



Valorando la rotación y la diversidad de cultivos en producto y resultado económico

Autor: Gonzalo Iribarne, Unidad de Comunicación de FUCREA.

Andrés Contatore¹, Oswaldo Ernst²

1- Ing. Agr. (MBA) Asesor CREA Cruz del Sur. Comisión de asesores de grupos CREA agrícolas-ganaderos.

acontatore@cuatrohojas.com.uy

2- Ing. Agr. (Dr) Profesor Titular, Dpto. de Producción Vegetal. Sistemas de producción – EEMAC. oernst@fagro.edu.uy

1- INTRODUCCIÓN

En lo que va del siglo XXI el crecimiento de la superficie destinada a la agricultura en Uruguay se produjo por su expansión a zonas que a principios de este siglo no estaban bajo uso agrícola, y por sustitución progresiva de la fase pasturas de la rotación. Este proceso describe tanto la expansión de la agricultura en el territorio nacional como dentro de cada predio.

Una de las características diferenciales de los sistemas agrícolas que interesa destacar es que se implementaron a partir de rotaciones con pasturas. Por tanto, las diferencias entre rotar cultivos con pasturas y agricultura continua se manifestarían recién luego de salteada al menos una fase de pasturas. Tomando el 2002 como año de inicio, esto sería recién a partir de 2010, y de manera progresiva en cuanto a la superficie afectada.

La otra es que, si bien soja fue el cultivo dominante durante todo el período, la intensidad de uso del suelo fue cambiando. Mientras que hasta 2010-2011 casi el 50% de

la superficie era soja sembrada sobre barbecho invernal (DIEA, 2011), la implementación de planes de uso y manejo de suelos (Resolución N° 1.564/013 de MGAP/RENARE, 2013) y cambios en las relaciones de precios fueron intensificando el uso agrícola del suelo. En el período 2014-2020 la superficie en barbecho invernal se redujo en casi 300.000 ha (Ernst *et al.*, 2022).

Avalado por la información experimental, mucho se discutió (alertó) sobre los efectos negativos que tendría este proceso sobre la calidad del suelo primero y, como consecuencia de ello, sobre el rendimiento de los cultivos. Pero los rendimientos promedio del país continuaron subiendo (trigo, cebada, maíz, canola) o se mantuvieron estables (soja), su variabilidad responde principalmente a las características climáticas de cada año, el cambio tecnológico «oculta el costo de la degradación del sistema» (Ernst *et al.*, 2020), y la profecía parece no haberse cumplido.

En el entendido de que se ha puesto el esfuerzo en resaltar impactos negativos que son «poco visibles», hemos cambiado la pregunta, pasando de ¿cuánto cuesta?, a ¿cuánto vale?

En este artículo se resumen resultados elaborados y presentados por la comisión de asesores agrícolas-ganaderos de la Federación Uruguaya de Centros de Experimentación Agropecuaria (FUCREA), en el 1er Encuentro Nacional de Agricultura Sostenible organizado por la AUSID (<https://www.youtube.com/watch?v=n3iwXWOe2tw&t=7130s>),

discutiendo acuerdos/desacuerdos con información experimental disponible.

El objetivo es valorar el diseño del sistema de cultivo en kilos de producto y resultado económico. La fuente de información utilizada son los registros de producción e insumos utilizados por productores integrantes de Grupos CREA agrícola-ganaderos en el período 2018 - 2019 hasta 2021-2022.

Una vez cuantificados los efectos sobre el rendimiento y los insumos utilizados en el proceso de producción, se analizaron los resultados económicos, tomando como precios de insumos y productos, los de la zafra 2021/22.

Nos planteamos responder las siguientes preguntas:

¿cuánto vale una secuencia agrícola con niveles crecientes de complejidad (diversidad)?

¿cuánto vale el efecto «chacra nueva» para cada cultivo de manera individual y cuánto vale el «efecto pastura», cuyo impacto se manifiesta, además, sobre la secuencia de cultivos?

El efecto «chacra nueva» se genera rotando con pasturas, ya que la calificación implica como máximo cuatro años de agricultura post pastura. El efecto «chacra vieja» lo genera un sistema de agricultura continua. El impacto de la variable se puede reflejar tanto en el rendimiento como los costos asociados.

2- DESCRIPCIÓN DEL USO DEL SUELO

En este período la soja fue el principal cultivo de verano, creciendo en superficie afectadas al cultivo hasta el verano 2016/17, en el que ocupó el 90% de las unidades productivas (UP) que componen la base de datos (59% soja de primera y 34% de soja de segunda). A partir de 2017/18 comenzó a incrementar el área sembrada con maíz y sorgo. En tanto, en invierno, el trigo fue el principal cultivo hasta 2014/15, siendo posteriormente sustituido de manera creciente por cebada y canola (Figura 1).

Como resultado de la simplificación del sistema de cultivo, creció la proporción de área sembrada sobre «chacras viejas» (Figura 1 b) y la alta frecuencia de cultivos de primera se tradujo en una intensidad de cultivos promedio menor a 1,5 cultivos ha⁻¹ año⁻¹ (Fig. 1). En síntesis, los sistemas de cultivos estuvieron dominados por soja, la diversidad de cultivos se generó fundamentalmente en la fase invernal de la secuencia, el crecimiento de la superficie sembrada sobre «chacras viejas» implica alargamiento de la fase agrícola (reducción del área de pasturas).

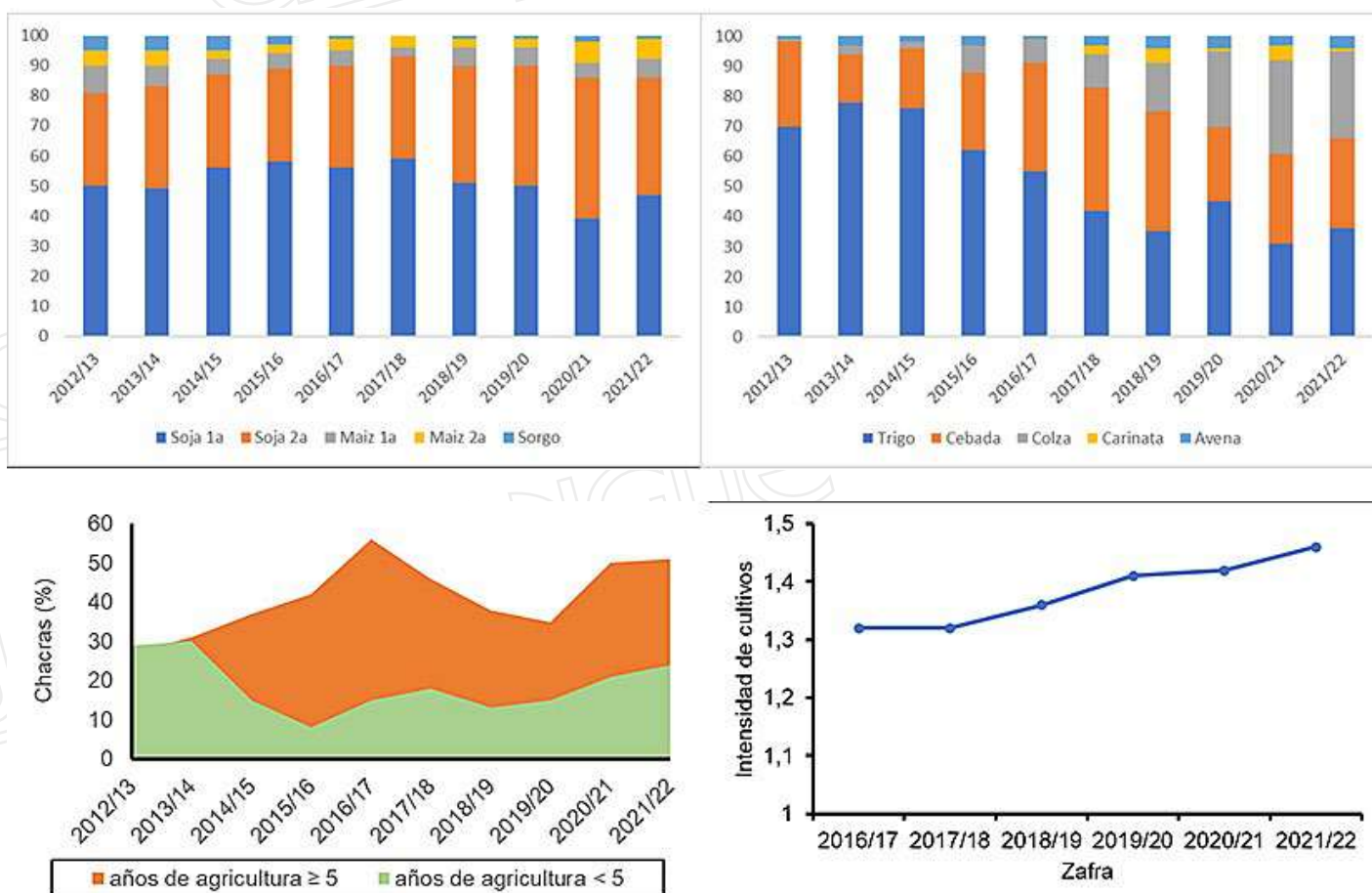


Figura 1. Cambios en la importancia relativa de la superficie sembrada por productores agrícolas ganaderos integrantes de FUCREA con cultivos de verano (izquierda) e invierno (derecha).

3- IMPACTO EN EL RENDIMIENTO Y USO DE NITRÓGENO

El rendimiento medio de trigo y cebada en el período aumentó en 117 y 181 kg ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente, no registrándose cambios significativos en soja. Por tanto, los cambios registrados en el uso del suelo, asociado a la mejora tecnológica implementada en el período en cultivos de invierno, no condicionaron el incremento de rendimiento. Tampoco se manifestaron como impactos negativos en el rendimiento soja. No es objetivo de este artículo, pero en el período se ajustó el paquete tecnológico aplicado destacándose entre otros, el cambio de cultivares, incremento de la fertilización nitrogenada y una estrategia definida para sembrar los cultivos de invierno dentro del rango óptimo de siembra. Como soja fue el cultivo dominante, el ingreso de nitrógeno (N) al sistema se realizó en los cultivos de invierno, pasando de una media de 40 a 60 kg ha⁻¹ al inicio del período, a 120-130 kg ha⁻¹ al final del período. El incremento en las necesidades de N tiene dos componentes: i) incremento de la demanda por mejora genética; ii) reducción del suministro de N desde el suelo (Hoffman *et al.*, 2017; Berger *et al.*, 2023). Comparando el rendimiento medio de trigo y el N aplicado como fertilizante de los primeros cuatro años de la serie contra los últimos 4 años (2245 contra 3750 kg ha⁻¹; 50 contra 110 kg de N ha⁻¹), la productividad parcial del N agregado como fertilizantes se redujo de 45 a 34 kg de grano kg de N agregado⁻¹ aproximadamente. Por la forma de cálculo, este cambio en puede atribuirse, al menos parcialmente, a la reducción del suministro de N desde el suelo. Implica que la contribución relativa del N proveniente del fertilizante se incrementa con los años de agricultura continua, reduciendo su eficiencia de uso. Algo que confirma los resultados obtenidos a nivel experimental (Ernst *et al.*, 2018, 2020). El impacto posiblemente está subestimado, ya que no contempla la reducción en la

concentración de N en grano que ocurrió en estos años.

4- EFECTO ANTECESOR SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS

El efecto antecesor se calculó como la diferencia relativa de rendimiento de cada cultivo sembrado sobre distintos antecesores con relación al rendimiento medio (Cuadro 1).

Si bien la forma de cálculo oculta los posibles efectos de, por ejemplo, la asignación de los cultivos considerando la capacidad de uso del suelo, los resultados son coincidentes con los experimentales, mostrando la reducción del rendimiento esperado para secuencias que repiten los cultivos de invierno (Mazzilli *et al.*, 2016, 2019) o los de verano (Mazzilli y Ernst, 2019). Mientras que el antecesor trigo penalizó en 22% el rendimiento del trigo del siguiente invierno, el de cebada lo hizo en un 4%. El rendimiento de trigo se incrementó cuando siguió a canola o soja de primera (8 y 2% respectivamente). Similar es el análisis para los cultivos de verano, mostrando el efecto positivo del antecesor maíz sobre el rendimiento de soja y el efecto antecesor canola en soja de segunda (1,09 y 1,12 respectivamente). Estos coeficientes reflejan el efecto directo del antecesor y el efecto indirecto que tiene el antecesor sobre la tecnología aplicada en el siguiente, por ejemplo, en la época de siembra, selección del cultivar, manejo de la nutrición. El efecto cuantitativo conjunto resulta de multiplicar el rendimiento medio por el factor de corrección atribuible al antecesor.

Antecesor	Rendimiento relativo				
	Soja 1a	Soja 2a	Trigo	Cebada	Colza
Maíz	1,09				
Soja	0,97				
Colza		1,12			
Cebada		1,03			
Trigo		0,93			
Trigo/Soja			0,78	0,93	0,79
Cebada/Soja			0,96	0,73	0,99
Colza/Soja			1,08	1,01	
Cobertura/Soja			1,02	1,04	1,05
Rendimiento medio (kg ha ⁻¹)	2652	2299	4058	4204	1791

Cuadro 1. Rendimiento relativo al promedio de soja, trigo, cebada y canola según cultivo antecesor. Rendimiento relativo: corresponde al cociente entre el rendimiento medio de un cultivo sembrado sobre un cultivo antecesor específico y el rendimiento promedio de ese cultivo.

5- EFECTO DE ROTAR CON PASTURAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE CADA CULTIVO Y SUS COSTOS

El efecto de rotar con pasturas se cuantificó como efecto «chacra nueva», que implica que esa unidad de producción tiene menos de cinco años de agricultura después de la última fase de pastura.

El rendimiento de trigo, cebada, colza y soja fueron afectados negativamente por los años de agricultura e incrementaron los costos de producción asociados a las necesidades de fertilizante nitrogenado. El efecto combinado se manifestó en una reducción del margen neto (MN) de entre 68 y 95 U\$S ha⁻¹ en cultivos de invierno

y hasta en 170 U\$S ha⁻¹ en soja de segunda (Cuadro 2), lo que representa el valor de rotar con pasturas sobre el rendimiento individual de los cultivos.

6- EFECTO DE LA INTENSIDAD Y DIVERSIDAD DE CULTIVOS EN LA SECUENCIA SOBRE EL MARGEN NETO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

A los efectos de los cálculos, se confeccionó el uso del suelo de un predio imaginario que representa, de manera simplificada, el uso promedio del suelo de toda la superficie agrícola de productores CREA en la zafra 2021/22 (Figura 2a).

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)		Diferencia de rendimiento (%)	Diferencia valorada USD/ha		
	chacra vieja	chacra nueva		producto	costo	Margen Bruto Total
Colza	1791	1907	6%	58	-21	79
Cebada	4204	4382	4%	50	-18	68
Trigo	4058	4333	7%	73	-22	95
Soja 1era	2652	2853	8%	95		95
Soja 2da	2299	2661	16%	170		170

Cuadro 2. Rendimiento en grano de cultivos de invierno y de verano sembrados sobre chacras con 5 o más cultivos después de la última fase de pasturas (chacras viejas) o menos de 5 cultivos (chacras nuevas) y diferencia valorada.

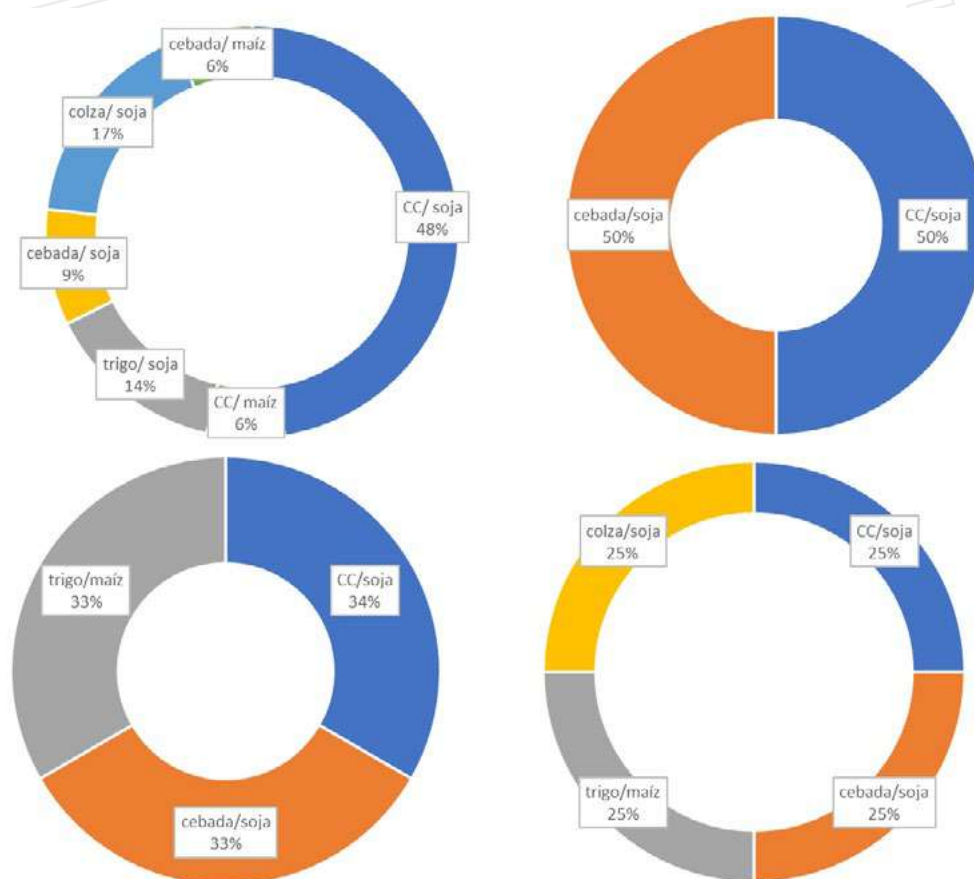


Figura 2. “a” (arriba izq), “b” (arriba dcha), “c” (abajo izq) y “d” (abajo dcha). Uso del suelo (%) (a) un predio teórico, que representa en una hectárea, el uso del suelo de la superficie total sembrada por productores integrantes de FUCREA en cada estación de crecimiento de la zafra agrícola 2021/22 y secuencias agrícolas con igual intensidad de uso del suelo, pero distinta duración y diversidad; (b, c y d).



Jornada de discusión de resultados de la zafra.

El uso del suelo de ese productor imaginario estaría compuesto por un predio con el 48% de la superficie sembrada con soja sobre un cultivo de servicio para generar cobertura invernal del suelo (CC), y un 39% con soja de segunda, siguiendo a trigo (14%), cebada (9%) y canola (17%). Maíz (y sorgo) ocuparía el 6% de la superficie como cultivo de primera y el 17% como doble cultivo anual, siguiendo a cebada. Utilizando el Índice de Shannon para caracterizar la diversidad de cultivos que integran la secuencia cultivo de invierno-cultivo de verano, sería de 1,49.

El MN (U\$S ha⁻¹) generado por este sistema se lo compara contra el generado por otros tres cuya secuencia de cultivos tienen la misma intensidad de uso del suelo, pero distinto número de cultivos por año y diversidad de cultivos (Índice Shannon), buscando capitalizar los efectos residuales positivos de los cultivos antecesores (Figura 2a, b, c y d). Las cuatro secuencias se evaluaron como agricultura continua o rotando con pasturas. Para esto se

aplicó la corrección del MN de cada cultivo que integra la secuencia por la diferencia valorada que generó el «efecto chacra nueva», que surge del Cuadro 2 (Cuadro 3).

El MN del predio «Base FUCREA», que incluye la combinación de cultivos, historia de chacra, precios de insumos y productos de la zafra 2021/22, fue de U\$S109 ha⁻¹. El MN mejoró con la intensidad de uso agrícola del suelo de los sistemas alternativos, pero no con la frecuencia de soja en la secuencia (Cuadro 5), pasando de 109 U\$S ha⁻¹ en el sistema «Base FUCREA», con 87% de la superficie sembrada con soja, a 283 US\$ ha⁻¹ en el Sistema 3, con 75% de la superficie de verano sembrada con soja. Dentro de los sistemas alternativos, el MN se asoció con la diversidad de cultivos de la secuencia y no con la frecuencia de soja, lo que resulta de capitalizar los efectos residuales positivos de los cultivos antecesores. La comparación de «base FUCREA» contra Secuencia 3 sugiere que, como lo cuantificaron *Abbate et al.* (2022) para dinámica de insectos, no solo importa la diversidad de cultivos, sino cómo se compone, por tanto, de la planificación de la secuencia para capitalizar efectos positivos. Cuando todo el sistema rota con pasturas, el rendimiento de los cultivos y los costos de producción se modifican por el «efecto chacra nueva», mejorando el MN de la agricultura. Comparando Base FUCREA contra la mejor alternativa evaluada, la mejora del MN fue de 146 U\$S ha⁻¹ (251 a 396 U\$S ha⁻¹ en Base FUCREA y Sistema 3 respectivamente).

Como el «costo» de tener el 100% de la superficie como «chacra nueva» es rotar con pasturas, se vuelve relevante cuantificar el impacto sobre los indicadores económicos de un sistema integrado, para el caso, el compuesto por la Secuencia 3. Para ello se estimó el promedio de producción

Indicadores de la fase agrícola	Base FUCREA		Secuencia 1		Secuencia 2		Secuencia 3	
	Agricultura continua	rotando con pasturas	Agricultura continua	rotando con pasturas	Agricultura continua	rotando con pasturas	Agricultura continua	rotando con pasturas
Intensidad cultivos	1,46		1,5		1,67		1,75	
Índice Shannon Fase agrícola	1,49		0,69		1,10		1,39	
Soja (%)	87		100		66		75	
Margen Bruto (USDha ⁻¹)	611	753	655	840	775	580	786	898
Renta tierra (USDha ⁻¹)	-402	-402	-402	-402	-402	-402	-402	-402
Costo de estructura (USDha ⁻¹)	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Margen Neto (USDha ⁻¹)	109	251	153	337	273	348	283	396
Efecto rotar con pasturas (USDha ⁻¹)		142		185		75		112

Cuadro 3. Margen Neto (U\$S ha⁻¹) de un predio imaginario bajo el uso actual promedio del suelo (base FUCREA) y tres alternativas con distinta intensidad y diversidad de cultivos operando bajo agricultura continua y rotando con pasturas. Renta: costo de la tierra promedio para la zafra 2021/22, equivalente a 800 kg ha⁻¹ de soja. Costo de estructura: incluye mano de obra no asociada a ningún rubro; costos de administración; vehículos de la empresa; mantenimiento de mejoras; impuestos; depreciaciones. El valor corresponde al promedio de empresas CREA agrícolas.

de carne por hectárea de pradera que logran actualmente los sistemas agrícola-ganaderos de FUCREA en 360 kg ha⁻¹ de pradera, generando un MN de 358 U\$S ha⁻¹ de pradera (Cuadro 4). El precio del kg de carne producido promedio de los último cuatro años fue de U\$S 1,8.

Rotar con pasturas, si bien mejoró el MN de la fase agrícola (931 contra 786 U\$S ha⁻¹), tuvo un impacto negativo sobre el sistema en su conjunto, reduciendo el MN desde 283 a 178 U\$S ha⁻¹. Por tanto, «el costo de rotar con pastura» sería de U\$S 105 ha⁻¹. Esto claramente es una restricción para la implementación de sistemas de agricultura y pasturas integrados en suelos con aptitud agrícola alta y muy alta.

Para igualar el MN de un sistema de agricultura continua, cuyo efecto negativo se cuantificó en reducción de rendimiento e incremento de costos, pero que aun así logra mejores resultados en los indicadores económicos utilizados que rotando con pasturas, es necesario mejorar la producción de carne. Por tanto, la pregunta a responder es ¿cuánto debería ser la producción de carne a partir de la cual se lograría capitalizar los efectos positivos de «generar las chacras nuevas»?

Nuestros resultados muestran que el punto de equilibrio está en torno a 500 kg de carne ha⁻¹ de pasturas, incluyendo en esta superficie, todo el rango de duración de la fase de pastura del predio. Este nivel de producción está dentro de lo alcanzable con la tecnología disponible, siendo una alternativa viable en especial, para productores dueño de la tierra. Para aquellos que pagan renta por suelos con capa-

de uso agrícola alta y muy alta, enfrentan el problema de pagar una renta fija en kg ha⁻¹ año⁻¹ de soja aun durante los años en que el suelo está destinado a pastura. Rotar agricultura con pastura con una producción media actual de carne de 360 kg ha⁻¹ de pradera implicaría pagar una renta de 200 kg de soja menos por hectárea por toda la superficie (cultivos más pasturas) durante todo el período, un 75% de la renta promedio actual de estos productores. Este sería el costo de rotar con pasturas a asumir por los dueños de la tierra.

7- COMPARANDO DOS EMPRESAS CONTRASTANTES REALES

En el Cuadro 5 se presentan el uso del suelo e ingreso de capital de dos empresas reales, integrantes de FUCREA. Una definida como agrícola diversificada, con una intensidad de cultivos de 1,6 y un 23% de la superficie sembrada con maíz y sorgo, y otra que rota la fase agrícola con pasturas destinadas a producción de carne. Esta empresa tiene una intensidad de cultivos menor (1,4) con menor participación de maíz y sorgo (8%) y mayor proporción de soja (88% contra 77% de la superficie de cultivos de verano sembrada con soja respectivamente). La empresa agrícola implementó una rotación de cultivos intensa y diversificada y la agrícola-ganadera una menos diversificada, con mayor participación relativa de soja, pero generando el efecto «chacra nueva» sobre el rendimiento y costos de cultivos.

También representan dos estrategias evaluadas en un experimento de largo plazo instalado en la EEMAC que lograron resultados equivalentes en propiedades del suelo, rendimiento y componentes de las brechas de rendimiento, pero que difieren en sus necesidades de fertilización N (Ernst *et al.*, 2020).

Las dos empresas lograron resultados positivos y mejores que el promedio de las empresas integrantes de la sectorial agrícola-ganadera de FUCREA. La producción de carne de la agrícola-ganadera tomada como ejemplo fue cercana al valor de equilibrio estimado en este trabajo (441 contra 500 kg ha⁻¹ de pastura).

U\$S ha ⁻¹	Agricultura continua	Rotación con pasturas	Diferencia
MB agrícola	786	931	146
MB total	786	680	-105
MN total	283	178	-105

Cuadro 4. Comparando el efecto de rotar con pasturas sobre los márgenes (U\$S ha⁻¹) de la actividad agrícola (Margen Bruto agrícola) y el sistema agrícola-ganadero integrado (Margen Bruto Total y Margen Neto Total) de la Secuencia 3.

	Empresa agrícola	Empresa Agrícola-ganadera integrada	Promedio CREA Agrícola-ganadera
Superficie pastoreo	19%	48%	57%
Superficie agrícola	81%	52%	40%
Producción carne (kg ha ⁻¹ de pastura)	87	441	239
Ingreso de capital promedio (U\$S ha ⁻¹)	816	614	400
Desvío estándar (U\$S ha ⁻¹)	599	317	208

Cuadro 5. De la teoría a la práctica. Uso del suelo, producción de carne e ingreso de capital de dos empresas reales integrantes de FUCREA para el período 2018-2022.

En dos de los últimos cuatro años, la empresa agrícola-ganadera logró mejor ingreso de capital que la agrícola (568 y 384 contra 388 y 260 U\$S ha⁻¹ en 2018-19 y 2019-20 respectivamente), las diferencias en favor de la agrícola se maximizaron al mejorar los precios de los productos (429 y 1075 contra 1057 y 1548 respectivamente). Si bien la variabilidad del resultado fue mayor en la agrícola, ocurrió siempre en valores positivos. Por tanto, si el diseño del sistema de cultivo bajo agricultura continua controla efectos negativos generados por fallas en la secuencia de cultivos (diversidad) y ajusta la mejora tecnológica asociada, genera una presión creciente sobre el mínimo de producción de carne de sistemas agrícolas-ganaderos integrados requeridos para mantenerlos o implementarlos nuevamente.

8- CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de la información anualmente registrada por productores agrícola-ganaderos integrantes de la FUCREA confirma tanto las ventajas de rotar cultivos dentro de la fase agrícola (efecto antecesor) como los problemas generados por los sistemas de agricultura continua implementados en el pasado reciente.

Si bien estos efectos son conocidos, lo relevante es que se manifiestan en rendimiento y costos a nivel de producción. Implica que siguen siendo un problema y, por tanto, alternativas vigentes para mejorar los resultados productivos y económicos.

También se cuantifican los beneficios de rotar con pasturas sobre el rendimiento de los cultivos, pero estas ventajas no mejoraron el resultado económico del sistema de producción integrado. Los resultados de la fase pastura valorada en la producción de carne lograda actualmente, no logran compensar la menor superficie agrícola que implica implementarla.

El proceso de intensificación sostenible de la agricultura supone producir más por unidad de recurso, minimizando impactos que la producción de alimentos tiene sobre el ambiente. Para lograrlo, es necesario incrementar la precisión con la que se usan los insumos, reduciendo ineficiencias y pérdidas. Requiere un enfoque holístico



Día de campo, recorrida de cultivos.

del sistema de producción a distintas escalas, abarcando no solo un cultivo en una estación de crecimiento, sino el sistema en su conjunto durante décadas. Como se hizo en este trabajo, el cambio de escala del análisis supone pasar de cuantificar el efecto en la chacra, a cuantificarlo como resultado en el sistema de producción. Y en este cambio, demuestra que la rotación mejora el rendimiento y resultado económico del subsistema agrícola, y que la limitante para reimplantar sistemas agrícolas-ganaderos integrados pasa, en gran medida, por la brecha de productividad actual de la fase de producir forraje-producción de carne. Pero la intensificación de este subsistema también implica el desafío de calificar como sostenible. El valor del diseño del sistema de producción también debe integrar costos y beneficios ambientales no contemplados en este trabajo, los que serán objetivo de una próxima entrega.

REFERENCIAS

DIEA, 2011. Estadísticas anuales del sector agrícola en Uruguay. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/tematica/diea>.

Ernst, O.; Kemanian, A.; Dogliotti S. 2020. Costos ocultos de la intensificación agrícola. http://www.eemac.edu.uy/canguue/images/revistas/revista_43/Canguue%2043_5NT3.pdf.

Ernst, O.; Alzueta, M. E.; Ernst, F.; Romero F.; Barriola, I.; Bagnato, C.; Álvarez, S.; Piñeiro, G. 2022. Cuantificación de los cambios recientes en el uso del suelo en el litoral Oeste Uruguayo. http://www.eemac.edu.uy/canguue/images/revistas/revista_44/Cang%C3%BC%C3%A9%2044_5NT3.pdf

Ernst, O.; Dogliotti, S.; Cadenazzi, M.; Kemanian, A. 2018. *Shifting crop-pasture rotations to no-till annual cropping reduces soil quality and wheat yield*. Field Crops.

Ernst, O.; Kemanian, A.; Mazzilli, S.; Siri-Prieto, G.; Dogliotti, S. 2020. *The dos and don'ts of no till continuous cropping: Evidence from wheat yield and nitrogen use efficiency*. Field Crops Research, v.: 257 p.:10793.

Hoffman, E.; Perdomo, C.; Fassana, C. N.; Ernst, O.; Berger, A. 2017. Realidades y mitos en el manejo del nitrógeno en cereales de invierno en Uruguay. www.eemac.edu.uy/canguue/joomdocs/canguue_38/Canguue38_NenC.pdf

Mazzilli, S.; Ernst, O. 2019. *Soybean Yield Increases When Maize Is Included in the Cropping System*. Agrosystems Geosciences & Environment, v.: 1 p.:1 - 6,

Mazzilli, S.; Ernst, O. 2019. *Rapeseed-to-Wheat Yield Ratio in Different Production Environments and Effects on Subsequent Summer Crops Yields*. Agrosystems, Geosciences & Environment, v.: 1 p.:1 – 7.

Mazzilli, S.; Ernst, O.; Pereira De Mello, V.; Pérez, C. A. 2016. *Yield losses on wheat crops associated to the previous winter crop: Impact of agronomic practices based on on-farm analysis*. European Journal of Agronomy, v.: 75 p.:99 – 104.