

**RESULTADOS ECONOMICOS DE ROTACIONES AGRICOLAS CON CULTIVOS DE  
SERVICIO BAJO PASTOREO**

Trabajo Final de Grado  
del alumno



**Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires  
Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales**

Pergamino, 23 de noviembre de 2021

**RESULTADOS ECONOMICOS DE ROTACIONES AGRICOLAS CON CULTIVOS DE  
SERVICIO BAJO PASTOREO**

Trabajo Final de Grado  
del alumno

**JUAN PABLO VITALE**

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Co-Director**

(Nombre y Apellido)  
**Director**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino,.....

## **Contenido**

Resumen .....	5
Palabras clave .....	6
Introducción .....	6
La inclusión de cultivos de cobertura en las rotaciones.....	6
Instrumentos para fomentar el uso de los cultivos de cobertura. ....	12
Participación de cultivos de cobertura en uso del suelo en la región pampeana .....	12
Objetivo.....	14
Hipótesis .....	14
Materiales y métodos.....	14
Resultados.....	19
Discusión y conclusiones.....	30
Observaciones.....	33
Bibliografía.....	34
Anexo.....	39

## **Figuras**

Figura 1 Flujo anual de beneficios sociales y privados asociados a la inclusión de CC (USDA). ....	11
Figura 2. Porcentaje que aporta cada región al área total nacional de CC en la campaña 2019/2020.....	13
Figura 3. Diagrama del ensayo, secuencia con cultivos de cobertura, INTA EEA Pergamino. ....	15
Figura 4. Escala temporal del ensayo con sus respectivas fechas y duraciones.....	18
Figura 5. SPI a 6 meses durante el período del ensayo .....	19

Figura 6. Biomasa producida por los cultivos de cobertura (CC) en el tratamiento agrícola y valores del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) para las tres campañas evaluadas. ....	20
Figura 7. Rendimientos por cultivo en los distintos tratamientos. ....	23
Figura 8. Ingresos, costos y márgenes promedio para ambos manejos.....	26
Figura 9. Porcentaje de costos del cultivo estival y del cultivo de cobertura en función de los costos totales para el tratamiento agrícola.....	27
Figura 10. Suma de costos de cultivos de cobertura y actividad ganadera (SC CC+Ganadería) y margen bruto de la producción de carne correspondiente a cada campaña. ....	27
Figura 11. Margen bruto según manejo y cultivo. ....	28
Figura 12. Tasa de retorno según cultivo y manejo. ....	28
Figura 13. Tasa de retorno por sistema de manejo. ....	29

## **Tablas**

Tabla 1. Temperatura media y precipitaciones por mes para el partido de pergamino, promedio últimos 25 años (1996-2021). ....	14
Tabla 2. Duración del pastoreo, carga animal, ganancia diaria y producción de carne para cada año. ....	21
Tabla 3. Valores de rendimiento, biomasa remanente al momento del secado y producción de carne obtenidos en cada campaña y el promedio general expresados en Kg/ha. ....	21
<i>Tabla 4. Rendimiento promedio para cada campaña y tratamiento expresados en kg.ha<sup>-1</sup>.</i> ....	22
Tabla 5. Margen bruto por campaña para el tratamiento mixto. ....	24
Tabla 6. Margen bruto por campaña para el manejo sin pastoreo.....	25
Tabla 7. Tasa de Retorno Marginal para cada campaña y el promedio general.....	29
Tabla 8. Lista de precios para el tratamiento agrícola. ....	40
Tabla 9. Lista de precios para el tratamiento mixto. ....	41
Tabla 10. ANOVA del rendimiento por campaña, tratamiento e interacción entre ambos. Las repeticiones representan el efecto de los bloques. ....	42

## **Ilustraciones**

Ilustración 1. Biomasa remanente previa al secado del CC para ambos tratamientos.

Fecha: 16/09/2019.....39

Ilustración 2 Cobertura de rastrojo en el cultivo de maíz. Fecha: 17/01/2020 .....39

## **Resumen**

Los cultivos de cobertura (CC) fueron ganando protagonismo en los últimos años, siendo una alternativa interesante al barbecho químico tradicional. La implementación de los mismos por parte de los productores no está ampliamente difundida, principalmente porque no se obtienen beneficios económicos en el corto plazo. Incorporar el pastoreo de los CC se propone como una medida para mejorar los resultados económicos de corto plazo.

En este trabajo se analizó el resultado económico de dos manejos alternativos del CC, incorporando el pastoreo bovino y en ausencia de este. Dicho análisis se llevó a cabo sobre un ensayo realizado en la estación experimental del INTA Pergamino, donde se incorporó una consociación de CC (rye grass, vicia, nabo forrajero y trébol persa) a una sucesión de cultivos estivales (soja-maíz) en un periodo de tres campañas (18/19-19/20-20/21).

Las variables económicas que se consideraron fueron: el margen bruto, la tasa de retorno y la tasa de retorno marginal. Se procedió al análisis estadístico de la variable rendimiento con el objetivo de establecer diferencias significativas entre los dos manejos y posteriormente cuantificar la diferencia entre los mismos.

Los resultados económicos obtenidos han sido contundentes, la incorporación de la ganadería y por ende el pastoreo de los CC mejora los márgenes de forma tal que duplican y hasta triplican los márgenes obtenidos en el sistema netamente agrícola. Los costos de los CC son enteramente cubiertos por los ingresos originados de la actividad ganadera, y a su vez, originan un ingreso extra que toma gran relevancia en campañas donde el clima es desfavorable para los cultivos de cosecha.

## **Palabras clave**

Cultivo de cobertura, Resultado económico, Ganadería, Sustentabilidad, Sistema mixto.

## **Introducción**

Durante las últimas décadas se ha modificado el uso de los suelos en la Región Pampeana, que pasó de sistemas mixtos de producción con pasturas perennes y cultivos anuales a secuencias continuas de cereales y oleaginosas anuales. En la zona predominan los cultivos de bajo volumen de rastrojo, dominados por el cultivo de soja (MAGyP, 2021). La disminución de las pasturas perennes y el dominio de la soja en las rotaciones han provocado que la reposición del carbono del suelo disminuyera. El aumento de los rendimientos en las últimas décadas puede explicarse, en parte, por la continua incorporación de tecnología. Los niveles de fertilización, si bien han aumentado, en muchos casos no alcanzan a reponer los creciente niveles de nutrientes extraídos por los cultivos, generando una caída en los niveles de nutrientes del suelo (Sainz Rozas et al., 2019).

Los sistemas productivos actuales basados en la siembra directa, menor uso de maquinaria, incorporación de materiales transgénicos y fertilización van acompañados de una intensificación de los insumos y servicios. Estos sistemas no solo repercutieron en los balances de carbono y nutrientes, también condujeron a impactos medioambientales negativos debidos principalmente al creciente uso de fitosanitarios (Rótolo et al., 2015). Si bien la expansión de la soja ha representado un éxito productivo y económico para el sector agropecuario, también ha suscitado una creciente preocupación por sus impactos sociales y ambientales (Bitar et al., 2020; Ferraro & Gagliostro, 2017; Rótolo et al., 2015). Las secuencias de cultivos incorporando cultivos de invierno o cultivos de cobertura (CC) se proponen como alternativas de intensificación sustentable para esta región (Caviglia et al., 2004; Caviglia y Andrade 2010; Monzón et al., 2014).

## ***La inclusión de cultivos de cobertura en las rotaciones***

La inclusión de los CC en las rotaciones surge como una alternativa para mejorar la performance ambiental de los sistemas agrícolas. Esta práctica es antigua, pero su objetivo principal ha ido cambiando. Consiste en sembrar un cultivo entre dos cultivos de cosecha, cuya finalidad no es cosecharlo. Mediante la aplicación de un herbicida o de forma mecánica

se interrumpe su crecimiento en un momento del ciclo, quedando sus residuos en la superficie del suelo protegiéndolo y liberando nutrientes. La interrupción del crecimiento de los CC se realiza de manera tal que se permita la recuperación de la humedad del suelo para no afectar la productividad del cultivo de cosecha posterior (Varela & Pagliettini, 2014).

La elección de las especies a utilizar como CC puede estar relacionada con: el aporte de residuos y la tasa de descomposición de los mismos, la recarga de humedad del perfil, la rotación en la que se incluye el CC, la sincronización entre la mineralización de N acumulado en la biomasa de los CC y los requerimientos nutricionales del siguiente cultivo en la rotación (Quiroga et al., 2007). Como antecesor de la soja se recomiendan gramíneas invernales como: cebada, triticale, centeno, avena o raigrás anual, por su alta acumulación de biomasa aprovechando su crecimiento entre cultivos consecutivos de verano (Fernández et al., 2008). Como antecesor del maíz se utilizan leguminosas, vicias y tréboles, el objetivo de estas especies, además de generar cobertura, es el aporte de nitrógeno atmosférico a través de la fijación biológica, reduciendo por lo tanto el requerimiento de fertilizante nitrogenado e incrementando el rendimiento potencial del cultivo de cosecha (Quiroga et al., 2007). Además, se pueden utilizar mezclas prolíficas que consisten en la consociación de dos o más especies de CC. En general, se utiliza una especie gramínea y una leguminosa, con el objetivo de lograr un balance tanto en el aporte de materia seca como en el nitrógeno fijado (Gareis & Sanchez, 2017). La incorporación de una crucífera a la mezcla produce una mejora en la estabilidad y porosidad del suelo, cumpliendo un rol clave como subsolador biológico, de gran importancia en suelos compactados (Chen & Weil, 2011). La mezcla de especies de CC permitiría complementar nichos mejorando el funcionamiento del suelo y la productividad del sistema de manera integral (Restovich et al., 2018).

El uso de CC presenta numerosos efectos positivos que se han documentado en la literatura, incluyendo mantener o atenuar la pérdida de carbono de los suelos mejorando la estabilidad estructural del mismo (Restovich et al., 2011), prevenir la erosión, aumentar la infiltración, reducir las pérdidas de nutrientes por escorrentía o lixiviación (Portela et al., 2016) y contribuir al control de malezas (Kaspar & Singer, 2011). Además, tendrían un efecto positivo sobre la eficiencia en el uso del agua (EUA) de los sistemas de producción, sobre todo en regiones donde las precipitaciones son abundantes durante el barbecho

invernal (Lemaire *et al.*, 2004) y en su mayoría no son utilizadas por los cultivos de verano. La presencia de cobertura vegetal durante este periodo permite el aprovechamiento del agua precipitada, destinándola a la producción de biomasa, mientras que en un barbecho químico dicho aprovechamiento no existe y el agua se perderá por evaporación y lixiviación (Fernández *et al.*, 2008).

El problema de las malezas resistentes, gran desafío de los productores en la actualidad, le dio a los CC una mayor relevancia. Distintos motivos han contribuido al aumento de malezas resistentes, entre los cuales podemos enumerar: la aparición de cultivos transgénicos con eventos de resistencia a un único principio activo (ej.: soja RR), el precio de los herbicidas, falta de rotación de los métodos de acción de los herbicidas, la subdosificación y la ausencia de prácticas culturales complementarias al control químico. El desafío para resolver este problema es aplicar enfoques alternativos que reduzcan la presencia de malezas y el uso de productos químicos. Por lo tanto, promover la intensificación sostenible mediante el aumento de CC, cultivos de invierno de cosecha, cultivos de cereales y pastos en las rotaciones son herramientas útiles para manejar las malezas (Satorre *et al.*, 2020). La implementación de los CC permite reducir el uso de herbicidas en gran medida. Esto se puede lograr si el CC se siembra en tiempo y forma, antes de la emergencia de malezas invernales y con precipitaciones capaces de lograr una buena producción de biomasa (Buratovich & Acciaresi, 2017).

En los últimos años, el debate en torno a los límites de las aplicaciones en zonas periurbanas ha ido tomando gran relevancia, en algunos casos, como en la ciudad de Pergamino, se ha llegado al extremo de una intervención por parte de la justicia federal donde se estableció un límite de 1095 metros de exclusión para el casco de la ciudad. Los productores que quedaron dentro de dicha zona se enfrentan a un gran desafío para poder continuar con su actividad. Los CC tienen un nicho más que interesante en estos sistemas, ya que no pueden recurrir al tradicional control químico de malezas. Estos cultivos se posicionan como una solución en aquellos establecimientos donde se prioriza continuar con las prácticas conservacionistas como la siembra directa, utilizando a los CC como control cultural de malezas en el periodo de barbecho.

A pesar de que se han registrado numerosos beneficios de incluir CC en la rotación, los resultados han sido variables entre sitios, dada la cantidad de factores involucrados (clima,

suelo, manejo) y la fuerte interacción con el cultivo posterior (Galantini, 2008). La utilización de estos estuvo cuestionada fuertemente ya que se creía que limitaba el rendimiento del cultivo posterior debido al consumo del agua útil del suelo. En los últimos años se llevaron a cabo distintas investigaciones que permitieron comprobar que la siembra de CC de 3 a 5 meses de duración durante los períodos de barbecho tuvo poco impacto en el contenido de agua del suelo en la fecha de siembra del siguiente cultivo comercial (Pinto *et al.*, 2017). Por ende, con un buen manejo y empleados en zonas productivas húmedas no conllevarían una merma considerable del rendimiento en el cultivo posterior. Sin embargo, otros estudios han registrado, dependiendo de condiciones locales edafoclimáticas, reducciones en el rendimiento de los cultivos principales de la rotación luego del uso de CC (Abdalla *et al.*, 2019).

En los últimos años han ido aumentando las evaluaciones económicas de esta práctica, aunque muy pocos de estos trabajos han registrado los efectos económicos a mediano y largo plazo de la misma. En los análisis de corto plazo se comparan los cambios en los gastos directos y en los ingresos asociados a la inclusión de CC en las secuencias de cultivos considerando una o pocas campañas (Domínguez *et al.*, 2014, Cano *et al.*, 2020). Estos análisis son evaluaciones económicas parciales de los CC, que brindan información a los productores sobre los cambios en flujos de fondos esperados para las primeras campañas luego de inclusión de estos, y permiten identificar incentivos necesarios para la adopción de estas prácticas. Por ejemplo, en el análisis de Cano *et al.* (2020), el cual se llevó a cabo durante cuatro campañas, presentó, en los primeros tres años, rendimientos menores para las rotaciones que incluyeron CC, mientras que en la última campaña se obtuvieron rendimientos superiores en las rotaciones con CC. Estos resultados podrían indicar una tendencia a disminuir la brecha de rendimientos entre ambos manejos a través del tiempo, aunque dicho crecimiento no alcanza a compensar los costos que se derivan de la implantación de los CC, al menos, en el corto plazo. Evaluaciones en distintas localidades han demostrado que la incorporación de los CC puede incrementar o disminuir los rendimientos en los cultivos de cosecha, estos resultados se atribuyen, entre otras causas, a que la utilización de los CC está relacionada con la situación hídrica de cada año y su relación con el momento de secado (Capurro *et al.*, 2013).

Para una evaluación completa beneficio-costo privado de la inclusión de CC en las rotaciones es necesario completar el análisis de corto plazo con proyecciones de los flujos de fondos en el mediano y largo plazo. En este caso considerando la inclusión de CC como una inversión en el sistema productivo.

Finalmente, desde un enfoque económico-social los beneficios que generan los CC se consideran externalidades positivas. Las externalidades positivas son beneficios que surgen desde la producción y recaen sobre una persona distinta al productor (Parkin & Loría Díaz, 2010). Los beneficios sociales se pueden considerar con un efecto directo de la externalidad, un ejemplo de estos podría ser la menor utilización de herbicidas para el control de malezas o el menor uso de fertilizantes sintéticos. Estos efectos positivos pueden incluirse en un análisis beneficio-costos social o multicriterio para una evaluación holística de esta práctica (Figura 1). En la figura 1 se observan valores negativos en los primeros años desde la inclusión de los CC, esto se debe al aumento en los costos operativos inmediatos. En cuanto a los beneficios, algunos de ellos requieren de un periodo prolongado de tiempo para su obtención, como por ejemplo el aumento de la MO del suelo.

La Figura 1 presenta el esquema teórico sobre el flujo anual de beneficios sociales y privados, y la externalidad positiva que se obtiene con la inclusión de CC a lo largo de un periodo de tiempo.

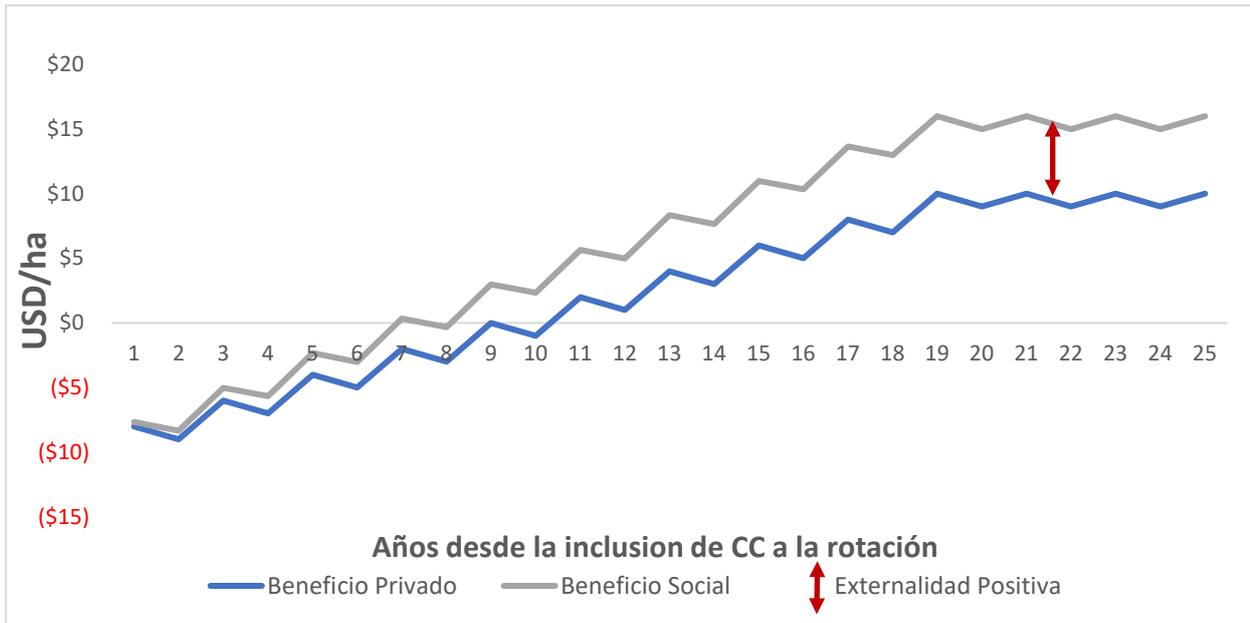


Figura 1 Flujo anual de beneficios sociales y privados asociados a la inclusión de CC (USDA).

La mayor parte de los productores de la región pampeana núcleo no utilizan los CC porque los mismos representan un elevado costo y los beneficios de estos no se ven reflejados en aumentos de rendimiento o disminución de costos en el corto plazo. En esta región donde la explotación en campos arrendados ocupa aproximadamente un 70% de la superficie (Bitar et al., 2020), es esperable que los productores asignen un mayor peso en sus decisiones a los resultados de muy corto plazo.

La introducción del pastoreo de los CC puede ser una buena alternativa para mejorar el resultado económico de la inclusión de estos y de esta forma su implementación resulte más atractiva. Una encuesta realizada a productores del estado de Iowa, Estados Unidos, demostró que solo los agricultores que utilizan los CC para el pastoreo son los que obtuvieron resultados económicos positivos, mientras que los productores que no utilizaron el CC como forraje obtuvieron solo resultados negativos (Plastina et al., 2018). El desafío en este caso es lograr un manejo del pastoreo que permita que el CC genere los beneficios ambientales esperados.

### ***Instrumentos para fomentar el uso de los cultivos de cobertura.***

Cuando una actividad económica genera externalidades positivas, sin la intervención del estado, la producción de esta será plenamente dependiente de los beneficios privados obtenidos por dicha actividad, ya que el productor no percibe ninguna ganancia proveniente del beneficio social. Dicho esto, el estado podría fomentar el uso de prácticas conservacionistas como los CC, ya que las consecuencias de continuar por el actual camino terminarían repercutiendo tanto en el sistema agroecológico, como en la producción nacional y el ingreso de divisas.

Esto se puede realizar con distintas herramientas, como pueden ser: beneficios impositivos destinados a los productores que realicen estas prácticas o la creación de subsidios. Un ejemplo de la aplicación de incentivos económicos para la siembra de CC ha sido implementando hace varias campañas para el cinturón maicero de los Estados Unidos.

Desde el sector privado también se puede favorecer el empleo de estas prácticas, un ejemplo de esto se está dando en Estados Unidos con los bonos de carbono. Donde los productores que llevan a cabo prácticas conservacionistas que capturan carbono de la atmósfera como los CC y la siembra directa, reciben un pago por parte de empresas privadas, relacionadas o no con el agro, que buscan certificarse como compañías carbono neutro. Este mercado en la actualidad no está completamente regulado ni posee las certificaciones necesarias, sin embargo, es una excelente herramienta a futuro para la difusión de estas prácticas (Reeling et al., 2021)

### ***Participación de cultivos de cobertura en uso del suelo en la región pampeana***

La siembra de CC a nivel país ha ido en aumento en los últimos años, en la campaña 2014/2015 solo un 4% de los productores llevaban a cabo esta práctica. Campaña tras campaña se fue difundiendo la misma hasta llegar a la actualidad, donde un 19% de los productores los implementó y 352.000 fueron las hectáreas asignadas a CC en la campaña 2019/2020. Esto refleja que la práctica se está difundiendo entre los productores, pero solo de manera limitada, ya que en la campaña 2019/2020 representó una superficie de 1.8%

del área total sembrada. La superficie asignada a CC en la zona del norte de Buenos Aires representa un 9.6% del total nacional (Figura 2).

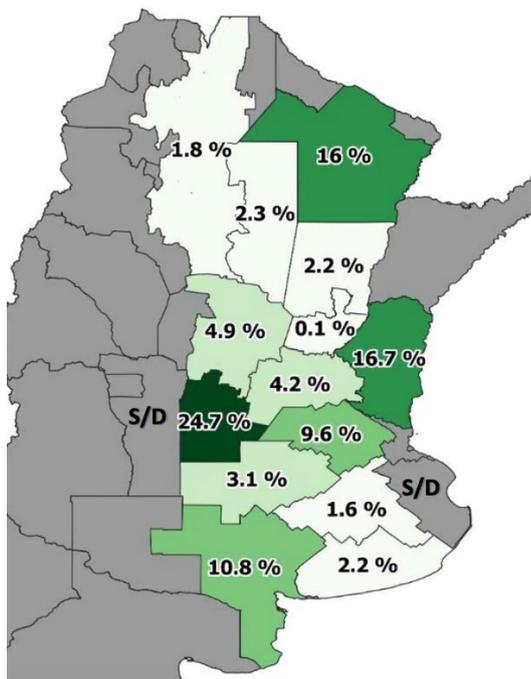


Figura 2. Porcentaje que aporta cada región al área total nacional de CC en la campaña 2019/2020.

Fuente: Bolsa de Cereales de Buenos Aires (ReTAA).

A pesar de los efectos positivos de la inclusión de los CC en las rotaciones, la superficie de estos cultivos es extremadamente escasa en la región pampeana núcleo de Argentina. Esto se explica por los retornos bajos e incluso negativos de esta práctica en el corto plazo. La mayoría de los estudios no encuentran cambios significativos en los rendimientos de los cultivos de verano asociados con la inclusión de CC en la zona húmeda (Rimski-Korsakov et al., 2016), y, dependiendo de los planteos técnicos, pueden generar aumentos en los costos de producción (Cano et al., 2020).

Como consecuencia de esto surgen algunas propuestas sobre la posibilidad de incrementar la producción integrando a la agricultura con la ganadería, utilizando el concepto de CC no sólo para brindar servicios o funciones a los sistemas agrícolas, sino también para que se aprovechen como recursos forrajeros sin deteriorar la calidad del suelo. Además, la producción de carne contribuiría a mejorar el resultado económico, promoviendo un

esquema sinérgico entre ambas actividades que posibilitaría no sólo estabilizar el sistema biológicamente sino también económicamente.

### **Objetivo**

Determinar las diferencias en el resultado económico entre dos manejos alternativos, agrícola con y sin pastoreo del CC.

### **Hipótesis**

El aprovechamiento ganadero de un CC mejora el resultado económico con respecto a rotaciones puramente agrícolas con CC.

### **Materiales y métodos**

En la estación experimental del INTA Pergamino se llevó a cabo un ensayo durante las campañas 18/19,19/20 y 20/21 (3 años). Las parcelas tuvieron la siguiente secuencia de cultivos: CC/soja (*Glycine max*) - CC/maíz (*Zea mays*) - CC/soja. El CC fue una consociación de especies invernales compuesta por vicia (*Vicia villosa*), rye grass (*Lolium multiflorum*), nabo forrajero (*Brassica napus x B. oleracea*) y trébol persa (*Trifolium resupinatum*); sembradas luego de la cosecha de cada cultivo de verano. Las siembras de los CC fueron el 22/5, el 2/5 y el 18/4 para el 1°,2° y 3° año, respectivamente. Las fechas de siembra de los cultivos estivales fueron: 06/11 para la soja 2018/2019, 24/10 para el maíz 2019/2020 y 19/11 para la soja 2020/2021. El suelo es un Argiudol típico serie Pergamino (MO: 3,3%, pH: 5,9, Pe: 16 ppm; 0-20 cm). El clima para la región de Pergamino es templado húmedo, el promedio histórico de los últimos 25 años presenta una temperatura media de 17.3 °C y precipitaciones anuales de 1056 mm, las mismas tienen una marcada distribución primavera-estival, periodo en el cual se producen más del 60% de estas (Tabla 1).

*Tabla 1. Temperatura media y precipitaciones por mes para el partido de pergamino, promedio últimos 25 años (1996-2021).*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T. media (°C)	24.3	23	20.7	17.4	13.8	10.9	10.1	12	14.3	17.3	20.5	23
Precipitación (mm)	109	112	103	100	69	47	39	57	69	129	109	113

Fuente: SIGA-INTA.

Se evaluó el factor pastoreo con 2 niveles: A) Cultivo de cobertura con pastoreo (tratamiento mixto) y B) Cultivo de cobertura sin pastoreo (tratamiento agrícola). El diseño experimental

utilizado fue en bloques completamente aleatorizado con tres repeticiones (Figura 3). Las parcelas con el tratamiento agrícola poseían un ancho de 20 metros, mientras que las correspondientes al tratamiento mixto poseían un ancho de 60 metros para su división en subparcelas de 20 metros, necesarias para la rotación de los animales en pastoreo.

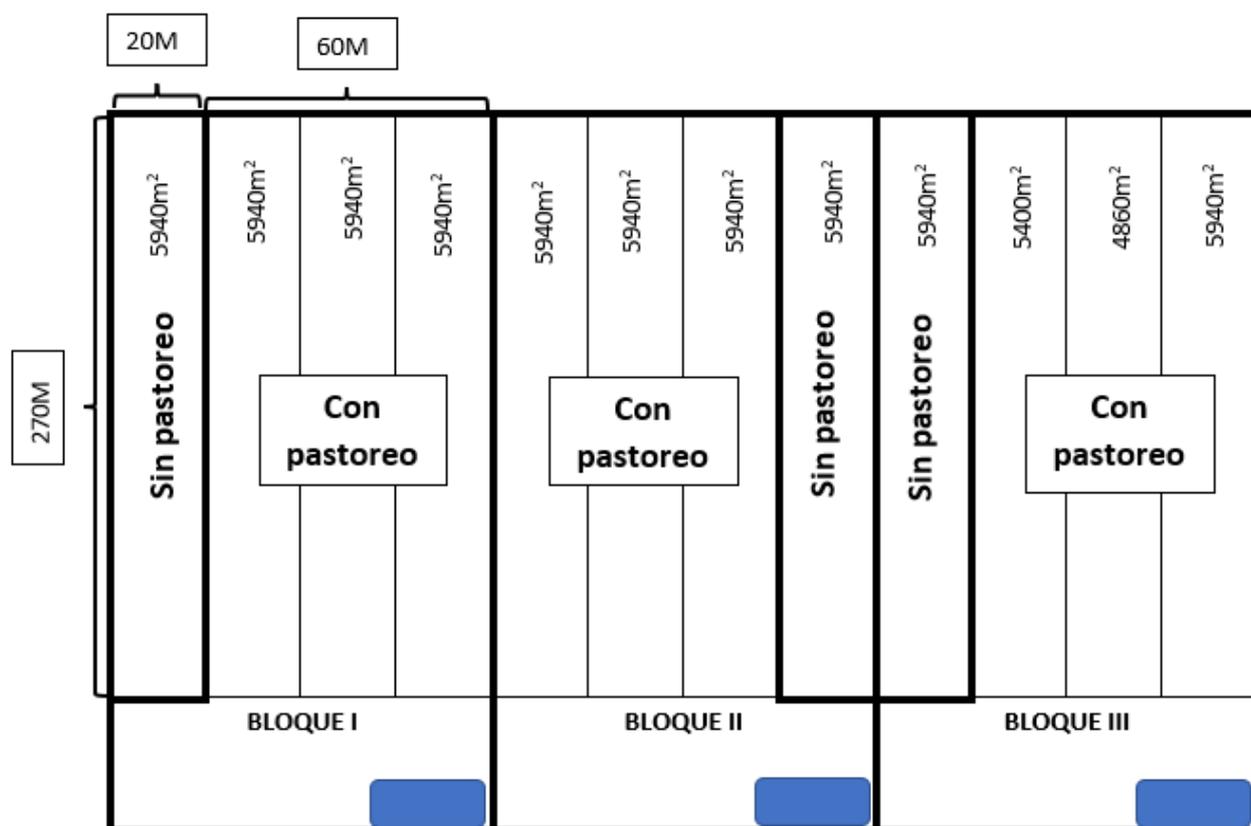


Figura 3. Diagrama del ensayo, secuencia con cultivos de cobertura, INTA EEA Pergamino.

Los CC fueron pastoreados en franjas bajo un sistema rotativo, el tiempo de pastoreo fue de 7 días en el 1° año, volviendo a ingresar a la primera franja luego de 14 días de descanso, en el 2° año el tiempo de pastoreo fue de 11 días reingresando a la primera franja luego de 22 días de descanso y en el 3° año el tiempo de pastoreo fue de 9 días reingresando a la primera franja luego de 20 días de descanso. El tiempo total de pastoreo del CC fue de 47 días en el 1° año, 48 días en el 2° año y 59 días en el 3° año.

La asignación forrajera fue del 3% de peso vivo para ajustar la carga animal. Se utilizaron cinco novillos británicos fijos por tratamiento, y novillos de características similares como

animales volantes para ajustar la carga animal. La carga animal fue 6.15 nov/ha para el 1° año, 9.95 nov/ha para el 2° y 3.75 nov/ha para el 3°.

Para cada parcela se registraron los niveles de productividad de carne, rendimientos de los cultivos y producción de biomasa de los CC, como también el uso de insumos y servicios. En base a esta información y precios de mercado se calculó para cada tratamiento: ingreso bruto, costos de labores e insumos, costos comercialización. Como indicadores de resultado económico se consideró el margen bruto, tasa de retorno y tasa de retorno marginal. El margen bruto (MB) se calculó como el ingreso bruto menos los gastos en insumos, servicios, cosecha y comercialización (Ghida Daza, 2009). Para el cálculo del ingreso por cultivo se tomó el promedio del precio disponible en el puerto de Rosario, durante dos semanas centradas en la fecha de cosecha para cada año. Se valoraron los insumos y labores en el momento que fueron utilizados en base a proveedores de insumos y contratistas locales. Para los gastos de comercialización se utilizaron las tarifas de Agricultores Federados Argentinos (AFA) y para los gastos de flete las tarifas de la Confederación Argentina de Transporte Automotor de Cargas (CATAC). Los precios se expresaron en dólares. El costo del alquiler de la tierra no está incluido en los cálculos de costos directos.

La obtención de los distintos indicadores se llevó a cabo con la siguiente metodología:

- Productividad de carne: se pesaron los novillos en la fecha de ingreso al lote y posteriormente a su salida, se obtuvo la ganancia de peso individual y luego se ajustó por la carga animal para obtener la productividad de carne por hectárea.
- Rendimiento de los cultivos: En las primeras dos campañas se obtuvieron los rendimientos mecánicos de la soja y el maíz respectivamente, mientras que en la última campaña se tuvo en cuenta el rendimiento manual del cultivo de soja debido a la imposibilidad de una cosecha mecánica.
- Producción de biomasa: previo al ingreso de los animales en cada franja se tomaron 3 muestras de  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup>, estas fueron procesadas y analizadas obteniendo su composición botánica y kilos de materia seca por hectárea, a partir de estos datos se ajustó la carga animal para cada ingreso.

El ingreso correspondiente a la producción de carne se obtuvo mediante el cálculo del producto entre la ganancia de peso lograda durante el ciclo de pastoreo (kg/ha) y el precio

promedio de las dos semanas centradas en la fecha de egreso de los animales (\$/kg), los precios se obtuvieron del Mercado de Liniers para la categoría “novillitos especiales de 300 a 390 kg”, a la que corresponden los vacunos presentes en el ensayo. Para el cálculo de los costos ganaderos se presentaron las siguientes categorías: Empleados, Sanidad, Amortización de la infraestructura, Comercialización y Flete. Estos costos se extrajeron de los márgenes difundidos por el INTA (<https://inta.gob.ar/documentos/indicadores-economicos-e-informes-tecnicos>), la comercialización y el flete se calcularon sobre los ingresos brutos, y el resto de las categorías sobre las cabezas de ganado y el tiempo de duración del pastoreo. El costo por la compra de los animales no está incluido en los cálculos de costos directos.

El retorno al capital de trabajo (TR) se calculó como el margen bruto dividido por los costos directos en insumos y servicios. Finalmente, la tasa de retorno marginal (TRM), se obtuvo al dividir, el incremento de margen bruto por su respectivo incremento de costos. La TRM indicó el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtuvieron por cada unidad monetaria en que se incrementaron los costos como resultado de cambiar de un tratamiento al otro (Reyes Hernández, 2002).

En cuanto al análisis estadístico, utilizando el software Infostat, se procesaron los datos mediante un ANOVA, con el fin de detectar diferencias significativas para el rendimiento de los cultivos de verano en ambos tratamientos y la interacción de estos con los cultivos/campaña, se utilizó la prueba de Bonferroni. Se testearon las condiciones la normalidad y homogeneidad de la varianza de los residuales del modelo.

Para una evaluación integral de estos sistemas, es deseable considerar otros factores como pueden ser el impacto ambiental, presencia de malezas, EUA y aporte de carbono al suelo. Es importante cuantificarlos para cada sistema y evaluar si existen diferencias para estas variables. Distintos grupos de trabajo del INTA Pergamino están involucrados en el análisis de estos indicadores, a la fecha no se han publicado sus resultados.

En la Figura 4 se representa la escala de tiempo del proyecto con las respectivas fechas de siembra y cosecha de los cultivos estivales, como también la fecha de siembra y secado de los cultivos de servicio.

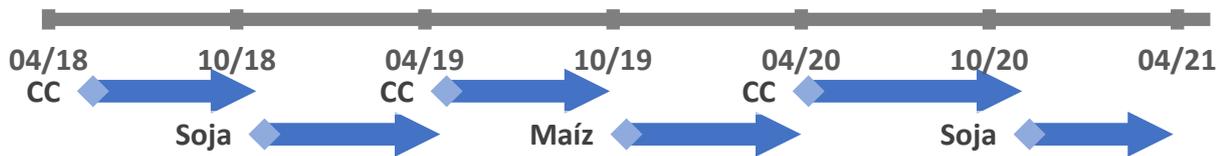


Figura 4. Escala temporal del ensayo con sus respectivas fechas y duraciones.

Para caracterizar la disponibilidad hídrica durante el período en el que se llevó a cabo el ensayo se utilizó el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI en inglés). Este es un índice ampliamente usado para caracterizar la sequía meteorológica en una variedad de escalas de tiempo. Los valores de SPI se pueden interpretar como el número de desviaciones estándar por las cuales la anomalía observada se desvía de la media a largo plazo (SISSA: <https://sissa.crc-sas.org/>)

$$\text{SPI} = (P - p^*) / \sigma_p$$

P = Precipitación.

$p^*$  = Precipitación media.

$\sigma_p$  = Desviación estándar de la precipitación.

En la Figura 5 se visualiza el SPI a 6 meses correspondiente a los tres años en los que se llevó a cabo el ensayo. Se observa una marcada diferencia entre el primer año (humedad elevada) y los dos años siguientes, donde se inició un periodo de sequía que se profundizó en el tercer año.

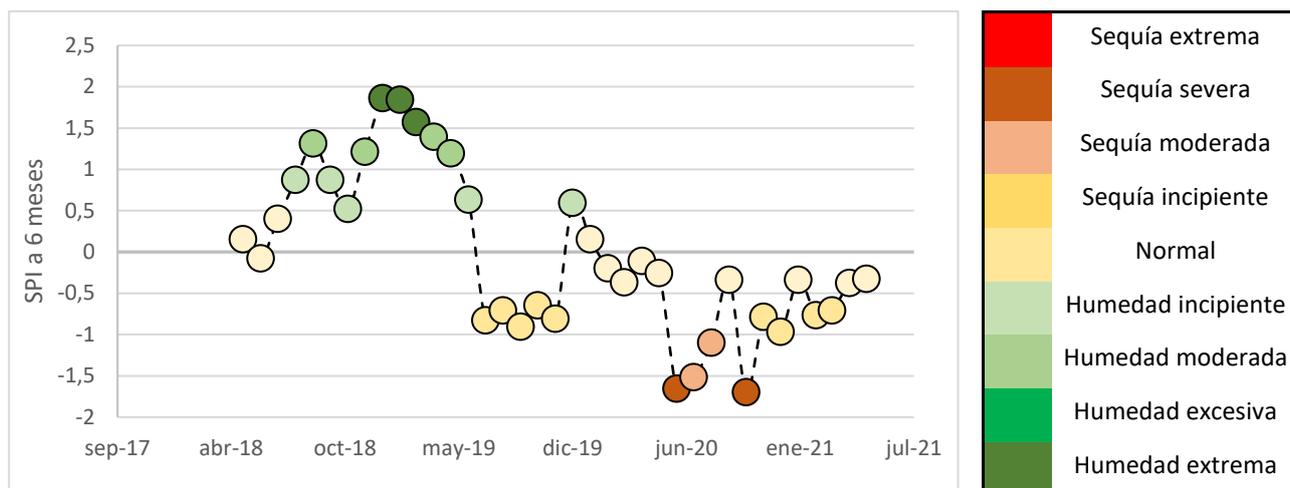


Figura 5. SPI a 6 meses durante el período del ensayo

## Resultados

A lo largo de los tres años del ensayo la producción de biomasa aérea por parte de los CC fue muy variable. En la Figura 6 se observa la relación entre el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) y la biomasa lograda por los CC en el tratamiento agrícola para cada año. En dicha figura se visualiza una fuerte correlación entre ambos indicadores, produciéndose una caída considerable en la productividad del CC cuando se inicia el período de sequía (SPI por debajo de 0). En la primera campaña del período la producción de biomasa aérea del CC alcanzó un valor promedio de 9 tn MS/ha. Los valores de productividad fueron 2,5 y 3,3 tn/ha menores al máximo obtenido en la primera campaña, para la segunda y tercera campaña respectivamente, a medida que se fueron profundizando las condiciones de sequía.

La composición botánica de los CC promedio para los tres años fue de 40% de leguminosas (30% vicia - 10% de trébol persa) y 60% de no leguminosas (25% nabo forrajero - 35% rye grass).

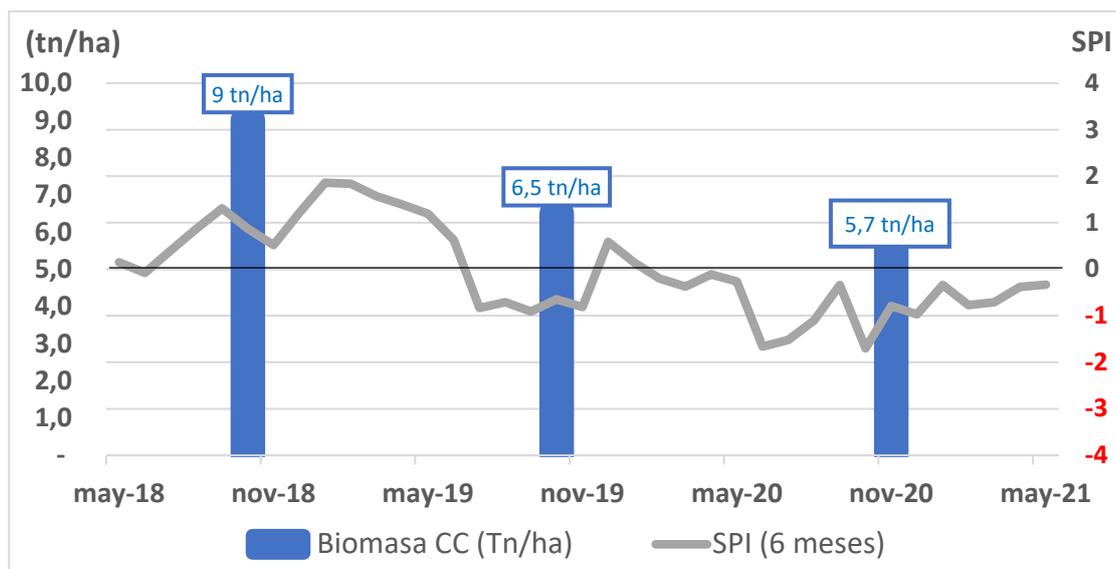


Figura 6. Biomasa producida por los cultivos de cobertura (CC) en el tratamiento agrícola y valores del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) para las tres campañas evaluadas.

Las secuencias de pastoreo con su respectiva duración, carga animal, ganancias de peso y producción de carne para cada año se presentan en la Tabla 1. En dicha tabla se observa que las variaciones en la producción de carne dependen directamente de la duración del pastoreo y de la carga animal asignada.

En la Tabla 2, se detallan los principales indicadores de productividad obtenidos para las tres campañas y agrupados para ambos tratamientos. Se presentan los promedios de biomasa del CC al momento del secado, rendimientos de los cultivos y producción de carne. Cabe destacar que, en la campaña 20/21 se produjo una combinación de eventos (secado tardío del CC; período de sequía; control deficiente de malezas, principalmente yuyo colorado (*Amaranthus hybridus*)) que condujeron a una fuerte caída del rendimiento para el cultivo de soja.

La biomasa producida por los CC estuvo fuertemente influenciada por las precipitaciones, como se mencionó anteriormente. Los valores más altos se obtuvieron en la primera campaña. Se puede observar en la figura 6 que el SPI durante dicho período presenta valores positivos, esto indica que en esta campaña las precipitaciones estuvieron por encima del promedio histórico.

La producción de carne se mantuvo por encima de los 300 kg/ha en los tres años llegando a un pico de 491 kg/ha en la segunda campaña respondiendo directamente al aumento en

la carga animal, de 9.95 nov/ha para la misma (Tabla 1). Esto repercutió de forma directa en la biomasa remanente luego del pastoreo que tuvo el valor más bajo del período (2 tn/ha).

Tabla 2. Duración del pastoreo, carga animal, ganancia diaria y producción de carne para cada año.

Año	Ciclo de pastoreo	Duración del ciclo (días)	Carga animal (Nov/ha)	Ganancia diaria (kg/día. Animal)	Producción de carne (kg/ha)	Duración total (días)	Producción total de carne (kg/ha)
2018	1°	21	7,2	1,1	168	47	314
	2°	26	5,1	1,1	146		
2019	1°	34	8,2	1,2	326	48	491
	2°	14	11,7	1	165		
2020	1°	27	3,98	1,46	157	59	316
	2°	32	3,52	1,42	159		

Tabla 3. Valores de rendimiento, biomasa remanente al momento del secado y producción de carne obtenidos en cada campaña y el promedio general expresados en Kg/ha.

Tratamiento			Con pastoreo			Sin pastoreo		
ID Parcela			1	2	3	4	5	6
Campaña 18/19	Datos	Rendimiento (Soja)	5698	6151	7274	4931	5621	5552
	Promedio	Biomasa (CC)	3320			9000		
		Rendimiento (Soja)	6374			5368		
		Producción carne	314					
Campaña 19/20	Datos	Rendimiento (Maíz)	9481	9615	9526	8903	7834	7879
	Promedio	Biomasa (CC)	2039			6471		
		Rendimiento (Maíz)	9541			8205		
		Producción carne	491					
Campaña 20/21	Datos	Rendimiento (Soja)	203	351	302	253	365	456
	Promedio	Biomasa (CC)	2587			5692		
		Rendimiento (Soja)	285			358		
		Producción carne	316					
Promedio de las 3 campañas	Biomasa (CC)		2649			7054		
	Producción carne		374					
	Rendimiento (Soja)		3330			2863		
	Rendimiento (Maíz)		9541			8205		

En la Tabla 10 (anexo) se presenta el análisis estadístico utilizando el rendimiento como variable respuesta y como fuentes de variación: el efecto campaña, el efecto tratamiento y la interacción entre ambos factores. La tabla también incluye la prueba de Bonferroni, utilizada para detectar diferencias significativas en el rendimiento para ambos tratamientos, en cada campaña.

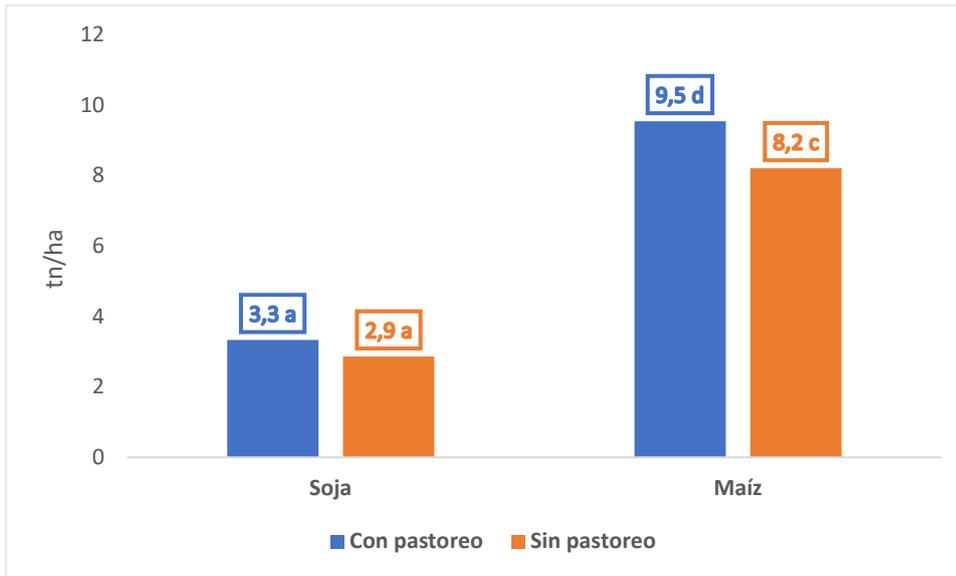
La interacción campaña\*tratamiento puede considerarse como una tendencia estadística ya que presentó un p valor de 0.0598 (entre 0.05 y 0.10). La variación en el rendimiento para la campaña 19/20, producción de maíz, presentó diferencias significativas entre ambos tratamientos. En esta campaña, el efecto del pastoreo condujo a un incremento en el rendimiento mayor a 1.3 tn/ha, mientras que en las otras campañas los rendimientos no fueron estadísticamente distintos entre tratamientos (Tabla 4).

*Tabla 4. Rendimiento promedio para cada campaña y tratamiento expresados en kg.ha<sup>-1</sup>.*

	<b>Tratamiento agrícola</b>	<b>Tratamiento mixto</b>	<b>P valor</b>
<b>Soja 18/19</b>	5366 ( $\pm$ 380) <b>a</b>	6373 ( $\pm$ 808) <b>a</b>	0,1227
<b>Maíz 19/20</b>	8203 ( $\pm$ 604) <b>a</b>	9543 ( $\pm$ 71) <b>b</b>	0,0188
<b>Soja 20/21</b>	356 ( $\pm$ 105) <b>a</b>	283 ( $\pm$ 76) <b>a</b>	0,3834

Nota: Entre paréntesis se indica el desvío estándar. Las letras minúsculas entre filas indican diferencias significativas (p valor<0,10).

En la Figura 7 se presentan los rendimientos promedio para cada cultivo (soja y maíz) clasificados por tratamiento, los promedios por cultivos resultan representativos para la zona Norte de Buenos Aires. En esta figura el manejo mixto, que incluye el pastoreo, presentó rendimientos mayores, que su par netamente agrícola, en ambos cultivos. Las diferencias entre ambos fueron de 4 quintales para el cultivo de soja y 13 quintales para el cultivo de maíz. Sin embargo, el análisis estadístico indicó que solo para el cultivo de maíz las diferencias en el rendimiento fueron significativas.



*Figura 7. Rendimientos por cultivo en los distintos tratamientos.*

Las Tablas 4 y 5 contienen los costos, ingresos y márgenes calculados para ambos tratamientos, sistema mixto y agrícola, respectivamente. Los valores se encuentran segmentados por campaña (columnas 3, 4 y 5) y también se incorporó el promedio de los mismos (columna 6). En las filas se encuentran los ingresos y costos desglosados por sus principales componentes.

Tabla 5. Margen bruto por campaña para el tratamiento mixto.

		2018/2019	2019/2020	2020/2021	Promedio
<b>Cultivos de servicio</b>					
Insumos	U\$/ha	157	170	180	169
Labores	U\$/ha	40	39	35	38
<b>Gasto total cultivos de servicio</b>	<b>U\$/ha</b>	<b>197</b>	<b>209</b>	<b>215</b>	<b>207</b>
<b>Producción de carne</b>					
Producción	Kg/ha	314	491	316	374
Ingreso bruto	U\$/ha	399	574	452	475
Sanidad y empleados	U\$/ha	16	25	16	19
Amortizaciones	U\$/ha	26	40	15	27
Comercialización y flete	U\$/ha	11	19	9	13
<b>Costo total producción de carne</b>	<b>U\$/ha</b>	<b>53</b>	<b>83</b>	<b>40</b>	<b>59</b>
<b>Cultivos</b>					
		Soja	Maíz	Soja	
Rendimientos	tn/ha	6,4	9,5	0,3	
Ingreso bruto	U\$/ha	1368	1294	92	918
Labores	U\$/ha	103	129	102	111
Insumos	U\$/ha	93	298	106	166
Cosecha y comercialización	U\$/ha	271	347	66	228
<b>Gasto total cultivos</b>	<b>U\$/ha</b>	<b>467</b>	<b>774</b>	<b>274</b>	<b>505</b>
<b>TOTAL INGRESO</b>	<b>U\$/ha</b>	<b>1767</b>	<b>1869</b>	<b>544</b>	<b>1393</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>U\$/ha</b>	<b>717</b>	<b>1067</b>	<b>528</b>	<b>771</b>
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>U\$/ha</b>	<b>1050</b>	<b>802</b>	<b>16</b>	<b>622</b>

\*Los precios promedio de cada cultivo en cada campaña fueron de: 214.7 U\$/tn Soja 18/19, 135.6 U\$/tn Maíz 19/20 y 324.75 U\$/tn Soja 20/21.

\*No se consideró el alquiler de la tierra, el análisis se realizó para un productor con campo propio.

\*No se llevó a cabo un análisis estadístico sobre las variables económicas ya que los distintos bloques presentaron un mismo manejo entre sí.

Tabla 6. Margen bruto por campaña para el manejo sin pastoreo.

		2018/2019	2019/2020	2020/2021	Promedio
<b>Cultivos de servicio</b>					
Insumos	U\$S/ha	157	170	180	169
Labores	U\$S/ha	40	39	35	38
Gasto total cultivos de servicio	U\$S/ha	197	209	215	207
<b>Cultivos</b>					
		Soja	Maíz	Soja	
Rendimientos	tn/ha	5,4	8,2	0,4	
Ingreso bruto	U\$S/ha	1152	1112	116	793
Labores	U\$S/ha	103	129	102	111
Insumos	U\$S/ha	93	298	106	166
Cosecha y comercialización	U\$S/ha	237	309	68	205
Gasto total cultivos	U\$S/ha	434	737	276	482
<b>TOTAL INGRESO</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>1152</b>	<b>1112</b>	<b>116</b>	<b>793</b>
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>630</b>	<b>946</b>	<b>491</b>	<b>689</b>
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>522</b>	<b>167</b>	<b>-375</b>	<b>105</b>

\*Los precios promedio de cada cultivo en cada campaña fueron de: 214.7 U\$S/tn Soja 18/19, 135.6 U\$S/tn Maíz 19/20 y 324.75 U\$S/tn Soja 20/21.

\*No se consideró el alquiler de la tierra, el análisis se realizó para un productor con campo propio.

\*No se llevó a cabo un análisis estadístico sobre las variables económicas ya que los distintos bloques presentaron un mismo manejo entre sí.

La Figura 8 representa los valores de ingresos, costos y márgenes promedio para las tres campañas. Las variables están agrupadas por sistema de manejo. En esta figura podemos observar un fuerte incremento de los ingresos en el sistema mixto, que llega a superar en más de un 100% a los ingresos correspondientes al sistema agrícola, esto se explica directamente por dos factores: el aumento en rendimiento de los cultivos estivales y al aporte de la producción de carne.

En el caso de los costos la variación es sumamente acotada, y se explica por la incorporación de los costos relacionados a la actividad ganadera. La Figura 9 muestra los costos de los CC y de cada cultivo de cosecha para el tratamiento agrícola, expresados en porcentaje sobre la suma de costos totales. En el mismo, el porcentaje que representan los CC toma valores de 24% y 40% para los cultivos de maíz y soja respectivamente, marcando las grandes diferencias en términos de gastos que representa el cultivo de maíz vs el cultivo de soja.

Una de las preguntas que se presentaron al comienzo de este trabajo estaba direccionada a saber si los costos de los CC eran cubiertos por los ingresos obtenidos con la producción de carne. En la Figura 10 se expresan los costos que provienen de los CC e incluyen los referidos a la actividad ganadera, también se incorporaron los márgenes de la producción de carne correspondiente a cada campaña. En esta figura se observa que en las tres campañas los ingresos obtenidos por la actividad ganadera superaron ampliamente los costos combinados de los CC y de la actividad ganadera, obteniendo márgenes que en algunos casos supera los 280 USD/ha.

Los márgenes reflejan las diferencias anteriormente mencionadas asociadas a los ingresos y los costos, el tratamiento mixto saca ventaja sobre su par con márgenes superiores al 300% del agrícola. En la Figura 11 se representan los márgenes para cada manejo y cultivo. El sistema mixto logró márgenes de un 492% mayores que el agrícola para la secuencia de cultivos, reflejando el aumento de rendimiento en los cultivos estivales y el aporte de ingresos que provienen de la producción de carne. En cuanto a los cultivos el margen del maíz superó al de la soja con diferencias que van desde 100 a 300 dólares.

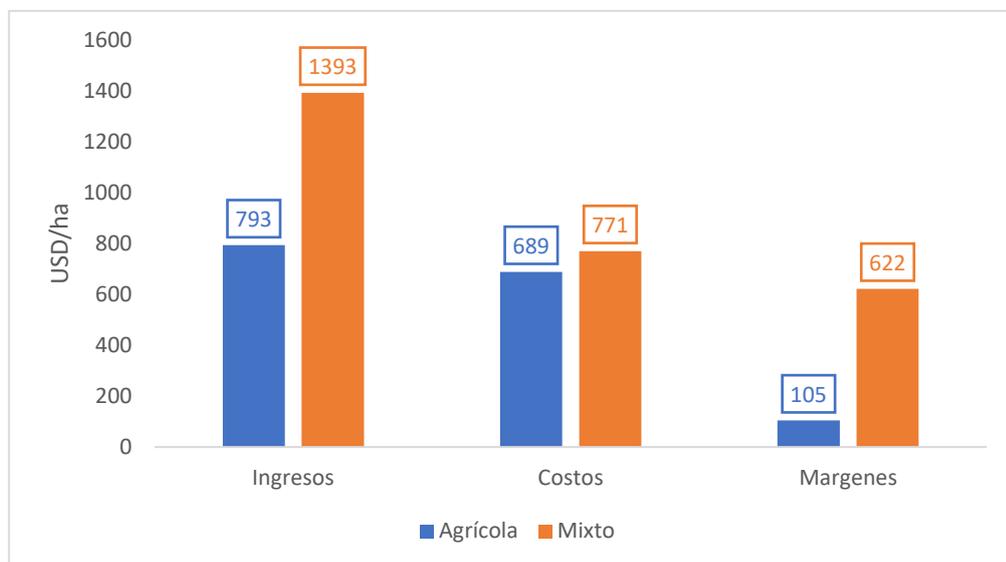


Figura 8. Ingresos, costos y márgenes promedio para ambos manejos.

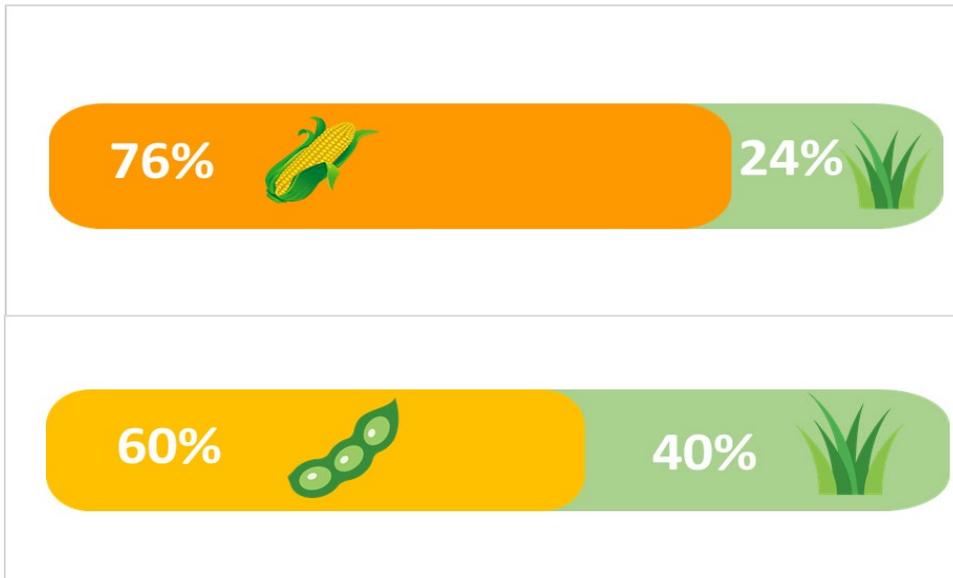


Figura 9. Porcentaje de costos del cultivo estival y del cultivo de cobertura en función de los costos totales para el tratamiento agrícola.

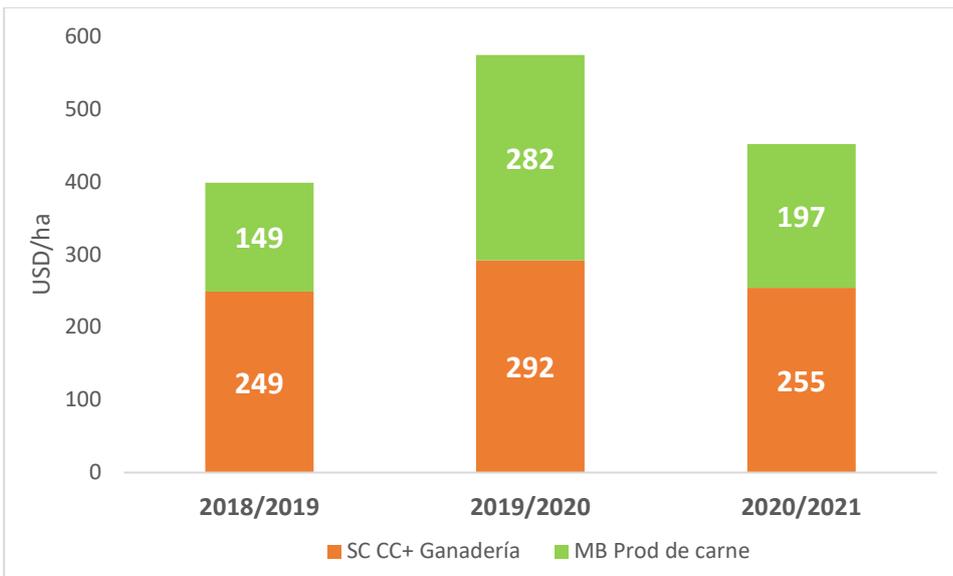


Figura 10. Suma de costos de cultivos de cobertura y actividad ganadera (SC CC+Ganadería) y margen bruto de la producción de carne correspondiente a cada campaña.

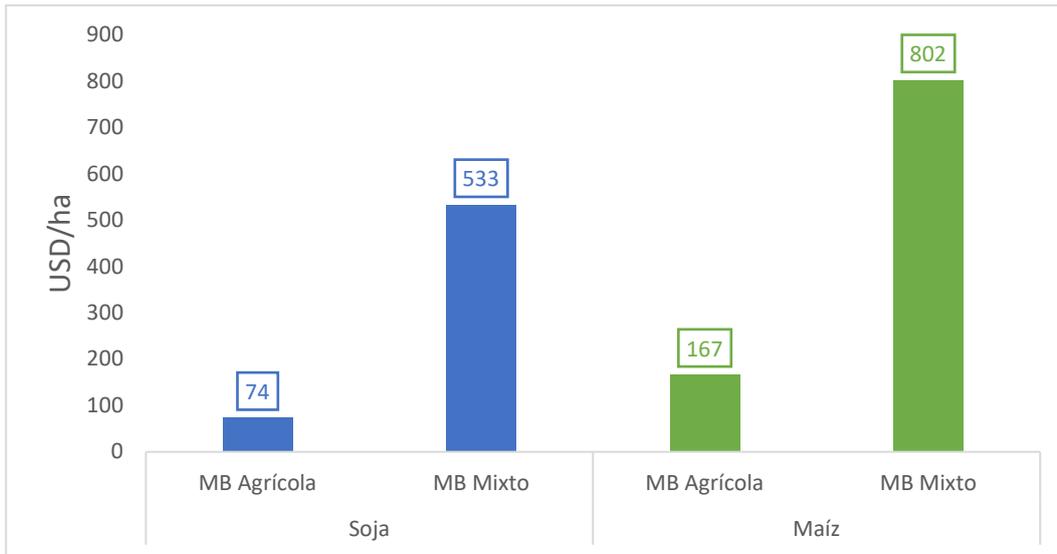


Figura 11. Margen bruto según manejo y cultivo.

En la Figura 12 se expresa la tasa de retorno para cada cultivo en ambos tratamientos, en el caso de la soja la rentabilidad de la inversión tiene grandes diferencias entre manejo, estas se encuentran cercanas al 80%, mientras que en maíz las diferencias son un poco más moderadas y estuvieron en torno al 60%.

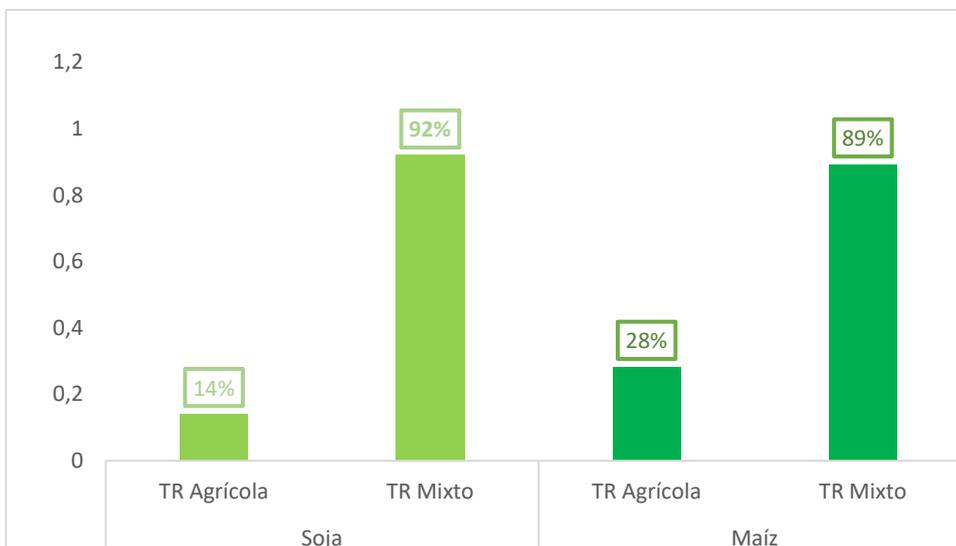


Figura 12. Tasa de retorno según cultivo y manejo.

En la Figura 13 se observa la tasa de retorno promedio de las tres campañas para cada uno de los manejos productivos, se refleja una sustancial tasa de retorno en el tratamiento

mixto que llega a valores por encima del 90%, mientras que el manejo agrícola apenas supera el 20%, este gráfico demuestra una clara ventaja referida al retorno del capital invertido.

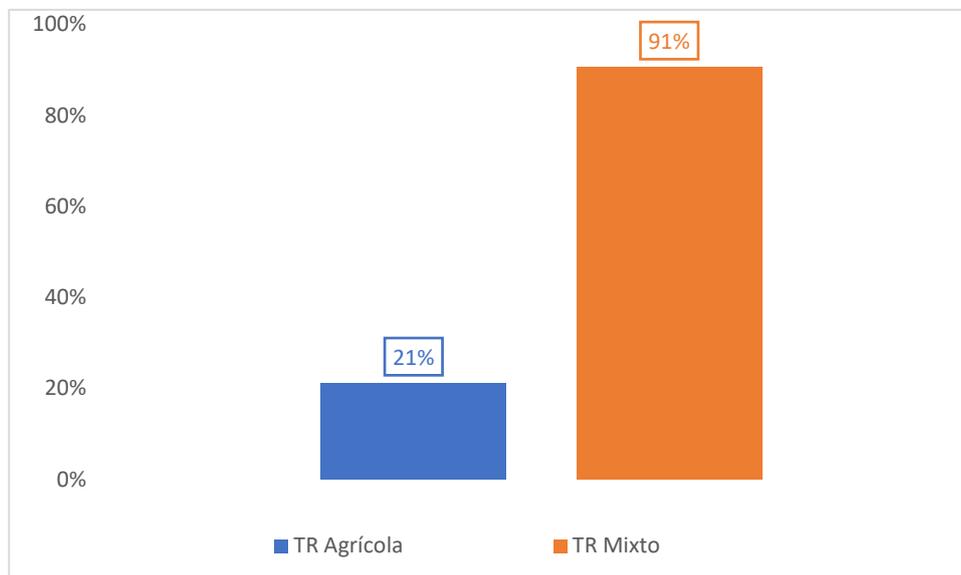


Figura 13. Tasa de retorno por sistema de manejo.

La tasa de retorno marginal para el tratamiento con pastoreo, comparado con su par, fue positiva para las tres campañas, arrojando valores de hasta 1042% y promediando un 729% (Tabla 6). Esto nos indica que el aumento de los costos referidos al manejo mixto tuvo como consecuencia un incremento de los márgenes más que sustanciales. Se observa que la inclusión de la ganadería representa una tasa marginal de retorno de 729%, es decir que por cada dólar que se invierte en la actividad ganadera se recupera el dólar invertido y 7.29 dólares más.

Tabla 7. Tasa de Retorno Marginal para cada campaña y el promedio general.

Campaña	Tasa de Retorno Marginal
2018/2019	618%
2019/2020	526%
2020/2021	1042%
Promedio	729%

El análisis económico presentado en los párrafos anteriores no considera el costo de oportunidad del capital invertido en la hacienda. Una forma de estimar este costo es a través del porcentaje del ingreso que el productor dueño de la tierra pagaría al dueño de animales en un contrato de capitalización. Este porcentaje es alrededor de un 35% para sistemas de invernada. Al incluir este costo, los márgenes y las tasas de retorno se reducen, y, aun así, se obtienen resultados positivos superiores para el tratamiento con pastoreo (Margen bruto promedio: 456 USD/ha) en los cuales el costo de los CC queda cubierto por los ingresos obtenidos de la actividad ganadera. La tasa de retorno marginal considerando el pago al dueño de los animales es de 328%.

### **Discusión y conclusiones**

El uso de CC es una alternativa para la intensificación sustentable de los sistemas de cultivo en la Pampa Argentina (Caviglia y Andrade, 2010). Es de interés ajustar el manejo en esta práctica para que resulte más atractiva económicamente para los productores pampeanos. En ese sentido, los resultados obtenidos en este estudio son optimistas, dado que la incorporación de la ganadería al sistema agrícola tuvo como consecuencias aumentos significativos en los márgenes económicos de la actividad. A modo de conclusión se confirma la hipótesis planteada al iniciar este trabajo, es decir, el aprovechamiento ganadero de los CC mejoró el resultado económico con respecto a rotaciones exclusivamente agrícolas con CC.

El aporte de la producción de carne fue la base de una mejora notable en el resultado económico. En coincidencia con la encuesta realizada por Plastina et al. (2018) en el estado de Iowa, Estados Unidos, donde se demostró que solo los planteos en los que se aprovecha el CC para pastoreo son los que presentan resultados económicos positivos, mientras que los planteos que no aprovecharon el CC como forraje obtienen solo resultados negativos. Los planteos mixtos son una interesante alternativa para la diversificación de actividades y la gestión del riesgo.

La incorporación del pastoreo bovino a la rotación cambió la dinámica económica de la misma, los principales cambios se dieron en las siguientes variables:

- Costos: Se produjo un aumento de los costos en torno al 15% debido principalmente a la integración de: amortizaciones, sanidad, empleados, flete y comercialización.
- Ingresos: Es contundente el aumento en los mismos, la producción de carne aporta un ingreso extra cercano al 100%. Cabe destacar que en la campaña donde la producción agrícola presentó caídas importantes de rendimiento (2020/2021) la actividad ganadera aportó ingresos cuatro veces superiores a su par agrícola. Por otro lado, en el tratamiento con pastoreo el aumento del rendimiento de maíz en la campaña 2019/2020 aumenta los ingresos en más de 150 dólares/ha.
- Márgenes: El tratamiento con pastoreo obtuvo un margen promedio que fue 5 veces superior al tratamiento exclusivamente agrícola, esto refleja directamente lo expuesto en los ítems anteriores. Urge mencionar lo ocurrido en la última campaña, únicamente incorporando la producción de carne al sistema se logró obtener márgenes positivos. Este hecho podría otorgarle a la producción cárnica un rol de estabilizador económico para el sistema, de gran importancia en las campañas que presentan dificultades bióticas o abióticas.
- Tasa de retorno marginal: Con valores que van desde 526% a 1042%, queda confirmado que la incorporación de la ganadería a la rotación es una opción muy rentable. Una recuperación del capital promedio de 729%, indica un retorno más que importante en un periodo corto de tiempo. En el caso de incluir el costo de capitalización del ganado, en torno al 35% de los ingresos, los resultados siguen siendo positivos. Con una tasa de retorno marginal de 328%, podemos afirmar que la incorporación del pastoreo cubre los gastos que conlleva la implantación de los CC como también permite disponer de un ingreso extra mejorando el resultado económico.

El pastoreo condujo a un impacto económico más que positivo, esto se debió principalmente a la elevada producción de carne lograda en cada campaña, con valores promedio de 373 kg/ha. Estas producciones de carne pudieron lograrse gracias a una elevada carga animal y excelentes ganancias diarias, con valores promedio de 6.6 nov/ha y 1.21 kg/día.animal respectivamente, también es importante remarcar la excelente calidad forrajera del CC. La productividad de carne fue similar a la obtenida por Planisich et al. (2017), en dicho trabajo se analizó el pastoreo de rye grass (CC) con vaquillonas Holando Argentino en secuencias de cultivo de soja. Cabe destacar algunas diferencias más que interesantes con respecto a

este estudio, en ambos trabajos se obtuvieron producciones de carne similares (de 300 a 400 kg/ha), pero la duración total del pastoreo fue muy distinta, en el presente trabajo la duración del pastoreo estuvo en torno a los 50 días, mientras que en lo expuesto por Planisich et al. (2017) el mismo fue más prolongado, con valores cercanos a 100 días. El resultado de ambas investigaciones se podría justificar, principalmente, por las elevadas ganancias diarias logradas en esta investigación. Elaborando un análisis más detallado de algunas variables, las excelentes ganancias de peso se podrían fundamentar por medio de las siguientes características: Biotipos utilizados (carnicero vs lechero), recurso forrajero utilizado (mezcla multiespecie vs gramínea) y la carga animal asignada (6.6 animales/ha vs 3.4 animales/ha). Es importante considerar la clase de animales destinados al pastoreo, ya que es un recurso forrajero de muy alta calidad. Por ende, si queremos maximizar la productividad y los ingresos, se deben utilizar biotipos de excelente calidad, que presenten buena ganancia de peso y un elevado precio de mercado.

De las tres campañas, dos de ellas presentaron un régimen hídrico por debajo del promedio para el partido de Pergamino, esto condujo a una sequía acumulada en las dos últimas campañas, lo que repercutió directamente sobre la biomasa de los CC y los rendimientos de los cultivos estivales. Estos resultados estuvieron en relación con lo planteado por Abdalla et al. (2019). En dicho trabajo se observaron reducciones en el rendimiento de los cultivos principales, posteriores a un CC, producto de restricciones edafoclimáticas locales.

Con relación a la biomasa de los CC y a modo de opinión, se considera relevante la idea de proceder cautelosamente a la hora de asignar la carga animal y el tiempo de pastoreo, ya que si producimos un sobrepastoreo del CC muchos de sus beneficios comienzan a perderse y la finalidad de los mismos termina siendo indiferente a la de un verdeo de invierno como se observa en la Ilustración 1 del anexo. Al mismo tiempo debemos aclarar que para lograr una buena performance en los cultivos de cosecha se debe dejar un período mínimo de tiempo entre la finalización de los CC y la siembra de los cultivos estivales con el fin de llegar a la siembra de estos últimos teniendo la misma disponibilidad hídrica que en un barbecho químico tradicional. Este período puede variar de uno a dos meses dependiendo principalmente de las precipitaciones y del agua útil disponible en el suelo como afirma Miranda et al. (2012). En la Ilustración 2 del anexo se observan las grandes diferencias en términos de cobertura de suelo y aportes de materia seca del CC. Es evidente

que el tratamiento con pastoreo no presenta la misma cantidad de residuos en superficie que su par, y esto se encuentra directamente ligado al pastoreo del CC.

Ya se ha hablado del impacto económico de la producción de carne, la cual se considera un efecto directo de la inclusión del pastoreo. Otra variable que produce un cambio en el margen bruto, mucho menor que la producción cárnica, es el rendimiento del cultivo de maíz, asignado como un efecto indirecto de los tratamientos. Este cultivo presentó mayores rendimientos en el tratamiento con manejo mixto, esta mejora en la performance de la gramínea puede explicarse por un mejor establecimiento de la misma, debido principalmente al volumen de rastrojo entre los tratamientos. La ausencia de pastoreo en el tratamiento agrícola condujo a una mayor acumulación de biomasa que afectó negativamente la emergencia del maíz como mencionan Pacente et al. (2021).

El aumento en rendimiento de los cultivos estivales, en el caso del maíz, y al aporte de la producción de carne fueron las bases de una mejora notable en el resultado económico. Sin embargo, cabe destacar que los manejos agronómicos fueron idénticos para ambos tratamientos y estaban destinados a maximizar el pastoreo. Sería de vital importancia hacer un manejo diferencial entre tratamientos con el fin de eficientizar la productividad de ambos. Como ejemplo de esto, podemos enumerar dos variables que estuvieron influenciadas por el manejo: la fecha de siembra del cultivo estival y la fecha de secado de los CC. En la última campaña esto se expresó claramente: el retraso en la fecha de secado del CC terminó repercutiendo en el rendimiento del cultivo de soja. Una posible explicación a esta situación es que el suelo no logró acumular agua en el perfil luego del secado de los CC potenciando aún más la sequía ya presente.

Sería interesante incorporar un tercer tratamiento donde se evalué un sistema agrícola sin CC, es decir, con un barbecho químico invernal, ya que es la alternativa más usada por los productores de la zona.

### **Observaciones**

- Este trabajo es parte de proyecto de Investigación SIB-UNNOBA. *“Evaluación económica y ambiental de alternativas de intensificación sostenible en la cuenca del río Arrecifes.”* (No. 0611/2019)

## **Bibliografía**

Abdalla M., Hastings A., Cheng K., Yue Q., Chadwick D., Espenberg M., Truu J., Rees R.M. & Smith P. (2019). A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology* 25: P 2530-2543.

Bitar M.V., Cabrini S.M., Orlando L., Lingua M., Paolilli C., Fillat F., Elustondo L., Bevaqua F. & Senigaglia C. (2020). Los sistemas productivos del partido de Pergamino. Resultados de una encuesta a productores. EEA INTA Pergamino. Indicadores económicos e informes técnicos. Informe Técnico N.º 2. <https://inta.gob.ar/documentos/los-sistemas-productivos-del-partido-de-pergamino-resultados-de-una-encuesta-a-productores>.

Buratovich M.V. & Acciaresi H.A. (2017). Cultivos de cobertura como moduladores de la emergencia de malezas naturales. Artículo de divulgación. Malezas EEA INTA Pergamino. <https://inta.gob.ar/documentos/cultivos-de-cobertura-como-moduladores-de-la-emergencia-de-malezas-naturales>

Cano P., Cabrini S., Fillat F., Peper A. & Poggio S.L. (2020). Evaluación económica-ambiental de alternativas para intensificar y diversificar las rotaciones agrícolas en el norte de la provincia de Buenos Aires. 51º Reunión anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria (octubre 2020).

Capurro J., Dickie M.J., De Emilio M., Ninfi D., Zazzarini A. & Fiorito C. (2013). Cultivos de Cobertura en Maíz. Análisis económico de su inclusión. EEA INTA Oliveros, AER Cañada de Gómez.

Caviglia O. & Andrade F. (2010). Sustainable intensification of agriculture in the Argentinean pampas: Capture and use efficiency of environmental resources. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology* 3:1-8.

Caviglia O., Sadras O. & Andrade F.H. (2004). Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas. I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat–soybean. *Field Crops Research*. 87:117-129.

Chen G. & Weil R.R. (2011). Root growth and yield of maize as affected by soil compaction and cover crops. *Soil and tillage research* 117: 17-27.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2011.08.001>

Domínguez J., Varela M. F. & Pagliettini L. (2014). Cultivos de cobertura. Evaluación económica de su utilización previa a la siembra de soja en la región pampeana. Presentado en el XLIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. San Juan.

Fernández R., Quiroga A., Noellemeyer E., Funaro D., Montoya J., Hitzmann B. & Peinemann N. (2008). A study of the effect of the interaction between site-specific conditions, residue cover and weed control on water storage during fallow. *Agricultural Water Management*. 95: P 1028-1040.

Ferraro D.O. & Gagliostro M. (2017). Trade - off assessments between environmental and economic indicators in cropping systems of Pampa region (Argentina). *Ecological Indicators*, 83: P 328-337.

Galantini J. (2008). Cereales de invierno como cultivo de cobertura: su contribución al balance de carbono. VII Congreso Nacional Trigo y V Simposio Cereales Otoños Invernales, Santa Rosa, La Pampa.

Gareis R. & Sánchez E. (2017). Cultivos de cobertura de vicia y centeno como antecesores de maíz de fecha de siembra tardía: efecto de la fecha de quemado sobre producción de biomasa, control de malezas y aporte de nitrógeno. UNLPAM.

Ghida Daza C. (2009). Indicadores económicos para la gestión de empresas agropecuarias. Ediciones INTA ISSN 1851-6955 N°11.

Kaspar T.C. & Singer J.W. (2011). The use of cover crops to manage soil. *soil management: building a stable base for agriculture* 21: P 321-337.

Lemaire G., Recous S. & Mary B. (2004). Managing residues and nitrogen in intensive cropping systems. New understanding for efficient recovery by crops. In: *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sept-1 Oct 2004, Brisbane, Australia*, [www.cropscience.org.au/icsc2004/](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/).

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estimaciones Agrícolas. (2021).  
<http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>

Miranda W., Scianca C., Barraco M., Álvarez C. & Lardone A. (2012). Cultivos de cobertura: dinámica del agua luego de dos momentos de secado. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.

Monzón J.P., Mercáu J.L., Andrade J.F., Caviglia O.P., Cerrudo A.G., Cirilo A.G., Vega C.R.C., Andrade F.H. & Calviño P.A. (2014). Maize – soybean intensification alternatives for the pampas. *Field Crops Research*. 162: P 48-59.

Pacente E., Barcellos G., Mattera J., Restovich S., Colombini D., Jauregui R. & Garro L. (2021). Efecto del pastoreo del cultivo de cobertura sobre la producción de maíz para grano. SP 164. 44° Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal.

Parkin M. & Loría Díaz E. (2010). *Microeconomía: versión para Latinoamérica*. Novena edición. Cap. 16: Externalidades. “Las externalidades en la vida diaria”. Editorial: Pearson. P 374.

Pinto P., Fernández Long M. E. & Piñeiro G. (2017). Including cover crops during fallow periods for increasing ecosystem services: is it possible in croplands of Southern South America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 248: P 48–57.

Planisich A., Larripa M. & Galli J. (2017). Evaluación de raigrás anual bajo pastoreo. *Agromensajes* 47: 14-19.

Plastina A., Liu F., Sawadgo W., Miguez F., Carlson S. & Marcillo G. (2018). Annual net returns to cover crops in Iowa. *Economics working papers: Department of Economics, Iowa State University*. 18005.

Portela S, Restovich S., Gonzales H. & Torti M. (2016). Reducción del drenaje profundo y la lixiviación de nitrógeno en rotaciones agrícolas con cultivos de cobertura. *Ecología Austral* 26: P 212 – 220.

Quiroga A., Carfagno P., Eiza M. & Michelena R. (2007). Inclusión de cultivos de cobertura bajo agricultura de secano en la región semiárida pampeana. EEA INTA General Villegas. Jornadas de Cultivos de Cobertura.

Reeling C., Thompson N. & Mintert J. (2021). Carbon markets for us row crop producers: opportunities and challenges. department of agricultural economics. Purdue university. [https://ag.purdue.edu/commercialag/home/wp-content/uploads/2021/06/CarbonMarketsforRowCropAg\\_webinar\\_Reeling\\_Thompson\\_Mintert\\_06-24-21\\_final.pdf](https://ag.purdue.edu/commercialag/home/wp-content/uploads/2021/06/CarbonMarketsforRowCropAg_webinar_Reeling_Thompson_Mintert_06-24-21_final.pdf)

Restovich S., Andriulo A. & Portela S. (2011). Introduction of cover crops in a maize–soybean rotation of the Humid Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics. *Field Crops Research* 128 (2012): P 62–70.

Restovich S., Andriulo A. & Portela S. (2018). Mezcla de cultivos de cobertura: aumento de la diversidad de especies y multibeneficios agroecosistémicos. XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Miguel de Tucumán 2018.

Reyes Hernández M. (2002). Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. *La Calera*, 2: P 40-48.

Rimski-Korsakov H., Alvarez C. & Lavado R.S. (2016). Cultivos de cobertura invernales en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. Vol. 21: P 2-2.

Rótolo G.C., Montico S., Francis C.A. & Ulgiati S. (2015). How land allocation and technology innovation affect the sustainability of agriculture in Argentina Pampas: an expanded life cycle analysis. *Agricultural Systems* 141: P 79-93.

Sainz Rozas H., Eyherabide M., Larrea G., Martinez Cuesta N., Angelini H., Reussi Calvo N. & Wyngaard N. (2019). Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola. Simposio Fertilizar. Mar del Plata. P: 1–37.

Satorre E., De la Fuente E., Mas M., Suárez S., Kruk B., Guglielmini A. & Verdu A. (2020). Efectos de la rotación de cultivos en las comunidades de malezas de los campos agrícolas de soja de la Pampa interior plana. *Protección de Cultivos*. P 130.

Sistema de información sobre sequías para el Sur de Sudamérica (SISSA) <https://sissa.crc-sas.org/monitoreo/indices-de-sequia/> .

Varela F. & Pagliettini L. (2014). Cultivos de cobertura. Análisis económico para su utilización como antecesores de cultivos de cosecha. Asociación Argentina de Economía Agraria.

-----

**Anexo**

*Ilustración 1. Biomasa remanente previa al secado del CC para ambos tratamientos. Fecha: 16/09/2019.*



*Ilustración 2. Cobertura de rastrojo en el cultivo de maíz. Fecha: 17/01/2020*



Tabla 8. Lista de precios para el tratamiento agrícola.

CULTIVO	ACCIÓN	PRODUCTO/SERVICIO	UNIDAD	PRECIOS POR CAMPAÑA (USD/UNIDAD)		
				2018/2019	2019/2020	2020/2021
Cobertura	Curado de semilla	Rilegum TOP	Lts	34,0		
Cobertura	Fertilización	SPS	Kg		0,3	0,3
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	2,4D 2-etilhexil éster EFIMAX(68%E.A)	Lt			5,1
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	24D ester butílico (77% EA)	Lts	3,7		
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Aceite	Lt			2,6
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Adherente silwet	Lt			27,3
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Dicamba	Lts		11,5	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Flumioxazin Sumisoya TOP	Lt			96,6
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Glifosato (48% equivalente ácido)	Lts	3,0		
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lt			4,0
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lts		4,0	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Paraquat	Lts		3,9	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Pasada	Pasada	3,6	4,0	4,0
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Picloram 24%	Lts		14,8	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Speed Weed Maxion	Lts		2,4	
Cobertura	Pulverización preemergente	Glifosato (48% equivalente ácido)	Lts		3,5	
Cobertura	Pulverización preemergente	glifosato 48	Lt			3,7
Cobertura	Pulverización preemergente	Pasada	Pasada		4,0	4,0
Cobertura	Pulverización presembrado	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lts	4,0		
Cobertura	Pulverización presembrado	Pasada	Pasada	3,7		
Cobertura	Semilla	Nabo	Kg	3,3	3,3	3,3
Cobertura	Semilla	Ray grass (Bill max Gentos)	Kg	1,9	1,9	1,9
Cobertura	Semilla	Trébol persa (Gentos)	Kg	3,9	3,9	3,9
Cobertura	Semilla	Vicia billosa Gentos	Kg	2,1	2,1	2,1
Cobertura	Siembra	Pasada	Pasada	32,5	27,0	27,0
Maíz	Comercialización	(en blanco)	Tn		5,6	
Maíz	Comercialización	Secado	Pto/Tn		2,4	
Maíz	Cosecha	Pasada	Pasada		79,3	
Maíz	Fertilización	Pasada	Pasada		7,2	
Maíz	Fertilización	SOLMIX	Kg		0,4	
Maíz	Pulverización cultivo	Atrazina 50%	Lts		3,2	
Maíz	Pulverización cultivo	Convey	Lts		28,0	
Maíz	Pulverización cultivo	Dicamba	Lts		11,5	
Maíz	Pulverización cultivo	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lts		4,0	
Maíz	Pulverización cultivo	Pasada	Pasada		4,0	
Maíz	Pulverización cultivo	Speed Weed Maxion	Lts		2,4	
Maíz	Rendimiento	Maíz	Tn		135,6	
Maíz	Siembra	Maíz DK7220VT3P	Bolsa		166,0	
Maíz	Siembra	Pasada	Pasada		38,7	
Maíz	Siembra	SPS	Kg		0,3	
Soja	Comercialización	(en blanco)	Tn	5,5		5,8
Soja	Cosecha	Pasada	Pasada	59,0		57,5
Soja	Curado de semilla	Pack Premium Palaversich	Kg de semilla	0,1		
Soja	Pulverización cultivo	Aceite	Lts	2,4		
Soja	Pulverización cultivo	Cleptodim (24%)	Lt			10,2
Soja	Pulverización cultivo	Coadyuvante MSO	Lt			27,5
Soja	Pulverización cultivo	Coragen	Lt			267,0
Soja	Pulverización cultivo	Glifosato (48% equivalente ácido)	Lts	3,3		
Soja	Pulverización cultivo	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lt			4,0
Soja	Pulverización cultivo	Haloxifop	Lts	35,5		
Soja	Pulverización cultivo	Pasada	Pasada	3,9		4,5
Soja	Pulverización fungicida	Aceite	Lts	2,6		
Soja	Pulverización fungicida	Stinger	Lts	40,0		
Soja	Pulverización insecticida	Ampligo	Lts	128,0		
Soja	Rendimiento	Soja	Tn	214,7		324,8
Soja	Semilla	CZ 4505	Kg	0,6		
Soja	Semilla	Soja DM 46R18	Kg			0,6
Soja	Siembra	Pasada	Pasada	32,5		35,4

Tabla 9. Lista de precios para el tratamiento mixto.

CULTIVO	ACCIÓN	PRODUCTO/SERVICIO	UNIDAD	PRECIOS POR CAMPAÑA (USD/UNIDAD)		
				2018/2019	2019/2020	2020/2021
Cobertura	Comercialización	Comercialización + Flete	Kg	0,1	0,1	0,1
Cobertura	Curado de semilla	Rilegum TOP	Lts	34,0		
Cobertura	Empleados		Cabeza	2,9	2,5	2,6
Cobertura	Fertilización	SPS	Kg		0,3	0,3
Cobertura		Amortización infraestructura	Cabeza	1,9	1,9	2,3
Cobertura	Producción de carne		Kg	1,3	1,2	1,4
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	2,4D 2-etilhexil éster EFIMAX(68%E.A)	Lt			5,1
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	24D ester butílico (77% EA)	Lts	3,7		
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Aceite	Lt			2,6
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Adherente silwet	Lt			27,3
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Dicamba	Lts		11,5	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Flumioxazin Sumisoya TOP	Lt			96,6
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Glifosato (48% equivalente ácido)	Lts	3,0		
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lt			4,0
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lts		4,0	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Paraquat			3,9	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Pasada	Pasada	3,6	4,0	4,0
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Picloram 24%	Lts		14,8	
Cobertura	Pulverización cultivo cobertura	Speed Weed Maxion	Lts		2,4	
Cobertura	Pulverización preemergente	Glifosato (48% equivalente ácido)	Lts		3,5	
Cobertura	Pulverización preemergente	glifosato 48	Lt			3,7
Cobertura	Pulverización preemergente	Pasada	Pasada		4,0	4,0
Cobertura	Pulverización presiembr	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lts	4,0		
Cobertura	Pulverización presiembr	Pasada	Pasada	3,7		
Cobertura	Sanidad		Cabeza	1,3	1,6	1,5
Cobertura	Semilla	Nabo	Kg	3,3	3,3	3,3
Cobertura	Semilla	Ray grass (Bill max Gentos)	Kg	1,9	1,9	1,9
Cobertura	Semilla	Trébol persa (Gentos)	Kg	3,9	3,9	3,9
Cobertura	Semilla	Vicia billosa Gentos	Kg	2,1	2,1	2,1
Cobertura	Siembra	Pasada	Pasada	32,5	27,0	27,0
Maíz	Comercialización		Tn		5,6	
Maíz	Comercialización	Secado	Pto/Tn		2,4	
Maíz	Cosecha	Pasada	Pasada		79,3	
Maíz	Fertilización	Pasada	Pasada		7,2	
Maíz	Fertilización	SOLMIX	Kg		0,4	
Maíz	Pulverización cultivo	Atrazina 50%	Lts		3,2	
Maíz	Pulverización cultivo	Convey	Lts		28,0	
Maíz	Pulverización cultivo	Dicamba	Lts		11,5	
Maíz	Pulverización cultivo	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lts		4,0	
Maíz	Pulverización cultivo	Pasada	Pasada		4,0	
Maíz	Pulverización cultivo	Speed Weed Maxion	Lts		2,4	
Maíz	Rendimiento	Maíz	Tn		135,6	
Maíz	Siembra	Maíz DK7220VT3P	Bolsa		166,0	
Maíz	Siembra	Pasada	Pasada		38,7	
Maíz	Siembra	SPS	Kg		0,3	
Soja	Comercialización		Tn	5,5		5,8
Soja	Cosecha	Pasada	Pasada	59,0		57,5
Soja	Curado de semilla	Pack Premium Palaversich	Kg de semilla	0,1		
Soja	Pulverización cultivo	Aceite	Lts	2,4		
Soja	Pulverización cultivo	Cleptodim (24%)	Lt			10,2
Soja	Pulverización cultivo	Coadyuvante MSO	Lt			27,5
Soja	Pulverización cultivo	Coragen	Lt			267,0
Soja	Pulverización cultivo	Glifosato (48% equivalente ácido)	Lts	3,3		
Soja	Pulverización cultivo	Glifosato (54% equivalente ácido)	Lt			4,0
Soja	Pulverización cultivo	Haloxypop	Lts	35,5		
Soja	Pulverización cultivo	Pasada	Pasada	3,9		4,5
Soja	Pulverización fungicida	Aceite	Lts	2,6		
Soja	Pulverización fungicida	Stinger	Lts	40,0		
Soja	Pulverización insecticida	Ampligo	Lts	128,0		
Soja	Rendimiento	Soja	Tn	214,7		324,8
Soja	Semilla	CZ 4505	Kg	0,6		
Soja	Semilla	Soja DM 46R18	Kg			0,6
Soja	Siembra	Pasada	Pasada	32,5		35,4

Tabla 10. ANOVA del rendimiento por campaña, tratamiento e interacción entre ambos. Las repeticiones representan el efecto de los bloques.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (tn/ha)	18	0.99	0.98	9.26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	230.19	7	32.91	152.09	<0,0001
Campaña	225.96	2	112.98	522.08	<0,0001
Tratamiento	2.58	1	2.58	11.94	0.0062
Bloque	0.20	2	0.10	0.47	0.6364
Campaña*Tratamiento	1.64	2	0.82	3.78	0.0598
Error	2.16	10	0.22		
Total	232.55	17			

**Test: Bonferroni Alfa=0,10 DMS=1,29493**

Error: 0,2164 gl: 10

Campaña	Tratamiento	Medias	N	E.E.	
2020/2021	MX	0.28	3	0.26	A
2020/2021	AG	0.36	3	0.26	A
2018/2019	AG	5,37	3	0.26	B
2018/2019	MX	6,37	3	0.26	B
2019/2020	AG	8,20	3	0.26	C
2019/2020	MX	9,54	3	0.26	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Tests diagnósticos de residuales: No se rechazan las hipótesis de distribución normal y homogeneidad de la varianza.