P	K	CA	S	B
Soja 1	48,5	5,4	16,8	2,6	2,8	0,007
Girasol	21,3	6	5	1,2	2	0,032
Maíz	13,1	2,64	3,47	0,18	1,22	0,004
Trigo	18,11	3,52	3,52	0,37	1,51	0,002
Soja 2	48,5	5,4	16,8	2,6	2,8	0,007

De esta manera, una vez construidos el balance de nutrientes y el beneficio económico para cada rotación, se puede proceder al análisis propiamente dicho.

Desarrollo

Factores que inciden en la rentabilidad relativa

Una rotación de cultivos consiste en implantar de manera secuencial una serie de variedades vegetales. Así, un buen punto de partida es ampliar sobre las particularidades de los distintos cultivos y los factores que puedan alterar el beneficio relativo entre ellos. En buena medida, el foco de la comparación estará puesto en las características de la soja en relación a la del maíz. Ello se debe a que se trata de los dos cultivos más difundidos en el país y de mayor presencia en las rotaciones analizadas, a lo que se añade que compiten por tierra al sembrarse y cosecharse en periodos similares. En efecto, el beneficio obtenido por las rotaciones con

¹⁰ Asumiendo que la soja genera el 50% de sus requerimientos de nitrógeno por fijación biológica

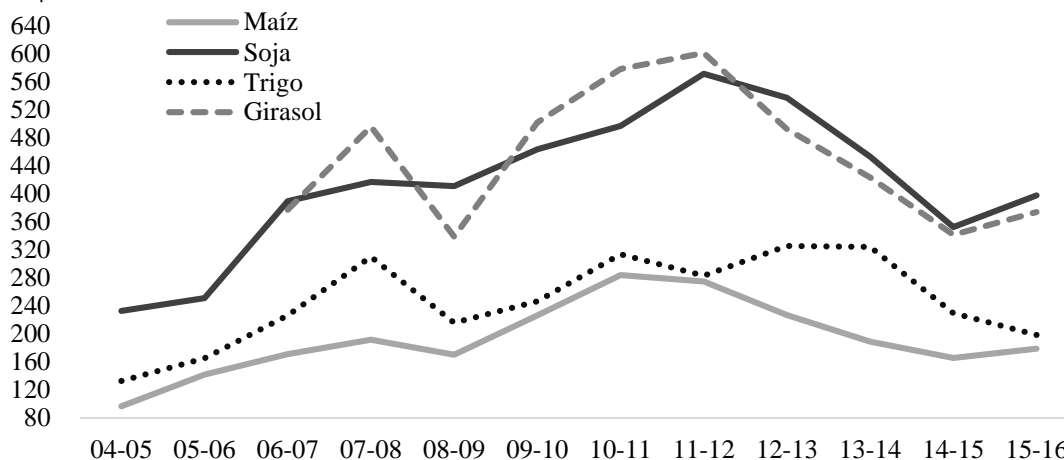
mayor o menor porcentaje de gramíneas depende en buena medida de la dinámica, productiva y económica, de la soja y el maíz.

Precios

Los precios cumplen un rol clave orientando y coordinando las acciones de los distintos agentes de la economía. A los fines de la tesis, el interés principal no es el nivel absoluto de precios, si no los precios relativos entre los distintos cultivos que, a su vez, afectarán a los beneficios que obtiene cada rotación. Sin embargo, el nivel de precios es relevante en la medida afecta al beneficio absoluto obtenido y, como se verá más adelante, a las posibilidades de afrontar los costos ambientales derivados de la actividad productiva. En ese sentido, durante el periodo analizado los precios internacionales de la soja, el maíz y el trigo se redujeron 20%, 36,9% y 36,7% respectivamente, al margen de que también hubieron oscilaciones asociadas a los cambios en la política local de derechos y permisos de exportación. Más en detalle, si bien los derechos de exportación introducían un sesgo “anti oleaginosas”, siendo que la soja y el girasol estaban gravados con una mayor alícuota¹¹, los mercados del maíz y el trigo fueron más afectados por el régimen de permisos de exportación (ROES), que no alcanzaron a las oleaginosas.

Gráfico 1 – Precios Internacionales de los granos

US\$ / tonelada

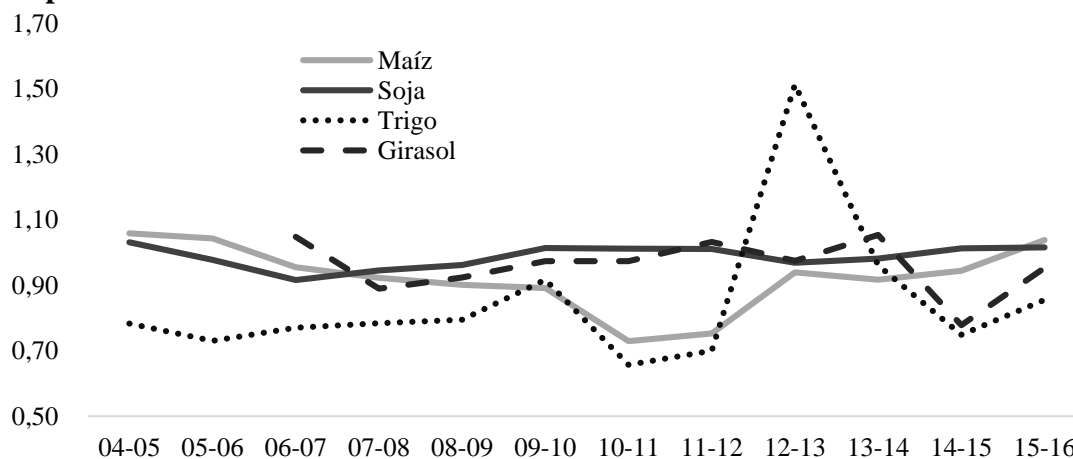


Buscando medir el impacto de las restricciones cuantitativas, López Lecube (2013) realiza un análisis de la cadena del trigo. El autor encuentra que el precio recibido por el productor

¹¹ 23% de alícuota para el trigo, 20% para el maíz, 23% para girasol y 35% para la soja en forma de poroto. Durante 2010-2015. En 2016 se eliminan los derechos de exportación para trigo, girasol y maíz y se bajó 5% puntos porcentuales para la soja.

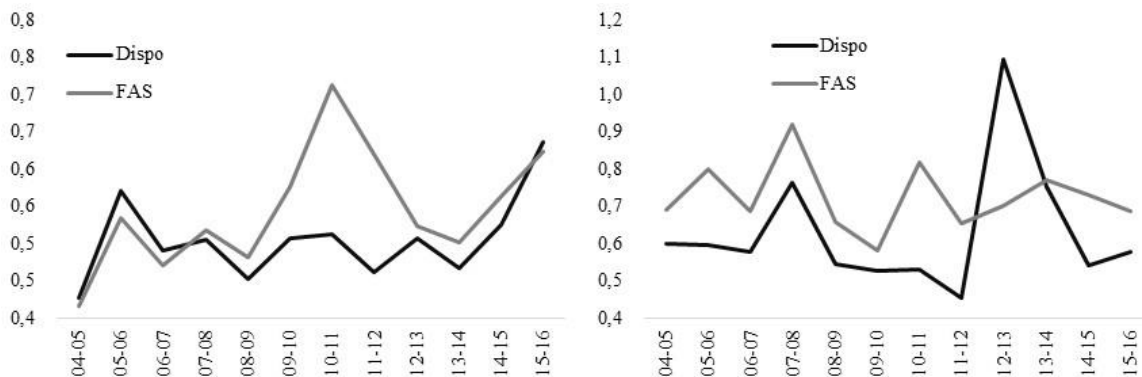
se vio reducido, dado que se limitó la competencia tanto entre molinos y exportadores, como dentro de los propios exportadores, que recibieron permisos en función de su participación previa en el mercado en lugar de ofertar por ellos en una subasta. Si bien no se dispone de un análisis similar para el caso del maíz, observando que porcentaje del precio FAS cubre el precio disponible, se aprecia que previo a la implementación de restricciones en 2008, en promedio, la cobertura alcanzaba el 100% del precio FAS, mientras que entre 2009 y 2015 promedio el 87%. En trigo, el efecto parece haber sido más errático, con un piso en que el precio disponible cubrió apenas un 62% del valor FAS y un techo en el que incluso representó 154%, esto se debió en parte al impacto que generó la propia política pública en la superficie sembrada y, por ende, en la oferta en el periodo. Cabe recordar que el precio FAS es el precio máximo que podría pagar la exportación sin incurrir en pérdidas, por lo que el efecto esperable de medidas que reducen la competencia entre la demanda local y los exportadores es que el precio efectivamente percibido del productor se aleje de ese máximo. Para la campaña 15-16 en particular, con la remoción de los ROES, se aprecia que tanto el trigo como el maíz tuvieron un aumento en la porción del precio FAS que efectivamente llega al productor, observación que se encuentra en línea con lo que señalaba Tosi (2016)

Gráfico 2 – Porción del precio FAS que recibe cada cultivo Disponible / FAS



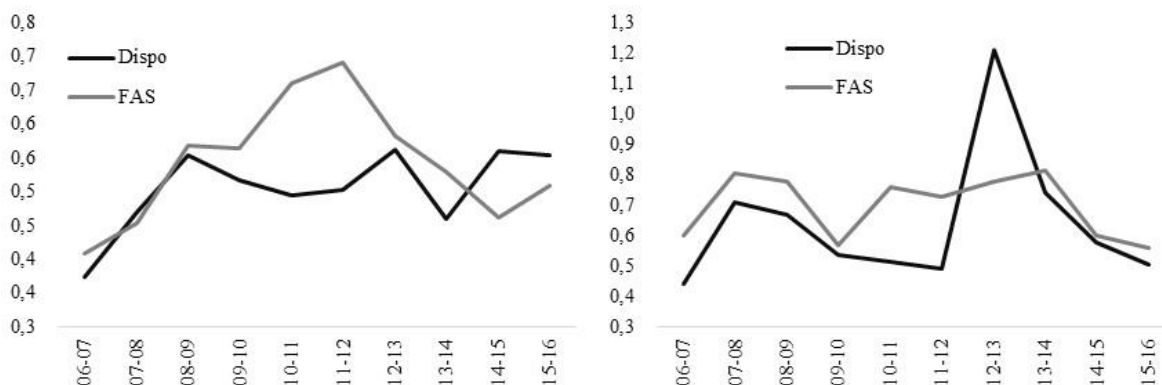
Una forma alternativa de aproximarse al impacto de los ROES es enfocarse en el precio relativo de la soja y el maíz y de la soja y el trigo para el precio disponible y el FAS. En ese sentido, si bien el trigo no compite directamente por tierra con la soja, la mejora de su precio relativo favorece a las rotaciones con más gramíneas, dado que lo contienen en mayor proporción que las rotaciones más intensivas en oleaginosas.

**Gráfico 3 – Precio relativo a precio Disponible y FAS
Maíz / soja (izq.) y trigo / soja (der.)**



Como puede verse en los respectivos gráficos, los precios del maíz y del trigo respecto a la soja fueron prácticamente siempre mayores para el precio FAS que para el precio disponible durante el periodo analizado, exceptuando la campaña 12-13 en el caso del trigo. De manera análoga, se obtiene igual resultado para los precios relativos del maíz y del trigo respecto al girasol. Además, se observa en ambos casos que la brecha tiende a ampliarse a partir de la implementación de los ROE en el 2008.

**Gráfico 4 – Precio relativo a precio Disponible y FAS
Maíz / girasol (izq.) y trigo / girasol (der.)**

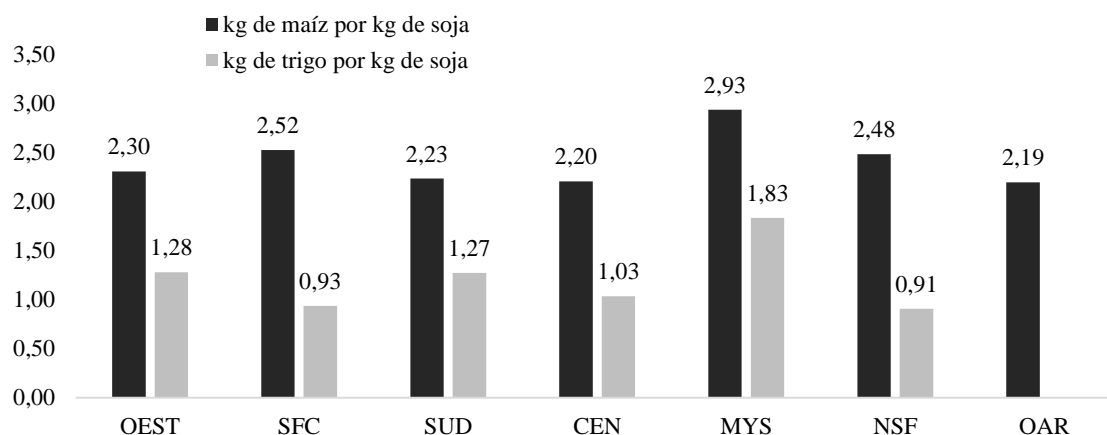


Rendimiento o Rinde

El rendimiento o rinde obtenido determina, conjuntamente con los precios, los ingresos que se obtendrán en cada campaña. En ese sentido, los rindes pueden ser ampliamente variables por una serie de razones (precipitaciones, plagas, presencia de malezas, características del suelo, entre otras). A los fines del trabajo, las más relevantes son la variación en función de la geografía y la que ocurre de acuerdo al historial de la rotación que venía realizando el

campo. En el primer caso, pueden generarse cambios drásticos en el rinde de los cultivos en función de la adaptación a las características de las distintas zonas del país, alterando el beneficio obtenido por una determinada rotación según donde se implante. En el segundo, se introduce un factor que mejora el comportamiento de las rotaciones más diversas en relación a las más cercanas al monocultivo.

**Gráfico 5 – Rinde relativo por región
Promedio 2011-2016**

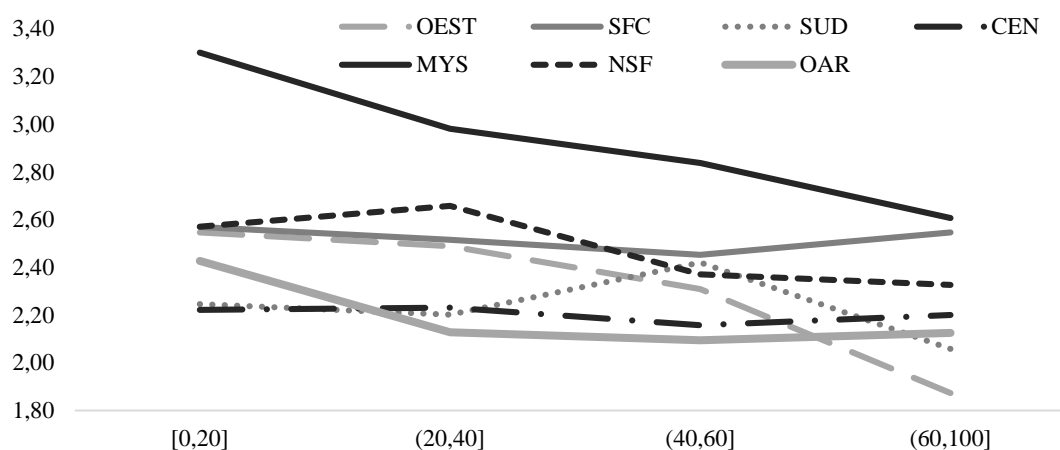


Abordando primero la variabilidad regional, una forma de apreciar su magnitud es dividir el rinde promedio de una hectárea de gramíneas (maíz, trigo) por el rinde promedio de una hectárea de soja. Así, una región tenderá a tener mejores resultados en rotaciones con más gramíneas, manteniendo todo lo demás constante, cuanto más grande sea el ratio. Como puede verse en el gráfico, la distancia entre regiones tomando esta medida es significativa. En Mar y Sierras, que presenta los mayores ratios, se obtienen 2,93 kilos de maíz por cada kilo de soja y 1,83 kilos de trigo por cada kilo de soja, lo que representa una brecha de 32% y 45% con, por ejemplo, Sudeste.

En cuanto a la variabilidad de rendimientos que puede presentar un cultivo según cual sea el historial previo del lote en que se siembra, mientras que el maíz, el girasol y el trigo muestran un comportamiento más errático, la soja, ya sea de primera o de segunda, presenta mayores rindes, 5% de promedio general, en las rotaciones con mayor presencia de gramíneas (40% o más). Esta observación está en línea con los resultados de Ariel Angeli (2018), situación que es esperable teniendo en cuenta que la presente tesis, si bien pone el foco más en

cuestiones económicas que productivas y ambientales, utiliza la misma base de datos. De esta manera, a medida que se avanza hacia rotaciones con menor (mayor) presencia de gramíneas, se observa que tiende a mejorar (empeorar) el rendimiento del maíz en relación a la soja. Por consiguiente, esta dinámica constituye un incentivo económico a adoptar una conducta favorable al medioambiente en la medida que provee un “premio” en rendimiento por hectárea al alejarse del monocultivo.

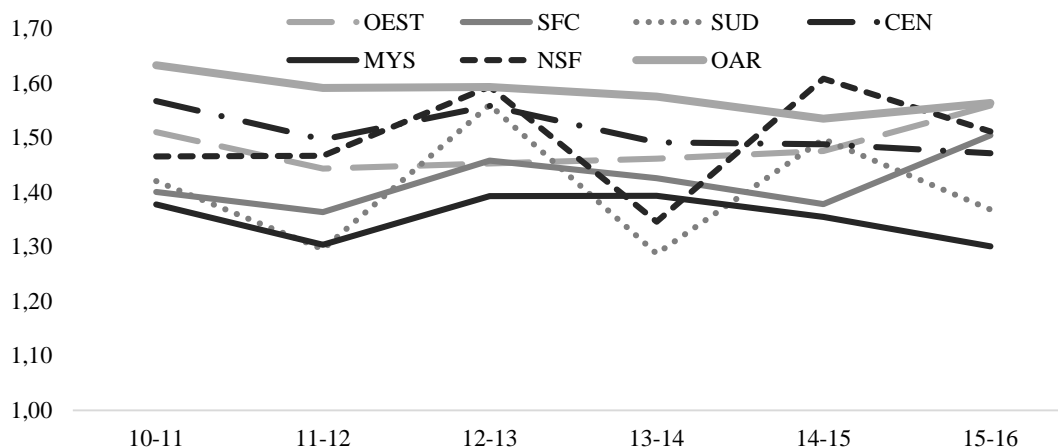
**Gráfico 6 – Rinde relativo maíz / soja por región
Promedio 2011-2016**



Costos

Conjuntamente con los ingresos, los costos determinan el resultado económico que obtiene cada cultivo. En ese sentido, el maíz, debido a su más alto rinde por hectárea, tiene mayores costos de implantación, flete y cosecha que la soja. Así, en promedio, en el periodo analizado, los costos del maíz representaron el 151% de los de la soja, aunque la variación entre regiones es significativa. En ese sentido, la distancia entre la región donde los costos del maíz están más cercanos a los de la soja (Mar y Sierras, 130%) y la que están más lejanos (Oeste Arenoso, 151,1%) añade otra dimensión a la dispersión geográfica que generan los rindes. Así mismo, incluso al interior de una misma región, se aprecia una variabilidad significativa campaña a campaña en la relación entre los costos del maíz y la soja, sin que se observe una tendencia general. En buena medida, ello puede deberse a que una porción importante de los costos, entre los que destaca el flete, es función de los rindes, que pueden mostrar cambios importantes a lo largo del tiempo.

**Gráfico 7 – Costo relativo maíz / soja por región
Promedio para todas las rotaciones**

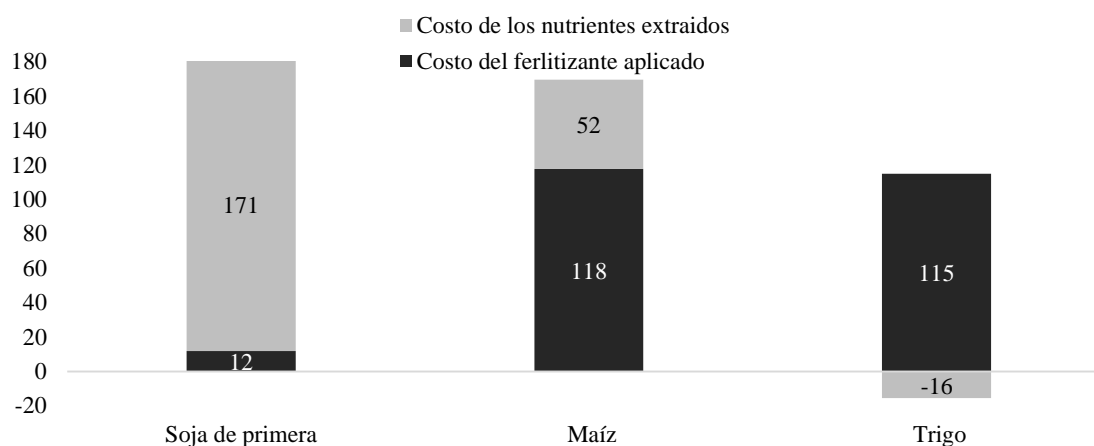


Costos ambientales

El costo ambiental, en términos del valor del saldo del balance de nutrientes, puede diferir sensiblemente entre cultivos. En parte, ello se debe a diferencias en los requisitos de nutrientes siendo que *“Respecto a las necesidades de nutrimentos minerales, la soja es el cultivo de más altas exigencias y el de mayor índice de cosecha de nutrientes”* Fontanetto y Keller (2006). Sin embargo, también se origina en diferencias en las prácticas de fertilización. En efecto, en relación a la soja de primera, el maíz recibe una mayor fertilización debido a la elevada respuesta que muestra su rinde, como puede verse, por ejemplo, en el ensayo realizado por G. N. Ferraris (2016). Algo similar ocurre con el trigo, que se fertiliza no solo porque la práctica es rentable gracias al aumento de rendimiento generado, sino porque presenta el beneficio adicional de que, bajo determinadas condiciones, la aplicación de fosforo permite dejar remanente aprovechables para el subsiguiente cultivo de soja (Fontanetto y Keller (2006); Fernando García, Fontanetto y Vivas (2001)) . Adicionalmente, como señalan Fernando García et al. (2001) *“La posibilidad de manejar la fertilización de trigo/soja como un solo cultivo implica ventajas importantes desde el punto de vista operativo al reducirse el número de aplicaciones y disminuir los tiempos operativos de siembra de soja de segunda al no aplicar fertilizantes en ese momento”* lo que incrementa el incentivo económico a fertilizar el trigo más allá de la respuesta que muestra el propio cultivo.

Así, como puede verse en el gráfico, en el caso del trigo y el maíz el productor asume la mayoría del costo de reponer los nutrientes extraídos vía fertilizantes, debido a que sus características agronómicas llevan a que se internalice en mayor medida la externalidad de la calidad del suelo. Incluso, para el trigo, el costo de los nutrientes extraídos es negativo, reflejando el saldo excedente que frecuentemente busca dejarse para el cultivo de soja. De esta manera, el maíz y el trigo presentan balances de nutrientes más equilibrados que la soja, lo que genera que el costo ambiental de la producción aumente a medida que se incrementa la presencia de la oleaginosa dentro de las rotaciones analizadas.

**Gráfico 8 – Costo de nutrientes extraídos y de fertilización por cultivo
Promedio 2010-2016 para todas las regiones, US\$ / ha**



En suma, el análisis individual de los factores que pueden incidir en la rentabilidad relativa de las rotaciones arroja varias conclusiones principales:

- Los precios internacionales de las commodities disminuyeron de manera sustancial durante el periodo. Además, la política pública incidió tanto distorsionando los precios relativos como agregando, principalmente en el caso del trigo, volatilidad año a año. En ese sentido, los permisos de exportación favorecieron en términos relativos a la soja, aumentando el atractivo económico de la oleaginosa.
- En el caso de la soja, los rindes relativos no varían solo en función de la ubicación geográfica, sino también de acuerdo al índice de gramíneas que muestra el campo donde se implanta el cultivo. El efecto generado provee un incentivo a implementar mejores prácticas rotación, teniendo en cuenta que el rinde relativo del maíz respecto

a la soja se vuelve más atractivo cuanto más cercano se encuentra el campo al monocultivo de la oleaginosa.

- Es esperable una dispersión regional significativa entre los resultados que obtienen las distintas rotaciones. Este comportamiento se deriva de la variabilidad regional de los costos y rendimientos relativos entre los distintos cultivos. Así, una intervención de política pública uniforme a todo el país, como los derechos o permisos de exportación, puede tener efectos muy distintos de acuerdo a que región se trate.
- Las rotaciones con mayor presencia de gramíneas tienen un menor costo ambiental, debido a que poseen balances de nutrientes más equilibrados gracias a que sus características agronómicas llevan a internalizar en mayor medida la externalidad de la fertilidad del suelo.

Con el fin de analizar el saldo de estos factores sobre el beneficio, absoluto y relativo, a continuación se analiza el IB obtenido por cada cultivo individual, antes de pasar al análisis de las rotaciones propiamente dichas.

Agregando los factores, el IB por cultivo

Como se detalló en la sección metodología, el IB ofrece varias ventajas respecto a simplemente observar el beneficio obtenido por un cultivo, entre las que destacan que adopta un rango más acotado de valores que además son no negativos, siendo ambas características útiles para la construcción de indicadores relativos. Antes de proseguir, vale recordar que si el IB es igual a uno ello indica beneficio nulo, por lo que valores que se sitúen por encima de la unidad indican ganancias, mientras que valores por debajo señalan pérdidas.

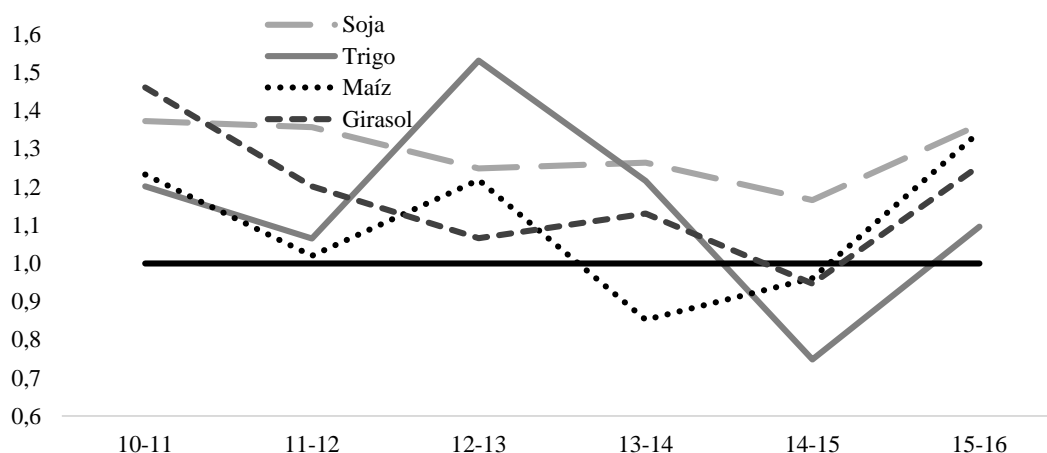
IB

Mirando el IB promedio por cultivo, para todas las regiones productivas y cualquiera sea el índice de gramíneas de la rotación en la que se insertan, se aprecia que, en general, la soja presentó un mejor índice a lo largo de todo el periodo analizado, aunque en la campaña 15-16 prácticamente verificó una paridad con el maíz. Por otra parte, el trigo presenta el IB más volátil, reproduciendo el comportamiento que observó en el precio del cereal, muy afectado por las restricciones cuantitativas a la exportación. De manera contraria, el IB de la soja es el más estable.

Al margen de ello, como tendencia general, se observa una baja en la rentabilidad agrícola hasta la campaña 14-15, que es consistente con la caída en el precio internacional de las commodities y la apreciación del tipo de cambio real que se verificó en ese periodo. En la campaña 15-16 se produce una recuperación, en el marco de la devaluación del tipo de cambio y la baja, o eliminación, de los derechos de exportación según de que cultivo se trate.

Pese a la caída en la rentabilidad agropecuaria, la soja mantiene un IB mayor a 1 durante todo el periodo. Por su parte, el trigo tuvo un IB menor a 1 en las campañas 13-14 y 14-15, mientras que el maíz registró un IB menor a 1 en la campaña 14-15. Es decir, el trigo y el maíz, considerando la estructura de costos reseñada en la metodología, tuvieron campañas en las que presentaron pérdidas, incluso pese a que no mediaron adversidades climáticas a nivel país.

**Gráfico 9 – IB por cultivo a precio disponible
Promedio para todas las regiones**



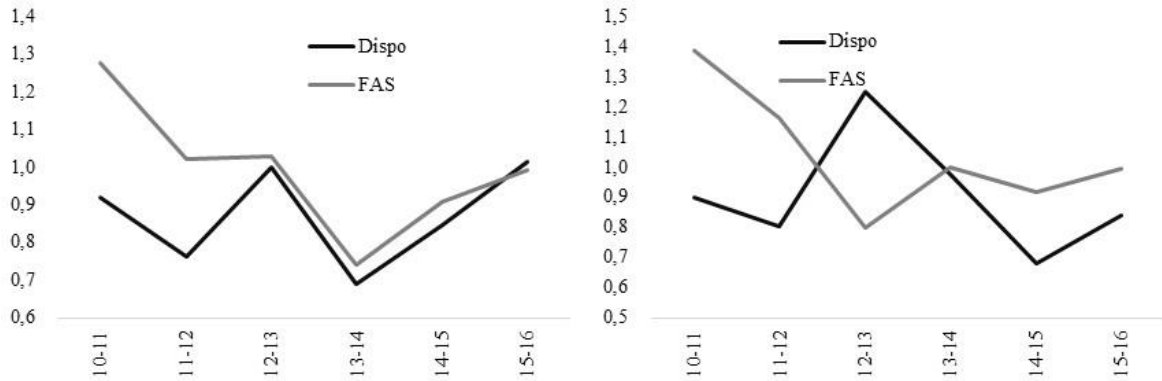
En suma, dados los rindes, los costos y los precios, la soja tomada de forma aislada fue, en promedio para todas las regiones y para todas las rotaciones en que se inserta, el cultivo más rentable y, más aún, también fue el que mayor estabilidad mostró en su resultado económico.

IB relativo por precio

Más allá de los resultados de cada cultivo en particular, en adelante ponemos el foco en los IB relativos con el fin de analizar los factores que pueden alterar la relación entre los beneficios que obtienen las distintas rotaciones campaña a campaña.

En ese sentido, hasta la campaña 13-14 parece observarse una tendencia al deterioro del IB maíz / soja que comienza a revertirse a partir de la campaña 14-15. En el caso del IB trigo / soja se aprecia una importante volatilidad, que se origina en la variabilidad del beneficio obtenido por el trigo a lo largo del tiempo. De todas formas, el IB trigo / soja de la campaña 14-15 fue el más bajo de la serie, con un repunte durante la campaña 15-16. La recuperación de la campaña 15-16 en el IB maíz / soja y trigo / soja es esperable, teniendo en cuenta que, al momento de la cosecha, los derechos de exportación de la soja solo fueron reducidos, mientras que los del trigo y el maíz fueron eliminados. La mejora del IB maíz / soja en la campaña 14-15 resulta más llamativa, pero se explica en buena medida por una recuperación de los rindes respecto a la campaña 13-14 que, por otra parte, fueron los más bajos del periodo estudiado.

**Gráfico 10 – IB relativo a precio Disponible y FAS
Maíz / soja (izq.) y trigo / soja (der.)**



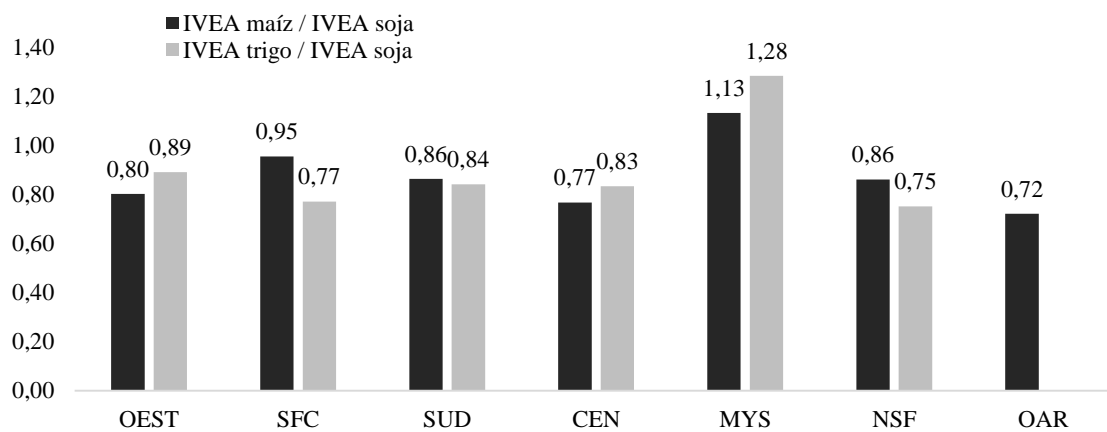
Como se vio en la sección anterior, el precio relativo del maíz y el trigo es habitualmente más alto en la cotización FAS que en la disponible. Consecuentemente, el IB maíz / soja y trigo / soja a precio FAS fue, en promedio, 14% y 15% superior en relación al mismo indicador tomando precio disponible, resultado que sugiere que, en ausencia de permisos de exportación, el beneficio comparado obtenido por el trigo y el maíz en relación a la soja hubiese mejorado substancialmente.

IB relativo por cultivo y región

Teniendo en cuenta la disparidad existente entre los rindes y costos relativos de las distintas regiones, es esperable una variabilidad igualmente grande en los IB relativos de acuerdo a que zona se trate. En efecto, la brecha entre la región con el mayor IB maíz / soja (Mar y

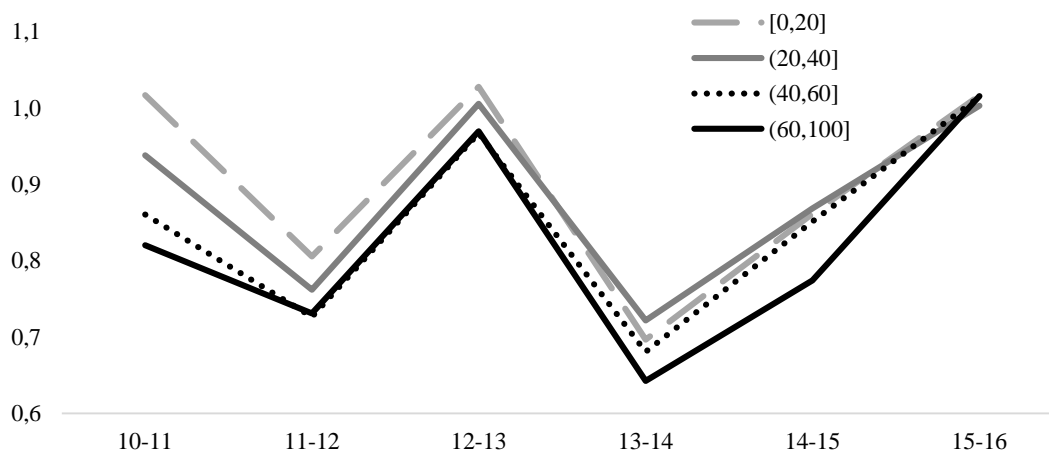
Sierras) y el menor (Oeste Arenoso) es de 51%. Por su parte, para el caso del IB trigo / soja, la distancia entre la región más favorable al cereal (Mar y Sierras) y la menos (Norte de Santa Fe) es incluso mayor y alcanza 72%. Así, la asimetría regional de los IB relativos reproduce a la observada para los rindes, sin que otros factores, como los costos, ejerzan un rol equilibrador lo suficientemente fuerte como para eliminarla.

**Gráfico 11 – IB relativo por región
Promedio 2011-2016**



IB relativo por rotación

**Gráfico 12 – IB relativo según índice de gramíneas y campaña
Maíz / soja**

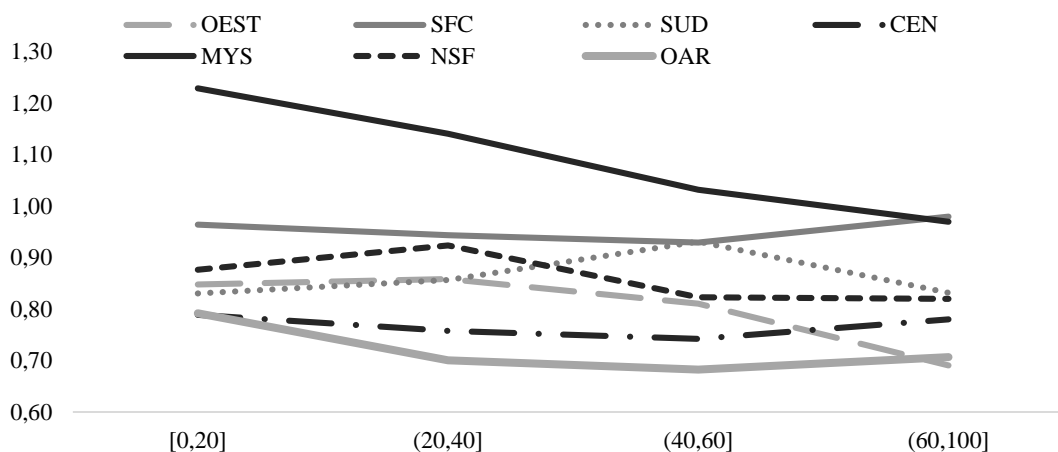


Como desarrollamos anteriormente, un elemento que genera incentivos económicos a practicar rotaciones más balanceadas es el aumento de rinde que obtiene la soja cuanto mayor sea la presencia de gramíneas. Más en detalle, ese comportamiento produce que, a medida

que una rotación se acerca al monocultivo de oleaginosas (gramíneas), el IB maíz / soja tiende a mejorar (empeorar).

Por otra parte, el resultado es bastante constante campaña a campaña y, en promedio, el IB maíz / soja es 9,5% mayor en las rotaciones con [0,20] de gramíneas que en las que tienen (60,100]. De igual forma, descomponiendo el IB maíz / soja por región, se aprecia en casi todos los casos una mejora del indicador cuanto menor sea el índice de gramíneas, si bien para algunas zonas la mejora no es lineal.

**Gráfico 13 – IB relativo según índice de gramíneas y región
Maíz / soja, promedio 2011-2016**



En definitiva, la construcción de los IB y los IB relativos confirma la importancia de varios de los factores desarrollados en la sección anterior, al tiempo que relativiza el poder explicativo de otros. Fundamentalmente,

- El historial productivo del campo, el área geográfica donde se produce y la política agropecuaria son determinantes importantes del beneficio obtenido por los distintos cultivos.
- Otros factores, como los costos, o bien operan en el mismo sentido o bien son menos significativos a corto plazo que los rindes y los precios a la hora de determinar el beneficio relativo de cada opción.
- Probablemente, ello responda en parte a las limitaciones que impone la necesaria simplificación de la realidad que implica la creación de un modelo. En efecto, bajo el esquema desarrollado, los planteos técnicos utilizados son fijos año a año y las dosis

de insumos no ajustan de acuerdo a las circunstancias, lo que elimina a las cantidades como fuente de variabilidad. Por este motivo, los resultados en relación a la influencia de los costos deben ser tomados con cautela.

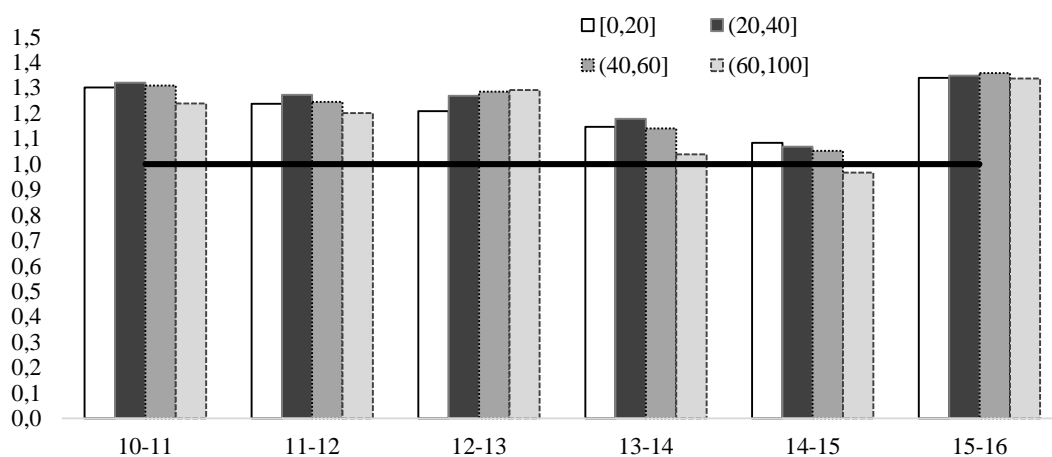
Análisis por rotación

Como vimos en el apartado anterior, la soja fue, en términos generales, el cultivo más rentable, situación que, sin embargo, no significa que su monocultivo sea la opción que maximiza el beneficio. En efecto, incluso dentro del marco de análisis elegido, que no contempla dificultades como pérdida de fertilidad física, plagas o malezas resistentes, puede ocurrir que el premio de rendimiento que tiene la soja en campos mejor rotados más que compense las ventajas que ofrece fuera del contexto de una rotación.

IB por rotación

Comenzando por los resultados generales, tomando un promedio del IB por rotación para todas las regiones, se advierte el mismo patrón de pérdida de rentabilidad entre las campañas 10-11 y 14-15 que a nivel de los cultivos individuales, seguido de una recuperación en la 15-16. A pesar de que el trigo y el maíz tuvieron una rentabilidad baja o incluso negativa en las campañas 13-14 y 14-15, gracias al resultado obtenido por la soja, solo en la rotación (60,100] durante la campaña 14-15 el IB fue inferior a 1.

**Gráfico 14 – IB a precio disponible por rotación
Promedio para todas las regiones**



Además, puede observarse que, aunque la soja pueda ser el cultivo de mayor IB individual, eso no se traduce en que el monocultivo de la oleaginosa sea la rotación más rentable gracias al premio de rendimiento al alejarse del monocultivo. De hecho, a nivel agregado, la rotación

[0,20] solo fue la más rentable, por un estrecho margen, en la campaña 14-15. Por su parte, la rotación que de manera más frecuente (3 campañas) resultó la de mayor IB fue la (20,40]. Mientras tanto, en la campaña 15-16, tras los cambios significativos derivados de la devaluación y la modificación en el esquema de derechos de exportación, la rotación la (40,60] fue la de mejor resultado. De todas formas, las diferencias entre IB, a nivel agregado, no parecen ser lo suficientemente grandes, incluso en la campaña que el monocultivo resultó la opción más beneficiosa, como para justificar inclinarse por esa opción en caso que se tenga una mirada de mediano / largo plazo y se internalicen al menos parte de los costos para la fertilidad del suelo.

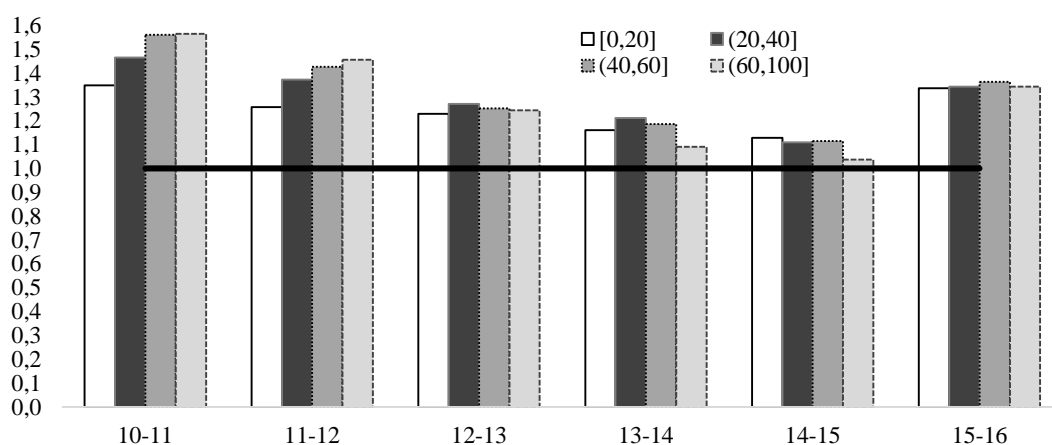
Es interesante remarcar la importante diferencia entre los incentivos de corto plazo, y los de mediano / largo plazo que surgen de esta dinámica. En efecto, mientras que si se piensa en una sola campaña la soja puede resultar el cultivo más rentable, si continuamente se decide en función de ese horizonte, se terminará en un monocultivo que no resulta una rotación óptima, incluso considerando únicamente el beneficio económico. Más aún, ello ocurre a pesar de que el marco elegido por las tesis no contempla elementos adicionales que pueden aumentar sensiblemente los costos de no rotar (malezas, plagas, pérdida de estructura del suelo, entre otras). Así, la principal consecuencia de que la opción de mayor beneficio puede variar en función del plazo en el que piense el productor es que los incentivos económicos que se enfrentan en un campo alquilado, típicamente a 1 o 2 años, o en uno propio pueden ser substancialmente diferentes.

Como tendencia, si bien se aprecia que todas las rotaciones vieron reducido su IB entre las campañas 10-11 y 14-15, en términos relativos las rotaciones con menor presencia de gramíneas se volvieron más atractivas. En efecto, el IB se redujo 16,7%, 19%, 19,6% y 21,9% para las rotaciones [0,20], (20,40], (40,60] y (60,100] respectivamente, evolución que se debe mayormente al deterioro del rinde relativo del maíz respecto a la soja, teniendo en cuenta que los precios relativos permanecieron aproximadamente estables a lo largo del periodo. En ese sentido, la caída en el rinde relativo del maíz respecto a la soja a lo largo de las campañas se observa también tomando datos de la Secretaria de Agroindustria para el total del país. En parte, ello puede responder a la propia caída en la rentabilidad que se dio durante el periodo y acotó las posibilidades de fertilizar manteniendo a la vez una explotación rentable, tal como

abordaremos más adelante. En ese sentido, al ser maíz el cultivo de mayor respuesta a la fertilización, ver, por ejemplo G. N. Ferraris (2016), en términos relativos su rinde puede verse más afectado por la situación que el de la soja.

Por otra parte, durante la campaña 15-16 se aprecia una mejora en la rentabilidad relativa de las rotaciones con mayor presencia de gramíneas, derivada de la eliminación de las restricciones cuantitativas, que llevo a que el maíz y el trigo tengan precios más cercanos a su valor FAS, y de cambios en los derechos de exportación que perjudicaron en términos relativos a la soja. Así, entre la campaña 14-15 y 15-16 el IB de las rotaciones [0,20], (20,40], (40,60] y (60,100] aumentó 23,5%, 26,5%, 30,8% y 39,4%, respectivamente

**Gráfico 15 – IB a precio FAS por rotación
Promedio para todas las regiones**



Una de las motivaciones de la tesis es observar en qué medida cambian estos resultados si la política agropecuaria hubiese sido diferente y los distintos productos hubieran tenido precios más cercanos a sus valores FAS. En ese escenario, ninguna rotación hubiera tenido un IB negativo en el periodo analizado. Sin embargo, se advierte que la tendencia a la caída el beneficio agrícola se mantiene, lo que es esperable teniendo en cuenta la incidencia de otros factores macroeconómicos más allá de la política agropecuaria, como la apreciación del TCR o la caída en el precio global de las commodities. De igual forma, también la tendencia a la mejora de la rentabilidad relativa de las rotaciones más intensivas en soja se mantiene, en la medida que se origina en el deterioro del rinde relativo maíz / soja y el presente trabajo no

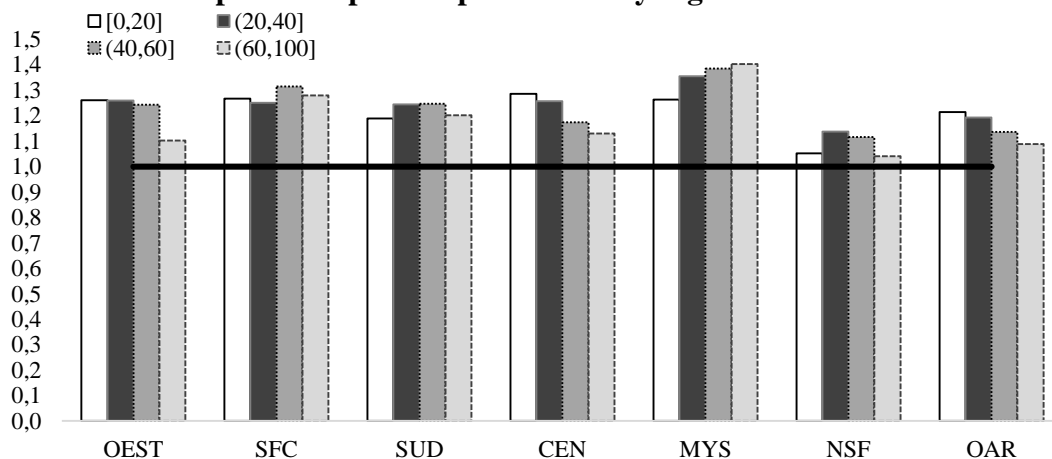
incorpora un contra factico en que una mejor rentabilidad permite una mayor fertilización y un aumento de los rindes del maíz.

Así, en el esquema elegido por la tesis, las diferencias tomando precio FAS en lugar de precio disponible son “de nivel” en lugar de “de tendencia”. Más en detalle, entre las campañas 10-11 y 14-15, previo a la remoción de las restricciones cuantitativas y a los cambios en los derechos de exportación, el IB para las rotaciones [0,20], (20,40), (40,60) y (60,100], hubiese sido un 0,3%, 3,8%, 6,9% y 9,1% mayor tomando precio FAS en lugar del disponible. Es decir, de no existir permisos de exportación, se hubiese observado un aumento relevante del beneficio en aquellas rotaciones más intensivas en gramíneas respecto a las que contienen más oleaginosas, incluso sin suponer que en ese contexto la fertilización y los rindes obtenidos por el maíz hubiesen sido mayores.

IB por región

Como se desarrolló anteriormente, los rindes relativos pueden variar fuertemente entre una región y otra, situación que se traduce en una dispersión zonal igualmente grande en la rentabilidad, absoluta y relativa, de cada rotación. En ese sentido, Mar y Sierras es la región más favorable a las gramíneas, mientras que Oeste Arenoso y Centro tienen mejores resultados con el cultivo de oleaginosas. El resto de las regiones favorecen, en general, a las rotaciones intermedias.

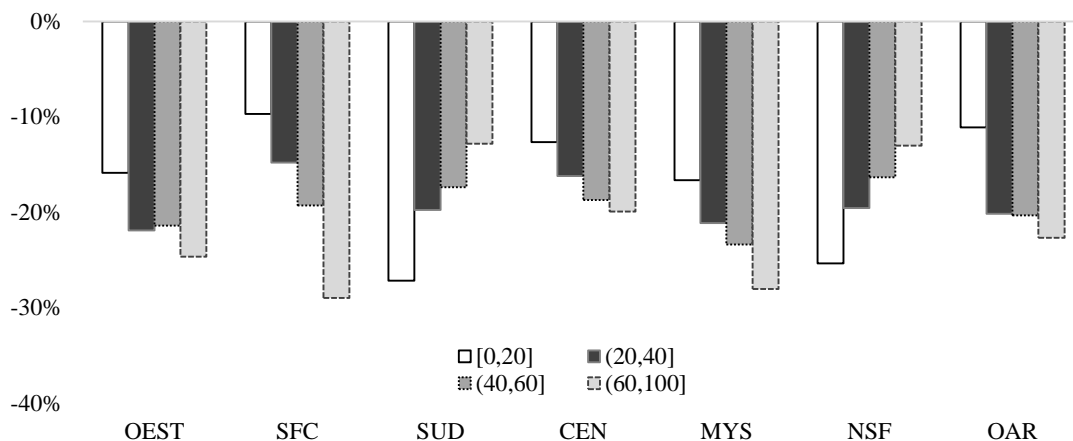
Gráfico 16 – IB a precio disponible por rotación y región



Más allá de las diferencias en niveles, una pregunta relevante es si todas las zonas mostraron la misma tendencia a la mejora relativa en el beneficio de las rotaciones más intensivas en soja entre las campañas 10-11 y 14-15. En ese sentido, como puede verse en el gráfico, la

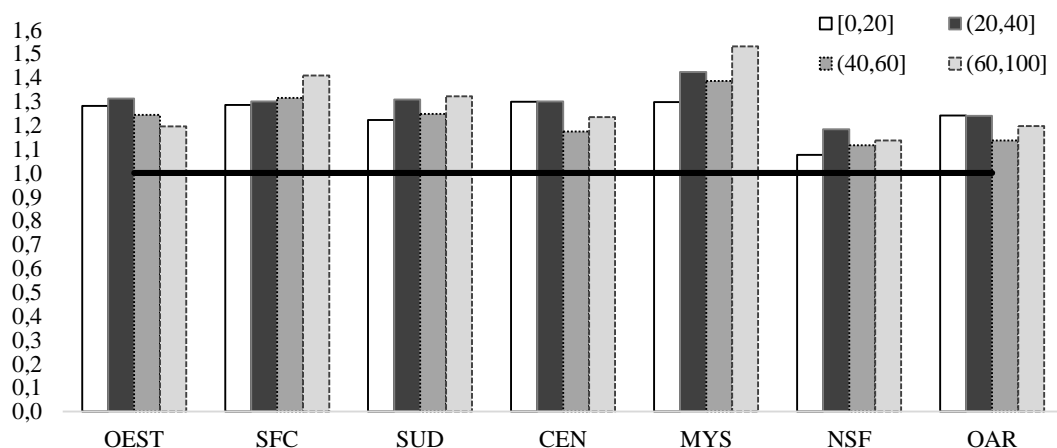
dinámica fue generalizada en todas las regiones exceptuando a Sudeste y Norte de Santa Fe, que no experimentaron, entre esas dos campañas en particular, la caída en el rendimiento relativo maíz / soja que caracterizo al resto de la muestra.

**Gráfico 17 – Variación del IB
Entre las campañas 10-11 y 14-15**



Considerando un escenario sin permisos de exportación, con precios en línea con los valores FAS, se observa una mejora en la rentabilidad, común a todas las regiones, de las rotaciones con mayor presencia de gramíneas. Además, la rotación [0,20] hubiese dejado de ser la opción más rentable en las zonas Centro y Oeste Arenoso.

**Gráfico 18 – IB a precio FAS por rotación y región
Promedio 2011-2016**



En suma, mirando al beneficio obtenido por cada rotación se aprecia:

- Una tendencia a la baja de la rentabilidad agrícola entre la campaña 10-11 y la 14-15, seguida de una recuperación en la 15-16.
- Si bien la soja resultó el cultivo más rentable a nivel individual, no puede afirmarse que el monocultivo de soja sea la rotación más atractiva. Ello plantea una importante diferencia entre los incentivos económicos que se enfrentan a corto y mediano / largo plazo.
- En términos relativos, las rotaciones con mayor presencia de oleaginosas tendieron a volverse más rentables entre la campaña 10-11 y 14-15, proceso impulsado por el deterioro del rinde relativo del maíz respecto a la soja. Lo contrario ocurrió en la campaña 15-16, cuando mejoró el beneficio relativo de las rotaciones con menor presencia de soja, producto de los cambios en los derechos y permisos de exportación.
- Las regiones difieren entre si tanto en el nivel de beneficio promedio alcanzado, como en la rentabilidad relativa de las distintas rotaciones.
- La progresiva mejora del IB relativo de las rotaciones más intensivas en soja entre las campañas 10-11 y 14-15 es generalizada. En efecto, el proceso ocurre en 5 de las 7 regiones analizadas, lo que es consistente con la idea de que los principales determinantes de las tendencias observadas, más allá de las diferencias “en niveles” regionales, son macroeconómicos.
- Utilizar el precio FAS en lugar del precio disponible no cambia las tendencias observadas, pero si genera una diferencia en los niveles de beneficio alcanzados por las distintas rotaciones, que favorece a las de mayor presencia de gramíneas entre las campañas 10-11 y 14-15. En efecto, mientras que la rentabilidad del monocultivo de soja no cambia (0,2% de aumento), las rotaciones (40,60] y (60,100] tienen un aumento en su IB de 6,9% y 9,1%, en el periodo, incluso sin realizar un contra factico en que la mayor rentabilidad se traduce en una mejor fertilización y un incremento de los rindes.

Incorporando el costo ambiental

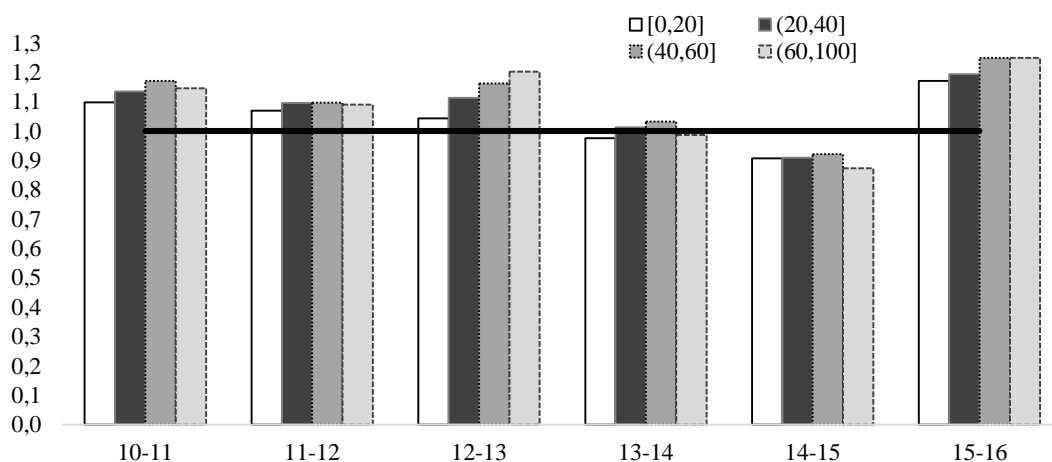
Como se detalló en la metodología, se realizará una aproximación a los costos ambientales de la producción mediante la realización de un balance de nutrientes, valuado según el criterio de costo de reposición. En ese sentido, si bien se trata de un procedimiento que abarca solo un aspecto de la fertilidad de los suelos, tiene la ventaja de que se le puede asignar fácilmente

un valor monetario a los nutrientes extraídos. Por otra parte, también constituye un tema relevante para Argentina, tal como muestran estudios que constatan la existencia de balances negativos y otros indicadores de deterioro en la calidad de los suelos Gustavo Adolfo Cruzate y Casas (2009) Cruzate y Casas (2012) (F García y Sanjuan (2013)). Más aún, una reciente publicación del INTA¹² señala la persistencia de estos fenómenos en la actualidad.

IB incorporando costo ambiental

La reposición de los nutrientes extraídos por la producción de granos tiene un costo asociado al precio de los fertilizantes. En lo que sigue, se analiza como hubiese variado la rentabilidad de las distintas rotaciones suponiendo que se repone el 100% de la extracción realizada, de manera que se alcanza un balance equilibrado.

**Gráfico 19 – IB a precio disponible por rotación, incluyendo costo ambiental
Promedio para todas las regiones**



En primera instancia, se advierte un nivel para el IB significativamente menor al que se obtiene sin considerar el costo de reponer la totalidad de los nutrientes extraídos. En efecto, para la campaña 14-15, tomando un promedio de todas las regiones y bajo los planteos productivos analizados, ninguna rotación tuvo un beneficio positivo incorporando el costo de un balance de nutrientes equilibrado. Previo a eso, ya en la campaña 13-14 la mitad de las rotaciones tienen un IB menor a 1, mientras que las que se mantuvieron rentables lo hicieron solo de forma marginal. Incluso sin llegar a estas campañas “extremas”, el IB

¹² <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=49281>

máximo alcanzado durante las campañas 10-11 y 14-15 es de 1,2 lo que indica que el rinde es apenas 20% superior al que cubre los costos de la rotación sin incluir el pago de impuestos.

Estos resultados son consistentes con la trayectoria observada en el consumo de fertilizantes¹³ que bajo en todos los años entre 2011 y 2015, alcanzando una reducción acumulada de 33% en el periodo. En niveles, el consumo observado en 2015, 2.476 millones de toneladas, fue el más bajo desde 2003. Por otra parte, tras la mejora de rentabilidad de la campaña 15-16, las estadísticas muestran un crecimiento de 45% en el uso de fertilizantes. De esta manera, si bien la decisión de en qué medida se fertilizará el suelo tiene múltiples aristas, la baja, o nula, rentabilidad observada en caso que se incorpore el costo de un balance de nutrientes equilibrado puede ser uno de los factores más determinantes a la hora de explicar la evolución observada entre 2011 y 2015. Reforzando esta idea, como se vio cuando se analizaron los cultivos de manera individual, el trigo y el maíz, que se fertilizan en mayor medida que la soja, tendieron a mostrar un declive relativo en su rentabilidad respecto a la soja. Así, no solo la rentabilidad de las rotaciones en su conjunto es baja incorporando costos ambientales, sino que, al interior de las mismas, los cultivos de peor performance relativa coinciden con ser los que más se fertilizan.

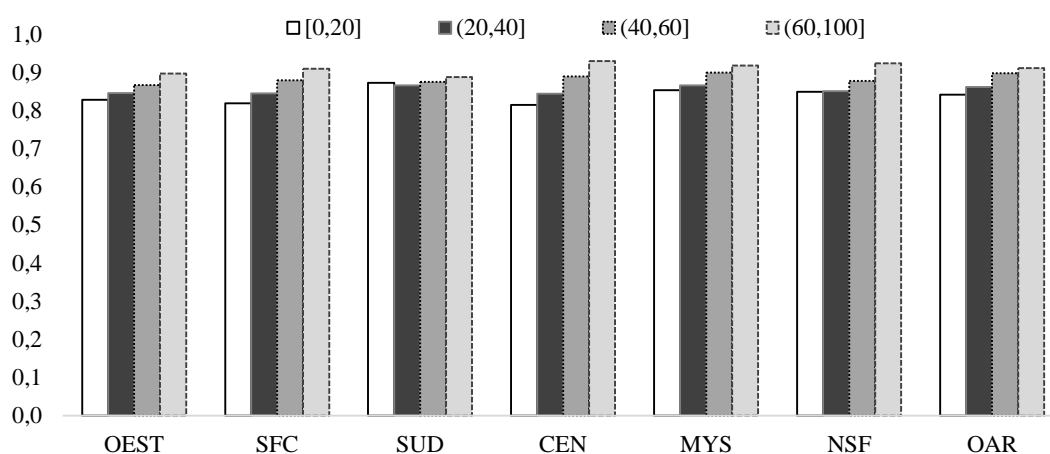
Más allá de los números absolutos, otra dimensión relevante es en qué medida cambian los incentivos que enfrenta el productor si se internaliza el costo de mantener un balance de nutrientes equilibrado. Como puede verse en el gráfico, en todas las regiones se observa el mismo patrón en el cual las rotaciones con mayor presencia de gramíneas obtienen un IB más cercano al IB sin considerar el costo de mantener un balance equilibrado. En gran parte, como vimos anteriormente, ello se debe a que la buena respuesta del maíz y el trigo a la fertilización genera que los planteos técnicos para su producción incorporen más uso de fertilizantes que los de soja. Así, para el trigo y el maíz, la empresa efectivamente asume porción significativa de la reposición de nutrientes dentro de sus costos, mientras que en la soja el valor de los nutrientes extraídos se tiende a pagar en mayor medida con el progresivo deterioro de la calidad del suelo.

De esta manera, la incorporación de esta medida favorece en términos relativos la adopción de rotaciones con mayor presencia de gramíneas. Sin embargo, se debe reiterar que el balance

¹³ Datos de [Fertilizar Asociación Civil](#)

de nutrientes es apenas una aproximación parcial a los costos ambientales de la producción agrícola. En ese sentido, implementar a un monocultivo de maíz dista de ser una práctica recomendable por más que pueda tener un mejor balance de nutrientes que rotaciones con mayor contenido de soja. En efecto, el monocultivo de maíz conlleva una serie de dificultades que exceden el alcance del presente trabajo, como la presencia de malezas, plagas y problemas asociados al manejo de los rastrojos, entre otros.

**Gráfico 20 – IB / IB con costo ambiental
Por rotación y región**

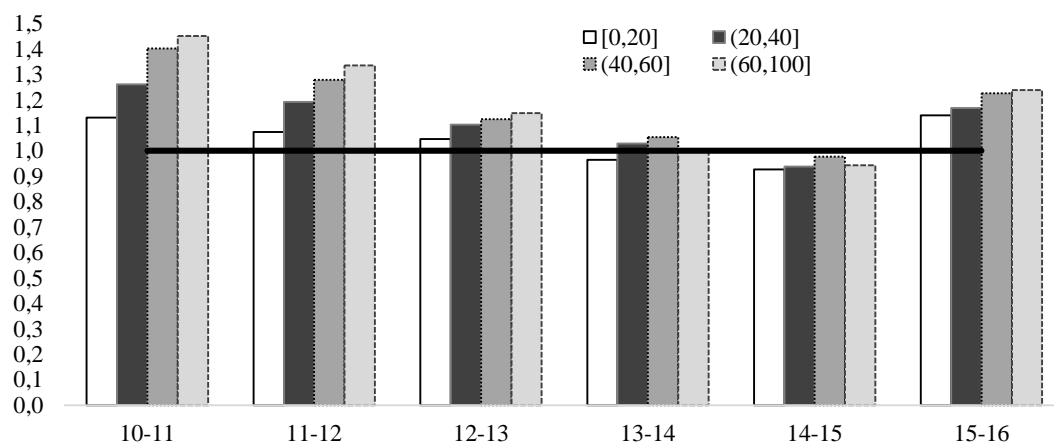


En este marco, si se internalizan los costos de un balance de nutrientes equilibrado, el monocultivo de soja no hubiese sido la opción más rentable para el promedio 2011-2016 en ninguna región, aunque existe una importante volatilidad campaña a campaña. Por otra parte, se aprecia que la mayoría de las regiones muestran un IB cercano o incluso inferior a 1, siendo Mar y Sierras y Santa Fe Centro las que elevan el promedio general. Las regiones de más bajo IB son Norte de Santa Fe, Centro y Oeste Arenoso, que coinciden con ser las que presentan mayores costos de flete. De esta manera, si bien no se dispone de datos para el NOA, estos resultados sugieren que el incentivo a no fertilizar, para generar una baja de costos de corto plazo que evite incurrir en pérdidas, es mayor a medida que se gana distancia a los puertos.

Dados estos resultados, cabe preguntarse en qué medida hubiese mejorado la ecuación de rentabilidad, teniendo en cuenta el costo de un balance equilibrado, si los precios observados hubieran estado más cercanos a sus valores FAS. En ese sentido, aunque los valores del IB

mejoran respecto al escenario en que se toman precios disponibles, de todas formas se observa que, para la campaña 13-14, el IB es solo marginalmente superior a 1 mientras que en la campaña 14-15 ninguna rotación alcanzo un IB superior a 1. Así, los bajos niveles de rentabilidad contemplando los costos de un balance de nutrientes equilibrado no parecen responder únicamente a la existencia de permisos de exportación sino también a otros factores, como la persistente apreciación cambiaria que se verifico en el periodo, la caída en los precios internacionales y el nivel de los derechos de exportación. Vale decir que estos factores macroeconómicos impactan de manera homogénea a todas las regiones, pero ponen más presión sobre las que tienen menor nivel de beneficio. A su vez, en la medida que el menor nivel de rentabilidad esté relacionado a tierras de menor calidad, estos factores macroeconómicos pueden generar mayores incentivos a reducir el uso de fertilizantes en las zonas ecológicamente más frágiles.

**Gráfico 21 – IB a precio FAS por rotación, incluyendo costo ambiental
Promedio para todas las regiones**



En definitiva, incorporando el costo de los fertilizantes necesarios para mantener un balance de nutrientes equilibrado, como una aproximación a las externalidades ambientales que genera la producción, se observan los siguientes resultados

- Se aprecia una baja importante en la rentabilidad promedio de las rotaciones, que llega a ser marginal o incluso negativa en las campañas 13-14 y 14-15, lo que puede incentivar a ahorrar en fertilizantes para sostener el beneficio de corto plazo a expensas de extraer nutrientes del suelo.

- En términos relativos, las rotaciones con más gramíneas mejoran su beneficio al incorporar la medida elegida de costo ambiental a los costos.
- El uso de precio FAS en lugar de precio disponible no remedia, aunque si alivia, los bajos niveles de beneficio de las campañas 13-14 y 14-15. De esta manera, la problemática no tendría origen únicamente en las cuotas de exportación, sino también en otros factores macroeconómicos, como la caída del precio internacional, la apreciación cambiaria o los derechos de exportación vigentes en el periodo.
- Los datos sugieren que la presión sobre la rentabilidad es mayor en las zonas más alejadas del puerto que, además, aproximadamente coinciden con ser ecológicamente más frágiles.

Conclusiones

A lo largo del presente trabajo se midió de qué manera cambia el beneficio puramente económico obtenido por distintas rotaciones de cultivos, en caso que el empresario internalizase el costo ambiental de producir. Con este fin, se construyeron rotaciones representativas de cada zona, agrupadas en función de su contenido de gramíneas. A su vez, se emplearon únicamente datos de lotes que tuvieran registradas cuatro o más campañas, teniendo en cuenta que se buscaba enfocarse en un horizonte de mediano plazo y que una rotación necesariamente requiere de tiempo para implementarse.

Las principales conclusiones derivadas del análisis son las siguientes:

En primer lugar, se observa que la soja, tomada de manera individual, fue en general el cultivo más rentable durante el periodo analizado, aunque la dispersión regional es significativa debido a las diferencias entre los rindes relativos de los distintos cultivos según la zona. Sin embargo, el mayor IB individual no se traduce necesariamente en que el monocultivo de soja sea la opción de mayor beneficio, gracias al rol equilibrador que juega la mejora del rinde relativo del maíz a medida que se repite el cultivo de soja. En este marco, en 4 de 7 regiones analizadas en el monocultivo de soja no fue la opción de mayor beneficio para el promedio del periodo analizado, incluso si el productor no internalizase nada de los costos ambientales asociados a la producción. En las restantes 3 regiones, la brecha de rentabilidad entre el monocultivo de soja y la segunda opción más rentable es solo marginal,

siendo solo 2,3% superior en el caso en que la distancia es más amplia. Así, a mediano plazo y en el contexto de una rotación resulta difícil sostener que el monocultivo de soja sea una opción “tentadora” de acuerdo a los datos analizados. Pese a ello, el hecho de que la soja haya sido el cultivo de más beneficio en un horizonte acotado pudo motivar la “sojización” en campo alquilado, donde los contratos típicamente duran 1 o 2 años. Así mismo, gran parte del crecimiento de la superficie implantada con soja se dio en desmedro de actividades como la lechería y la ganadería, que no se encuentran cubiertos por el presente trabajo.

En segundo lugar, se aprecia que la tendencia entre las campañas 10-11 y 14-15 es a una caída general en la rentabilidad agrícola, que fue menor en las rotaciones con mayor presencia de oleaginosas, lo que las favoreció en términos relativos. La principal explicación radica en el declive del rinde relativo del maíz respecto a la soja, que también se constató a nivel nacional y podría responder a que la menor rentabilidad presionó sobre las posibilidades de fertilizar, teniendo en cuenta la alta respuesta del cultivo a esa práctica. De manera contraria, en la campaña 15-16 se observó una recuperación de la rentabilidad agrícola, que fue mayor en las rotaciones de más presencia de gramíneas, situación que no sorprende teniendo en cuenta los cambios en los derechos de exportación.

En tercer lugar, la metodología empleada sugiere que la política de permisos de exportación aplicada en el periodo favoreció en términos relativos a las rotaciones con mayor contenido de oleaginosas, resultado que no sorprende, teniendo en cuenta que el trigo y el maíz fueron el foco de la intervención. En términos porcentuales, se encuentra que, de no haber existido permisos de exportación, las rotaciones con más de 40% de gramíneas hubiesen experimentado una mejora de promedio 7,9% en su IB durante las campañas 10-11 a 14-15, mientras que las rotaciones que se encuentran por debajo de ese valor hubieran tenido un incremento promedio de 2%. Así mismo, en este caso, en ninguna región la rotación [0,20] hubiese sido la más rentable, incluso previo a considerar los costos ambientales.

En cuarto lugar, incorporando a los costos el valor de los fertilizantes necesarios para mantener un balance de nutrientes equilibrado, el primer cambio relevante es que el nivel del IB disminuye sensiblemente y, en la mayoría de las zonas, la rentabilidad se vuelve marginal ya en la campaña 13-14. En términos relativos, las rotaciones con mayor presencia de gramíneas salen favorecidas al incorporar esta métrica, teniendo en cuenta que su costo de

lograr un balance equilibrado es menor que el de las rotaciones de mayor presencia de oleaginosas. Tanto los bajos niveles de rentabilidad observados, una vez considerado este costo, como su tendencia a decrecer campaña a campaña pueden ser un factor que explique la baja en las dosis de fertilización que se aprecia en el periodo. Adicionalmente, la tendencia a la mejora relativa de la rentabilidad de la soja, que se fertiliza menos que el trigo y el maíz, también genera una menor aplicación de fertilizantes, en la medida que la mayor rentabilidad de la oleaginosa desplace de las rotaciones a las gramíneas. De manera contraria, en la campaña 15-16 se observa una recuperación en el IB, que va acompañada con mayores dosis de fertilización a nivel país.

A nivel zonal, los resultados muestran que el IB considerando costos ambientales es peor cuanto más grande sea la distancia del puerto, lo que probablemente implique que la presión por reducir costos a expensas de extraer más cantidad de nutrientes es mayor en zonas ecológicamente más frágiles, como el NOA o el NEA. Finalmente, valorar la producción a precio FAS, para simular un escenario de ausencia de permisos de exportación, no resuelve los problemas de rentabilidad, considerando costos ambientales, de las campañas 13-14 y 14-15. Así, más allá del efecto de los permisos de exportación, otros factores macroeconómicos, como el atraso del tipo de cambio real, los niveles de derechos de exportación o la caída en el precio de las commodities, incidieron fueron determinantes en las tendencias observadas. Esta situación parece sugerir que la configuración de los precios relativos a fines de 2015 no solo era poco sustentable desde el punto macroeconómico, sino también en términos de la presión que generaba sobre el ambiente.

Así, a partir de 408.641 observaciones de lotes compiladas por el Proyecto Rotaciones, esta tesis valuó el beneficio obtenido por cuatro rotaciones en siete regiones, en una primera instancia desde un punto de vista puramente económico y luego incorporando una medida de costo ambiental para observar los cambios que se producen. Sin embargo, la metodología empleada no contempló una serie de problemas adicionales asociados a no rotar que a la vez pueden aumentar substancialmente los costos, como la presencia de malezas o plagas, entre otros. Por otra parte, el análisis de la política agropecuaria del periodo se acotó a los permisos de exportación, sin ampliar sobre el efecto de los derechos de exportación más allá de señalar que fueron parte de la combinación de factores macroeconómicos que generaron una baja

rentabilidad agropecuaria en las campañas 13-14 y 14-15, lo que a su vez afectó las posibilidades de fertilización. En ese sentido, ampliar sobre ambas cuestiones podría ser el objeto de futuras investigaciones, que también podrían verse beneficiadas en caso de que pueda disponerse de datos productivos para el NOA y NEA, a fin de ampliar la cobertura geográfica a zonas más alejadas del puerto.

Bibliografía Reseñada

- Andrade, F., Taboada, M., Lema, D., Maceira, N., Echeverría, H., Posse, G., . . . Bogliani, M. (2017). Los desafíos de la agricultura argentina.
- Ariel Angeli , F. B., Yuri Soares , Sandro Díez-Amigo, Gustavo Martini, Jaquelina Chaij, Martín Montané, Federico Schmidt, Matías Campos, Alejandro Pardo (2018). *Contribución de la Rotación de Cultivos a la Agricultura Sostenible y la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en Argentina*. AACREA - BID - FOMIN.
- Bisang, R., Anlló, G. y Campi, M. (2013). *Claves para repensar el agro argentino*: Eudeba.
- Bisang, R., Salvatierra, G. y Anlló, G. (2010). Cambios estructurales en las actividades agropecuarias: de lo primario a las cadenas globales de valor.
- Cruzate, G. A. y Casas, R. (2009). Extracción de nutrientes en la agricultura argentina. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur (IPNI)*, 44, 21-26.
- Cruzate, G. A. y Casas, R. (2012). Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 6, 7-14.
- Daza, C. G. (2017). Evolución del balance de nutrientes en los territorios del sudeste de Córdoba: INTA - Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez
- De Janvry, A., Dustan, A. y Sadoulet, E. (2010). Recent advances in impact analysis methods for ex-post impact assessments of agricultural technology: options for the CGIAR. *Unpublished working paper, University of California-Berkeley*.
- Flores, C. C. y Sarandón, S. J. (2002). ¿ Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? *Revista de la Facultad de Agronomía*, 105.
- Fontanetto, H. y Keller, O. (2006). Consideraciones sobre el manejo de la fertilización de la soja. *INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de verano. Campaña*, 45-79.
- G. N. Ferraris, M. T., R. Falconi y F. Moriones. (2016). Estrategias de fertilización. Efectos sobre rendimientos, el balance de nutrientes y la fertilidad de los suelos en el largo plazo. *Revista Fertilizar, Número 34*.
- García, F., Fontanetto, H. y Vivas, H. (2001). La fertilización del doble cultivo trigo-soja. *INTA EEA Rafaela. Información Técnica de Trigo. Publicación Miscelánea(94)*.
- García, F. y Sanjuan, M. (2013). La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes:¿ Como estamos. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 9, 2-7.

- González, J. A., Francisco, E. G. y Foster, W. B. (2002). Selection of portfolios of economically optimal crop rotations for the Andean Foothills of the VIIIth Region, Chile.
- González, U., Undurraga, P., Hirzel, J. y Martínez, G. (2013). Economic evaluation of a crop rotation portfolio for irrigated farms in central Chile. *Chilean journal of agricultural research*, 73(3), 243-249.
- Hanley, N. y Oglethorpe, D. (1999). Emerging policies on externalities from agriculture: An analysis for the European Union. *American Journal of Agricultural Economics*, 81(5), 1222-1227.
- Helbling, T. (2010). What Are Externalities? What happens when prices do not fully capture costs. *Finance & Development*.
- Kremen, C. y Miles, A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4).
- Lewis, D. J., Barham, B. L. y Zimmerer, K. S. (2008). Spatial externalities in agriculture: Empirical analysis, statistical identification, and policy implications. *World Development*, 36(10), 1813-1829.
- López Lecube, N. (2013). Análisis de la intervención estatal en la comercialización de trigo en la República Argentina: desde el año 2005 hasta el año 2010.
- Malthus, T. R. (1872). *An Essay on the Principle of Population Or a View of Its Past and Present Effects on Human Happiness, an Inquiry Into Our Prospects Respecting the Future Removal Or Mitigation of the Evils which it Occasions* by Rev. TR Malthus: Reeves and Turner.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D. y Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *The American economic review*, 753-771.
- Pomeranz, K. (2009). *The great divergence: China, Europe, and the making of the modern world economy* (Vol. 28): Princeton University Press.
- Ricardo, D. (1891). *Principles of political economy and taxation*: G. Bell.
- Scott, J. C. (2017). *Against the grain: a deep history of the earliest states*: Yale University Press.

- Seo, S. N. y Mendelsohn, R. (2008a). Measuring impacts and adaptations to climate change: a structural Ricardian model of African livestock management 1. *Agricultural economics*, 38(2), 151-165.
- Seo, S. N. y Mendelsohn, R. (2008b). *A structural Ricardian analysis of climate change impacts and adaptations in African agriculture*: The World Bank.
- Tosi, J. C. (2016). Impacto del cambio de las políticas económicas en el precio de los granos. (Á. E.-E. E. A. Balcarce, Trans.): INTA.
- Zuliani, S., Costanzo, M., Trevisan, A. y Mancini, C. R. (2010). Estudio agro-económico de las empresas ubicadas en áreas edáficas homogéneas del distrito Carcarañá, Sur de Santa Fe, Argentina. Campañas 2006/07-2008-09. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR*(16), 025-034.

Anexo

Composición de las rotaciones desarrolladas

		Maíz	Soja de primera	Soja de segunda	Trigo	Girasol
Oeste	[0,20]	8,9%	76,0%	1,1%	1,1%	12,9%
	(20,40]	25,8%	58,3%	4,2%	4,2%	7,5%
	(40,60]	44,8%	41,3%	5,2%	5,2%	3,5%
	(60,100]	66,5%	25,8%	3,5%	3,5%	0,7%
Santa Fe Centro	[0,20]	7,4%	87,4%	2,6%	2,6%	-
	(20,40]	18,7%	58,7%	11,3%	11,3%	-
	(40,60]	28,9%	28,9%	21,1%	21,1%	-
	(60,100]	42,4%	2,4%	27,6%	27,6%	-
Sudoeste	[0,20]	7,1%	45,2%	2,9%	2,9%	41,9%
	(20,40]	17,2%	45,9%	12,8%	12,8%	11,4%
	(40,60]	27,7%	17,5%	17,5%	32,5%	4,9%
	(60,100]	43,4%	2,8%	26,6%	26,6%	0,6%
Centro	[0,20]	5,0%	85,0%	5,0%	5,0%	-
	(20,40]	25,0%	65,0%	5,0%	5,0%	-
	(40,60]	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%	-
	(60,100]	50,0%	10,0%	20,0%	20,0%	-
Mar y Sierras	[0,20]	3,2%	57,0%	6,8%	6,8%	26,1%
	(20,40]	11,3%	39,1%	18,2%	18,2%	12,2%
	(40,60]	16,9%	13,5%	29,1%	33,1%	3,3%
	(60,100]	23,8%	-	23,9%	46,2%	-
Norte de Santa Fe	[0,20]	9,1%	60,3%	0,9%	0,9%	28,8%
	(20,40]	27,4%	67,4%	2,6%	2,6%	-
	(40,60]	36,3%	36,3%	13,7%	13,7%	-
	(60,100]	64,6%	24,6%	5,4%	5,4%	-
Oeste Arenoso	[0,20]	9,9%	65,2%	0,2%	-	24,7%
	(20,40]	29,9%	56,8%	0,2%	-	13,1%
	(40,60]	49,8%	43,9%	0,4%	-	5,9%
	(60,100]	70,0%	24,4%	-	-	5,6%

Planteo técnico utilizado por rotación – Región Centro

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	Kgs	110	-	-	110
Fosfato monoamónico	Kgs	-	-	-	-
Sol Mix	Kgs	-	-	-	-
Urea perlada	Kgs	211	259	284	226
Superfosfato Triple	Kgs	95	230	261	126
UAN	Kgs	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	Kgs	7	38	50	102
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilización	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terrestre	0,15	12	12	12	12
Fertilización	0,25	2	2	2	2
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquímicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	3	3	3	3
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	27	27	27	27
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	Kgs	3	3	3	3
Cipermetrina 25%	Lts	1	1	1	1
Clorpirifos 48%	Lts	2	2	2	2
Karate Zeon (M)	Lts	0	0	0	0
Endosulfan x 20 l	Lts	-	-	-	-
Nativo	Lts	1	1	1	1
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	-	-	-	-
Opera	Lts	-	-	-	-
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agrícola Syngenta	Lts	1	1	1	1
Humectante Comun	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	Kgs	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	Kgs	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	Kgs	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$/kg)	Kgs	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	Kgs	3	3	3	3
Soja RR x 40 kg	Kgs	5	5	5	5

Planteo técnico utilizado por rotación – Región Sudeste

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	Kgs	-	-	-	-
Fosfato monoamónico	Kgs	100	-	-	-
Sol Mix	Kgs	-	-	-	-
Urea perlada	Kgs	335	273	246	260
Superfosfato Triple	Kgs	166	236	224	223
UAN	Kgs	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	Kgs	23	43	48	24
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilizacion	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terrestre	0,15	11	11	11	11
Fertilización	0,25	3	3	3	3
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquimicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	3	3	3	3
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	27	27	27	27
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	Kgs	3	3	3	3
Cipermetrina 25%	Lts	1	1	1	1
Clorpirifos 48%	Lts	-	-	-	-
Karate Zeon (M)	Lts	0	0	0	0
Endosulfan x 20 l	Lts	2	2	2	2
Nativo	Lts	1	1	1	1
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	-	-	-	-
Opera	Lts	-	-	-	-
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agricola Syngenta	Lts	1	1	1	1
Humectante Comun	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	Kgs	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	Kgs	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	Kgs	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$/kg)	Kgs	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	Kgs	5	5	5	5
Soja RR. x 40 kg	Kgs	5	5	5	5

Planteo técnico utilizado por rotación – Región Santa Fe Centro

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	Kgs	-	-	-	-
Fosfato monoamónico	Kgs	-	-	-	-
Sol Míx	Kgs	-	-	-	-
Urea perlada	Kgs	179	170	208	219
Superfosfato Triple	Kgs	97	117	114	127
UAN	Kgs	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	Kgs	92	87	71	72
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilizacion	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terrestre	0,15	12	12	12	12
Fertilización	0,25	2	2	2	2
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquimicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	2	2	2	2
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	27	27	27	27
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	Kgs	3	3	3	3
Cipermetrina 25%	Lts	2	2	2	2
Clorpirifos 48%	Lts	-	-	-	-
Karate Zeon (M)	Lts	-	-	-	-
Endosulfan x 20 l	Lts	4	4	4	4
Nativo	Lts	-	-	-	-
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	1	1	1	1
Opera	Lts	-	-	-	-
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agricola Syngenta	Lts	2	2	2	2
Humectante Comun	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	Kgs	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	Kgs	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	Kgs	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$/kg)	Kgs	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	Kgs	3	3	3	3
Soja RR x 40 kg	Kgs	5	5	5	5

Planteo técnico utilizado por rotación – Región Oeste

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	Kgs	-	-	-	-
Fosfato monoamónico	Kgs	-	-	-	-
Sol Mix	Kgs	-	-	-	-
Urea perlada	Kgs	319	280	301	353
Superfosfato Triple	Kgs	207	225	223	288
UAN	Kgs	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	Kgs	19	19	17	6
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilización	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terreste	0,15	12	12	12	12
Fertilización	0,25	2	2	2	2
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquímicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	2	2	2	2
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	27	27	27	27
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	Kgs	3	3	3	3
Cipermetrina 25%	Lts	2	2	2	2
Clorpirifos 48%	Lts	-	-	-	-
Karate Zeon (M)	Lts	0	0	0	0
Endosulfan x 20 l	Lts	2	2	2	2
Nativo	Lts	1	1	1	1
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	-	-	-	-
Opera	Lts	-	-	-	-
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agrícola Syngenta	Lts	1	1	1	1
Humectante Común	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	Kgs	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	Kgs	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	Kgs	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$/kg)	Kgs	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	Kgs	3	3	3	3
Soja RR x 40 kg	Kgs	5	5	5	5

Planteo técnico utilizado por rotación – Región Oeste Arenoso

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	K _{gs}	70	70	70	70
Fosfato monoamónico	K _{gs}	-	-	-	-
Sol Mix	K _{gs}	-	-	-	-
Urea perlada	K _{gs}	322	346	367	322
Superfosfato Triple	K _{gs}	168	182	198	140
UAN	K _{gs}	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	K _{gs}	17	18	13	-
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilización	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terreste	0,15	12	12	12	12
Fertilización	0,25	2	2	2	2
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquímicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	2	2	2	2
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	27	27	27	27
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	K _{gs}	3	3	3	3
Cipermetrina 25%	Lts	2	2	2	2
Clorpirifos 48%	Lts	-	-	-	-
Karate Zeon (M)	Lts	0	0	0	0
Endosulfan x 20 l	Lts	2	2	2	2
Nativo	Lts	1	1	1	1
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	-	-	-	-
Opera	Lts	-	-	-	-
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agrícola Syngenta	Lts	1	1	1	1
Humectante Comun	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	K _{gs}	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	K _{gs}	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	K _{gs}	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$s/kg)	K _{gs}	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	K _{gs}	3	3	3	3
Soja RR x 40 kg	K _{gs}	5	5	5	5

Planteo técnico utilizado por rotación – Norte de Santa Fe

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	K _g s	40	40	40	140
Fosfato monoamónico	K _g s	-	-	-	-
Sol Mix	K _g s	-	-	-	-
Urea perlada	K _g s	180	180	180	180
Superfosfato Triple	K _g s	89	68	113	-
UAN	K _g s	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	K _g s	-	-	-	-
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilización	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terrestre	0,15	12	12	12	12
Fertilización	0,25	3	3	3	3
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquímicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	2	2	2	2
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	28	28	28	28
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	K _g s	2	2	2	2
Cipermetrina 25%	Lts	2	2	2	2
Clorpirifos 48%	Lts	1	1	1	1
Karate Zeon (M)	Lts	-	-	-	-
Endosulfan x 20 l	Lts	4	4	4	4
Nativo	Lts	-	-	-	-
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	1	1	1	1
Opera	Lts	1	1	1	1
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agrícola Syngenta	Lts	1	1	1	1
Humectante Común	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	K _g s	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	K _g s	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	K _g s	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$/kg)	K _g s	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	K _g s	3	3	3	3
Soja RR x 40 kg	K _g s	5	5	5	5

Planteo técnico utilizado por rotación – Mar y Sierras

		[0,20]	(20,40]	(40,60]	(60,100]
Fertilización					
	Unidad				
Fosfato diamónico	Kgs	-	-	-	-
Fosfato monoamónico	Kgs	-	-	-	-
Sol Mix	Kgs	-	-	-	-
Urea perlada	Kgs	314	340	408	442
Superfosfato Triple	Kgs	92	129	219	253
UAN	Kgs	-	-	-	-
Sulfato de Calcio	Kgs	-	30	51	-
Labores					
	UTAS				
Siembra Directa	1	-	-	-	-
Siembra Directa con Fertilización	1,1	5	5	5	5
Pulverización Terrestre	0,15	12	12	12	12
Fertilización	0,25	3	3	3	3
Pulverización Aerea (Nafta)	0,3	2	2	2	2
Agroquímicos					
	Unidad				
2,4 D 100% 2 x 10 l	Lts	2	2	2	2
2,4 D 50% sal amina	Lts	-	-	-	-
Roundup Full	Lts	27	27	27	27
Twin Pack Gold	Lts	2	2	2	2
Dual Gold	Lts	1	1	1	1
Authority	Lts	-	-	-	-
Misil (M)	Lts	0	0	0	0
Atrazina 90 DG. (M)	Kgs	3	3	3	3
Cipermetrina 25%	Lts	1	1	1	1
Clorpirifos 48%	Lts	-	-	-	-
Karate Zeon (M)	Lts	0	0	0	0
Endosulfan x 20 l	Lts	2	2	2	2
Nativo	Lts	1	1	1	1
Amistar Xtra	Lts	-	-	-	-
Folicur	Lts	-	-	-	-
Opera	Lts	-	-	-	-
Dividend	Lts	0	0	0	0
Aceite agrícola Syngenta	Lts	1	1	1	1
Humectante Comun	Lts	1	1	1	1
Nitragin Combi Full Action	Lts	1	1	1	1
Acetoclor común	Lts	-	-	-	-
Glifosato común	Lts	-	-	-	-
Equip	Kgs	-	-	-	-
Metsulfuron Metil 60 %	Kgs	-	-	-	-
Dicamba	Lts	-	-	-	-
Hussar p/20 has	Lts	-	-	-	-
Peak Pack	Kgs	-	-	-	-
Axial	Lts	-	-	-	-
Clorimuron (u\$/kg)	Kgs	-	-	-	-
Imazetapir 10 %	Lts	-	-	-	-
Semillas					
	Unidad				
Semilla Maiz Alta tecnologia	MILES DE SEM	1	1	1	1
Girasol hib. (M)	MILES DE SEM	0	0	0	0
Trigo fiscalizado	Kgs	3	3	3	3
Soja RR x 40 kg	Kgs	5	5	5	5