

“Toma de decisión sobre la diversificación de las secuencias de cultivos en la Región Pampeana”

Autores: Cano B. Priscila*, Cabrini M. Silvina**, Gatti, Nicolas***, Pace R. Ignacio*** y Santiago L. Poggio****¹

Fecha: 10 de septiembre de 2022

Categoría: Trabajo de investigación

Área temática:

Modelos organizacionales de la producción, estructura agraria y ruralidad.

Cano Priscila: cano.priscila@inta.gob.ar

Cabrini Silvina: cabrini.silvina@inta.gob.ar

Gatti Nicolas: gatti.nicolas@inta.gob.ar

Ignacio Pace Guerrero: pace.ignacio@inta.gob.ar

Poggio, Santiago: spoggio@agro.uba.ar

¹ *CIEP-INTA; ** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA); *** CIEP-INTA, Universidad del CEMA; ****IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina

“Toma de decisión sobre la diversificación de las secuencias de cultivos en la Región Pampeana”

Abstract

The process of allocating scarce resources to possible uses requires numerous decisions. The land use decision is key in agricultural companies. The objective of this work is to analyze how the objectives and the restrictions faced by the decision maker influence their decision to diversify the crop sequences and intensify the agricultural system. A survey was carried out on farmers in the Arrecifes river basin, where information on crop sequences and different characteristics of the productive unit and the decision maker was collected during the 2017-2018, 2018-2019, and 2019-2020 agricultural campaigns. A Probit model was used to analyze the relationship of different factors with the land use decision-making of the producers. The results show that the probability of choosing more diversified crop sequences is positively related to the size of the productive unit, the objectives pursued by the decision maker and the restrictions faced by the decision maker to choose the level of diversification. Understanding decision-making processes is critical to promoting sustainable agricultural production practices.

Keywords: surveys, land use, sustainable intensification, farming systems

Resumen

El proceso de asignación de recursos escasos a los usos posibles requiere tomar numerosas decisiones. La decisión de uso de la tierra es clave en las empresas agropecuarias. El objetivo de este trabajo es analizar como los objetivos y las restricciones que enfrenta el tomador de decisión influyen en su decisión de diversificación de las secuencias cultivos e intensificación del sistema agrícola. Se realizó una encuesta a agricultores en la cuenca del río Arrecifes, donde se relevó información sobre secuencias de cultivo y diferentes características de la unidad productiva y del tomador de decisión durante las campañas agrícolas 2017-2018, 2018-2019, y 2019-2020. Se utilizó un modelo Probit para analizar la relación de diferentes factores con la toma de decisiones de uso de suelo de los productores. Los resultados muestran que la probabilidad de elegir secuencias de cultivo más diversificadas está positivamente relacionada con el tamaño de la unidad productiva, los objetivos que persigue el tomador de decisión y las restricciones que enfrenta condicionan la decisión de elegir el nivel de diversificación. Comprender los procesos de toma de decisiones es fundamental para promover prácticas de producción agrícola sostenible.

Palabras clave: encuestas, uso de la tierra, intensificación sostenible, sistemas agrícolas

“Toma de decisión sobre la diversificación de las secuencias de cultivos en la Región Pampeana”

1. Introducción

Los sistemas productivos actuales son cuestionados a nivel mundial fundamentalmente por los impactos ambientales que causan. Estos impactos incluyen la disminución de la capacidad productiva de los suelos, la pérdida de biodiversidad, las emisiones de gases de efecto invernadero, los desbalances de nutrientes, principalmente de fósforo y nitrógeno, y los riesgos de contaminación con pesticidas (Pretty et al., 2018; Rockström et al., 2017).

En la región pampeana argentina, las secuencias de cultivos simplificadas, con un alto predominio de la soja, han generado preocupación en la sociedad por estar asociadas a diferentes problemas ambientales (Wingeyer et al., 2015). Ante los actuales sistemas simplificados con predominio de suelos sin cobertura vegetal durante el período invernal, los cambios hacia la intensificación sostenible incluyen el aumento de la proporción de doble cultivo mediante la incorporación de gramíneas (un cultivo estival se siembra inmediatamente después de la cosecha de otro invernal), la inclusión de cultivos de cobertura durante los períodos de barbecho y los cultivos intercalados (dos cultivos comparten todo o parte de su ciclo de crecimiento) (Caviglia et al., 2004; Caviglia y Andrade 2010; Monzón et al., 2014; Bacigaluppo et al., 2020, Hisse et al. 2022).

La pampa argentina se encuentra entre las regiones más importantes del mundo para la producción de alimentos (Hall et al. 1992). Esta región produce 90% de las exportaciones agropecuarias argentinas (INDEC, 2022). Actualmente, en la región pampeana existe heterogeneidad en la decisión sobre el uso de la tierra. Hay productores que deciden sembrar un único cultivo en la temporada completa, generalmente soja, y productores que deciden una combinación balanceada de hasta cuatro cultivos (Cabrini et al., 2019). A pesar de la importancia regional y global de esta área existe poca información de la toma de decisión sobre el uso de la tierra.

El proceso de asignación de recursos escasos a los usos alternativos posibles requiere tomar numerosas decisiones. Cuando se analiza la heterogeneidad en las decisiones tomadas por los productores agropecuarios, un enfoque apropiado es la teoría de la utilidad basada en múltiples atributos (Berkhout et al., 2011), ya que permite considerar los diferentes objetivos que tienen los productores y la importancia que les asignan a cada uno de ellos. El supuesto básico que subyace a esta teoría es que el tomador de decisión elige la alternativa que produce la mayor utilidad considerando atributos múltiples en un conjunto de alternativas posibles. Varios objetivos fueron identificados como determinantes en la toma de decisiones de los productores agropecuarios (Jansen, 2011). Muchas veces estos objetivos están contrapuestos y la decisión es compleja. El peso o relevancia que le da el tomador de decisiones a cada objetivo es determinante para la elección entre alternativas.

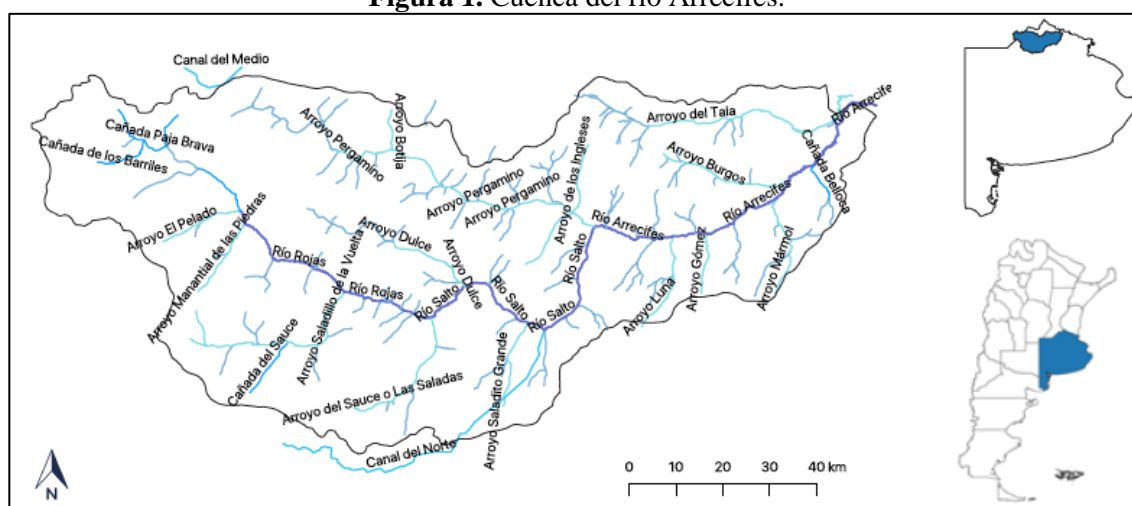
Entender los procesos de toma de decisiones es fundamental para fomentar producción agrícola sostenible. El objetivo de este trabajo es analizar como la tenencia de la tierra, los objetivos y las restricciones que enfrenta el tomador de decisión influyen en su decisión de diversificación de las secuencias cultivos y la intensificación del sistema agrícola.

2. Métodos

2.1 Sitio de estudio

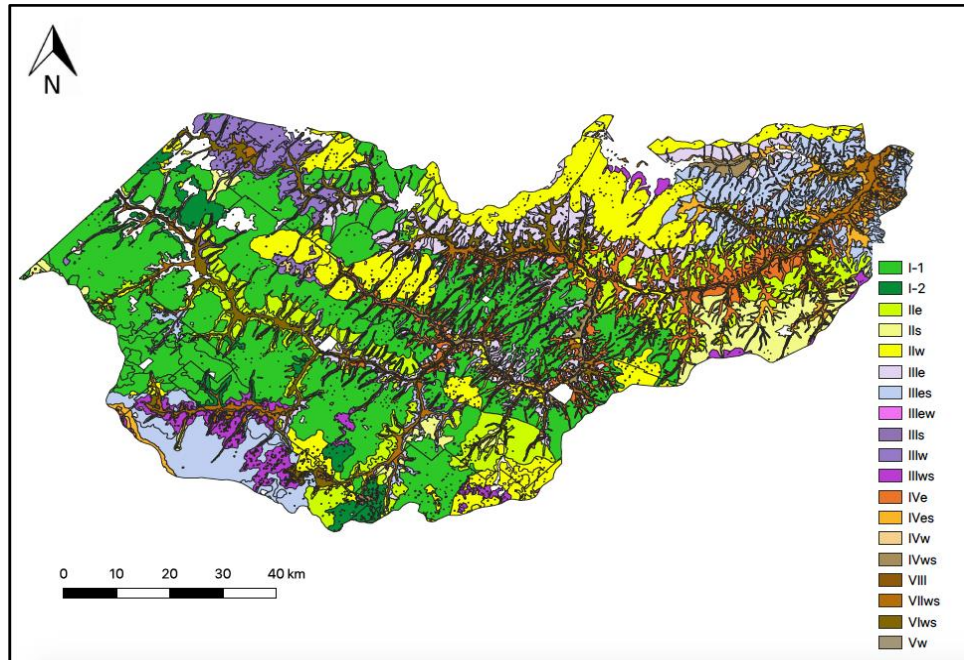
El estudio se realizó en la cuenca del Río Arrecifes (CRA) (Figura 1). Debido a la extensión del área de estudio, se dividió a la CRA en grupos de acuerdo con la proporción de las diferentes clases de capacidad de uso de suelo según la Carta de Suelos de la República Argentina a una escala de 1:50.000 (INTA, 1993) (Figura 2). Se conformaron tres grupos. El grupo 3 se compone de los partidos Arrecifes, Baradero, Capitán Sarmiento y San Pedro, este grupo se caracteriza por tener la menor proporción de suelos agrícolas (clase I y II). El grupo 2 se compone de los partidos Pergamino, Rojas, Salto y Colón y se caracteriza por tener la mayor proporción de suelos agrícolas (clase I y II). Finalmente, el grupo 1 se compone de los partidos Junín, Chacabuco y General Arenales y tiene una proporción de suelo agrícola intermedia entre los otros dos grupos (Figura 3).

Figura 1. Cuenca del río Arrecifes.



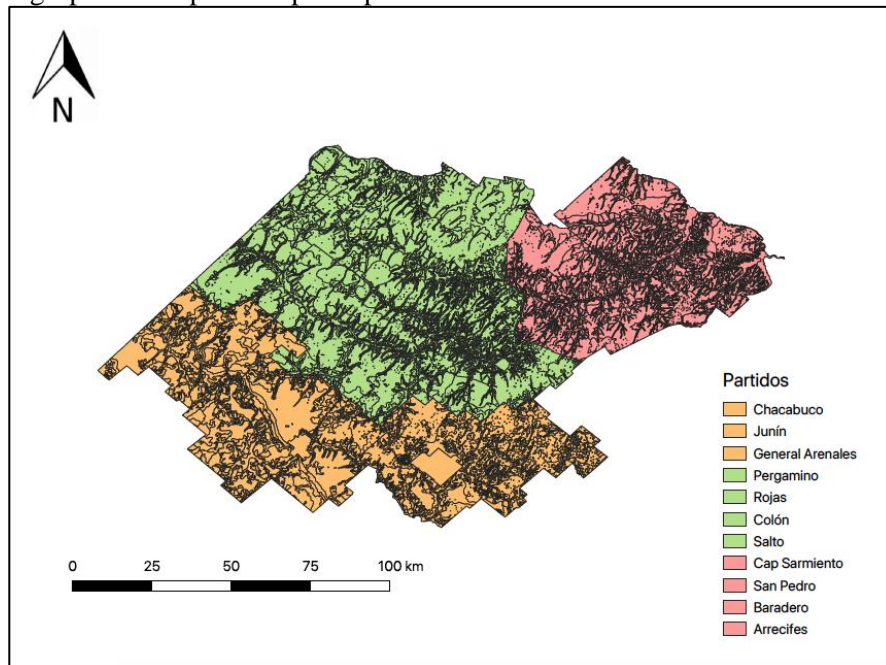
Fuente: Elaboración propia basándose en datos geográficos del Instituto Geográfico Nacional.

Figura 2. Capacidad de uso de la cuenca del río Arrecifes.



Fuente: Elaboración propia basándose en las cartas de suelos de la República Argentina a una escala de 1:50000 (INTA, 1993)

Figura 3. Agrupación de partidos por capacidad de uso de suelo de la Cuenca del Río Arrecifes.



Fuente: Elaboración propia basándose en información del Instituto Geográfico Nacional

2.2 Metodología de muestreo

Se seleccionaron productores utilizando la metodología de muestreo en cuotas. Las cuotas se definieron teniendo en cuenta la superficie agrícola de las unidades productivas de cada partido para el año 2019 con datos proporcionados por Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Se calcularon los cuartiles para cada grupo y se entrevistaron a 10 productores por cuartil. Se encuestaron a un total de 120 productores entre abril de 2020 y marzo de 2021 (Tabla 1).

Tabla 1. Cuartiles de la superficie agrícola de productores para cada grupo

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Cuartil 1	121,2	117,25	100
Cuartil 2	256,35	326,5	180,13
Cuartil 3	492,25	693,5	642
Cuartil 4	>492,25	>693,5	>642

El muestreo por cuotas es una versión no probabilística del muestreo estratificado. Este método puede introducir algún sesgo en la estimación, ya que el entrevistador puede seleccionar a la persona que responde la encuesta. Sin embargo, las muestras de cuotas se utilizan comúnmente para encuestar las opiniones de las personas cuando el muestreo aleatorio no es posible o muy complicado, como es el caso en este estudio (Lohr, 2010).

2.3 Encuesta

El formulario releva información sobre las variables estructurales de la unidad productiva, tamaño, tenencia, y localidad. También se relevan características del responsable de la toma de decisión sobre el uso de la tierra, edad, grado de educación, años de experiencia en la actividad agrícola, si la actividad agrícola es su principal fuente de ingreso, si además de la actividad agrícola realiza otras actividades, y si toma la decisión sobre el uso de la tierra individualmente, con un asesor o familiares. Una de las preguntas centrales releva la secuencia de cultivos y luego se le pide al productor que complete las hectáreas destinadas a cada uno durante las campañas agrícolas 2017-2018, 2018-2019, y 2019-2020. Además, se pregunta sobre los objetivos que persigue a la hora de decidir sobre el uso de la tierra agrícola, para ello se presentan 10 objetivos, que se definieron basándonos en los objetivos reportados en la literatura y en reuniones del equipo de trabajo con extensionistas de INTA. De los 10 objetivos, se le pidió a cada productor que seleccione los 3 objetivos más relevantes a la hora de tomar las decisiones sobre el uso de la tierra y se dio la opción de completar “otros objetivos”. Se pregunta por separado con respecto a las decisiones para la asignación de la tierra propia y de la tierra bajo alquiler. Finalmente, se plantean cinco restricciones y se le pide que las ordene según el su de importancia para su empresa (Anexo 1).

2.4 Nivel de diversificación de las actividades productivas

A partir de las secuencias de cultivos y las hectáreas asignadas a cada uno durante las campañas agrícolas 2017-2018, 2018-2019, y 2019-2020 que los productores indicaron en la encuesta, se calculó el nivel de diversificación de las actividades productivas utilizando el índice de concentración de Herfindahl-Hirschman (HH). Este índice toma valores entre 0 y 10000 y se

utiliza para medir el grado de concentración de las actividades económicas (Parkin y Loria, 2015). En este trabajo, se calcula la suma de los porcentajes al cuadrado de la superficie destinada a cada cultivo agrícola en las tres campañas agrícolas analizadas. El valor más alto (10000) corresponde al uso de la tierra con un solo cultivo, y los valores más bajos corresponden a niveles más altos de diversificación productiva.

2.5 Objetivos y restricciones

Los diez objetivos, que se les plantearon a los productores para que indiquen los más importantes fueron: aumentar el resultado económico en la empresa, reducir el nivel de riesgo económico de la empresa, prevenir la erosión hídrica, generar puestos de trabajo para los miembros de su familia, conservar la biodiversidad, reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos, mantener un alto nivel de materia orgánica en el suelo, reducir las pérdidas de nutrientes del sistema, mantener los niveles de nutrientes del suelo y generar puestos de trabajo. Para incorporarlos al modelo los objetivos fueron reagrupados. Luego para generar las variables que se incluyen en el modelo estadístico se agruparon los objetivos en cuatro categorías. Aumentar el resultado económico en la empresa y reducir el nivel de riesgo económico se agruparon en la categoría “objetivos económicos”. Prevenir la erosión hídrica, conservar la biodiversidad, reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos y reducir las pérdidas de nutrientes del sistema se agruparon en la categoría “objetivos conservación del sistema”. Mantener un alto nivel de materia orgánica en el suelo, y mantener los niveles de nutrientes del suelo se agruparon en la categoría “objetivos conservación del suelo”. Finalmente, generar puestos de trabajo y generar puestos de trabajo para los miembros de su familia, se agruparon en la categoría “generar trabajo”. Para incorporarlos al modelo se formó una variable binaria, indicando 1 en la categoría si el productor tenía uno o más objetivos en la misma, y 0 si no tenía ningún objetivo en esa categoría.

En otra pregunta se plantearon cinco restricciones: disponibilidad de tierra para trabajar, capacidad de gerenciamiento, posibilidad de conseguir personal, disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto y disponibilidad de fondos para los gastos de los cultivos y se les pidió a los productores que las ordenen según su cual era la restricción más importante (1) a la menos importante (5) en el uso de la tierra. Para incorporar esta pregunta en el modelo se formó una variable binaria, indicando 1 si el productor el productor eligió la restricción como la más importante, y 0 si la posicionó en cualquiera de las restantes posiciones.

2.6 Modelo estadístico Probit

Los datos se analizaron con el modelo estadístico Probit, este modelo es utilizado generalmente para estudiar las elecciones entre alternativas (McFadden, 1973) y permite estudiar la relación de los diferentes factores con la toma de decisión de los productores. En los modelos de elección sobre el uso de la tierra, gran cantidad variables independientes han sido estudiadas. El análisis de estas variables permite estimar la probabilidad de que un responsable o grupos de responsables de una empresa agropecuaria con ciertas características estructurales y motivaciones, y bajo distintos escenarios, adopte un determinado uso de la tierra (Knowler y Bradshaw, 2007).

El modelo probit toma la siguiente forma:

$$P (Y = 1 | X) = F(X\beta) \quad (1)$$

Donde X es el vector de variables explicativas y β el vector de parámetros a estimar. Siendo $F(\cdot)$ la función de distribución acumulada normal, donde los valores estimados se hallan estrictamente entre cero y uno $0 < F(X\hat{\beta}) < 1$.

En nuestro caso, 0 equivale a nivel de diversificación de las actividades productivas HH mayor o igual a 2600 (menos diversificado); mientras que 1 corresponde a nivel de diversificación de las actividades productivas HH menor a 2600 (más diversificado). El HH 2600 se tomó como corte, considerando que una secuencia de cultivos con las mismas proporciones asignadas a soja, maíz y trigo/soja 2^{da} tiene un HH de 2500, y se extendió hasta 2600 considerando pequeñas variaciones en esas proporciones. El modelo también cuenta con un vector de variables explicativas (X_n), que para este caso son las variables definidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Listado de variables explicativas que se tuvieron en cuenta en la estimación del modelo Probit.

	Variables	Categorías de las variables
Estructurales de la unidad productiva	Tamaño	Continua (ha)
	Tenencia	Continua (% de tierra alquilada/tierra total)
	Localidad	Grupo 1: Junín, Chacabuco y General Arenales Grupo 2 Pergamino, Rojas, Salto y Colón Grupo 3 Arrecifes, Baradero, Capitán Sarmiento y San Pedro
	Edad	Continua (años)
	Grado de educación	0 - Primario
		1 - Secundario
		2 - Superior relacionado con las ciencias agropecuarias
		3 - Superior no relacionado con las ciencias agropecuarias
	Experiencia en la actividad agrícola	Continua (años)
	Actividad agrícola principal fuente de ingresos	Binaria (no - sí)
Otras actividades además de la agrícola	Binaria (no - sí)	
Toma de decisión	1 - Individualmente	
	2 - Junto con el/los propietario/s	
	3 - Junto con un asesor	
	4 - Junto con familiar/es	
	5 - Otro	
Objetivos	Económicos	Binaria (1- 0)
	Generar trabajo	Binaria (1- 0)
	Conservar el suelo	Binaria (1- 0)
	Conservar el sistema	Binaria (1- 0)
Restricciones	Disponibilidad de tierra para trabajar	Binaria (1- 0)
	Capacidad de gerenciamiento	Binaria (1- 0)
	Posibilidad de conseguir personal	Binaria (1- 0)
	Disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto	Binaria (1- 0)
	Disponibilidad de fondos para los gastos de los cultivos	Binaria (1- 0)

3. Resultados y Discusión

Tabla 3. Efecto marginal promedio y error estandar de las variables explicativas.

	Variables	Efecto marginal	Error Estándar
Estructurales de la unidad productiva	Tamaño	0,122 ***	0,115
	Tenencia	-0,153	0,392
	Localidad_Grupo 1: Junín, Chacabuco y General Arenales	-	-
	Localidad_Grupo 2 Pergamino, Rojas, Salto y Colón	0,026	0,288
	Localidad_Grupo 3 Arrecifes, Baradero, Capitán Sarmiento y San Pedro	0,131	0,301
	Edad	0,486.	0,826
	Grado de educación 0- Primario	-	-
	Grado de educación 1- Secundario	0,053	0,511
	Grado de educación 2- Superior relacionado con las ciencias agropecuarias	0,036	0,49
	Grado de educación 3-Superior no relacionado con las ciencias agropecuarias	0,042	0,572
	Experiencia en la actividad agrícola	-0,011*	0,016
	Otras actividades además de la agrícola	0,098	0,3209
	Fuente	0,072	0,24
	Toma de decisión 1 - Individualmente	-	-
	Toma de decisión 2 - Junto con el/los propietario/s	-0,006	0,449
	Toma de decisión 3 - Junto con un asesor	-0,114	0,343
	Toma de decisión 4 - Junto con familiar/es	0,019	0,639
Toma de decisión 5 - Otro	-0,203	0,476	
Objetivos	Económicos	-	-
	Generar trabajo	0,157	0,484
	Conservar el suelo	0,259***	0,242
	Conservar el sistema	0,158*	0,233
Restricciones	Disponibilidad de tierra para trabajar	0,361***	0,339
	Capacidad de gerenciamiento	0,291*	0,418
	Posibilidad de conseguir personal	0,304*	0,412
	Disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto	0,135	0,378
	Disponibilidad de fondos para los gastos de los cultivos	-	-
Observations	163		
Log Likelihood	-88,65		
Akaike Inf. Crit.	223,2		
Note	0 *** ; 0,001 **; 0,01 *; 0,05 .		

La rigurosidad de estos datos puede verse en el anexo 2.

Con respecto a las características estructurales de la unidad productiva, el modelo mostró significancia para la variable tamaño. Por cada hectárea adicional en la unidad productiva, el tomador de decisión tiene un 12,2% más de probabilidad de optar por un uso del suelo más diversificado. La influencia del tamaño de la unidad productiva en la decisión de un uso de suelo más o menos diversificado se asocia directamente con aspectos económicos. Los agricultores que operan áreas pequeñas son económicamente inviables y deben arrendar sus establecimientos a agricultores que operan áreas más grandes (Bert et al., 2011).

Entre las características del responsable de la toma de decisión sobre el uso de la tierra, las variables edad y experiencia fueron significativas. Por un lado, por cada año adicional de la edad del tomador de decisión tiene un 48,6% más de probabilidad de optar por un uso del suelo más diversificado. Por otro lado, por cada año adicional en la experiencia, el tomador de decisión tiene un 1,1% menos de probabilidad de optar por un uso del suelo más diversificado. Estos resultados

son contraintuitivos, porque a mayor edad se supondría mayor experiencia, y uno afecta positivamente y otro negativamente en la decisión de diversificar las secuencias de cultivos. La relación entre la experiencia y la menor probabilidad de diversificar, puede estar asociada con malas experiencias. Por ejemplo, si en una campaña agrícola decidió realizar un cultivo de cobertura antes del cultivo de renta, y, por algún motivo, la experiencia fracasó, es probable que a futuro tienda a disminuir los cultivos en su secuencia.

El modelo demostró que por cada incremento en los objetivos de conservación del suelo y conservación del sistema, el responsable de la toma de decisión sobre el uso de la tierra, tiene un 25,9% y 15,8% más de probabilidad de optar por un uso del suelo más diversificado, respectivamente. Estos resultados se alinean a los beneficios de conservación del suelo y el ambiente que tiene la diversificación de cultivos.

Finalmente, las restricciones de disponibilidad de tierra para trabajar, capacidad de gerenciamiento, y posibilidad de conseguir personal por cada unidad adicional, el tomador de decisión tiene un 36,1%, 29,1% y 30,4% más de probabilidad de optar por un uso del suelo más diversificado. En este resultado hay que considerar que en la encuesta (anexo 1) se les pidió a los productores que ordenen en cuanto a importancia las cinco restricciones analizadas. Estos resultados indicarían que los tomadores de decisiones con mayor probabilidad de optar por un uso del suelo más diversificado no tienen como restricción la disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto, ni la disponibilidad de fondos para los gastos de cultivos.

4. Conclusiones

Según nuestros resultados, la probabilidad de decisión de diversificar las secuencias de cultivos en los tomadores de decisión de la cuenca del río Arrecifes, está asociada positivamente con el tamaño de la unidad productiva, la edad del responsable de la toma de decisión, a los objetivos de conservar el suelo y el sistema, y a la falta de restricción la disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto y la disponibilidad de fondos para los gastos de cultivos. Y la probabilidad de decisión de diversificar está relacionada negativamente con la experiencia del tomador de decisión. Entender los procesos de toma de decisiones es fundamental para fomentar producción agrícola sostenible.

5. Bibliografía

- Bacigaluppo, S., Enrico, J. M., Estancich, E. P., Garcia, A. V., Kehoe, E., Lago, M. E., ... y Salvagiotti, F. (2020). La intensificación sustentable de la producción, los servicios ecosistémicos y los cultivos de cobertura. EEA Oliveros, INTA.
- Berkhout, E. D., Schipper, R. A., Keulen, H. Van, y Coulibaly, O. (2011). Heterogeneity in farmer`s production decisions and its impact on soil nutrient use: Results and implications from northern Nigeria. *Agricultural Systems*, 104(1), 63–74.
- Bert, FE, Podestá, GP, Rovere, SL, Menéndez, Á. N., Norte, M., Tatara, E., ... & Toranzo, FR (2011). Un modelo basado en agentes para simular cambios estructurales y de uso del suelo en sistemas agrícolas de la pampa argentina. *Modelado ecológico*, 222(19), 3486-3499.

- Cabrini, S. M., Portela, S. I., Cano, P. B., y López, D. A. (2019). Heterogeneity in agricultural land use decisions in Argentine Rolling Pampas: The effects on environmental and economic indicators. *Cogent Environmental Science*, 5(1), 1667709.
- Caviglia, OP, Sadras, VO y Andrade, FH (2004). Intensificación de la agricultura en la Pampa Suroriental: I. Captación y eficiencia en el uso de agua y radiación en doble cultivo trigo-soja. *Investigación de cultivos de campo*, 87 (2-3), 117-129.
- Caviglia, O. P., y Andrade, F. H. (2010). Sustainable intensification of agriculture in the Argentinean Pampas: capture and use efficiency of environmental resources. *Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3, 1-8.
- INTA (1993) Carta de Suelos de la República Argentina a una escala de 1:50000.
- Hisse, I. R., Biganzoli, F., Peper, A. M., y Poggio, S. L. (2022). Annual productivity of cropping sequences: Responses to increased intensification levels. *European Journal of Agronomy*, 137, 126506.
- Jansen, S. J. T. (2011). *The Measurement and Analysis of Housing Preference and Choice*. The Measurement and Analysis of Housing Preference and Choice.
- Knowler, D., y Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food policy*, 32(1), 25-48.
- Lohr, S. L. (2010). *Sampling: design and analysis*, Cengage Learning. Boston, MA.
- McFadden, D. (1973). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior.
- Monzón, JP, Mercau, JL, Andrade, JF, Caviglia, OP, Cerrudo, AG, Cirilo, AG, ... y Calviño, PA (2014). Alternativas de intensificación maíz-soja para la Pampa. *Investigación de cultivos de campo*, 162, 48-59.
- Parkin, M., y Loría, E. (2015). *Microeconomía, un enfoque para América Latina*. México, DF: Pearson Educación.
- Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Flora, C. B., Godfray, H. C. J., ... y Pierzynski, G. (2018). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1(8), 441.
- Rockström, J., Williams, J., Daily, G., Noble, A., Matthews, N., Gordon, L., ... y de Fraiture, C. (2017). "Sustainable Intensification of Agriculture for Human Prosperity and Global Sustainability." *Ambio*, 46(1), 4-17.
- Wingeyer, AB, Amado, TJ, Pérez-Bidegain, M., Studdert, GA, Varela, CHP, García, FO y Karlen, DL (2015). Impactos en la calidad del suelo de las prácticas agrícolas actuales de América del Sur. *Sostenibilidad*, 7(2), 2213-2242.

Anexo 1 Encuesta

Encuesta sobre la toma de decisión en la empresa agrícola

Estimado productor,

Los datos obtenidos en esta encuesta serán utilizados para estudiar como los productores toman decisiones sobre el uso de la tierra, como parte de una tesis doctoral y de un proyecto de investigación de INTA y UNNOBA.

La encuesta abarca los partidos de Arrecifes, Baradero, Capitán Sarmiento, Chacabuco, Colón, General Arenales, Junín, Pergamino, Rojas, Salto y San Pedro.

Estimamos que le llevará unos 15 minutos completar la encuesta y las respuestas son anónimas.

Queremos agradecerle desde ya por su esfuerzo en responder este cuestionario.

¿Cuál es su edad?

¿Cuál es su grado de educación alcanzado?

Primario

Secundario

Terciario no relacionado con las ciencias agropecuarias

Terciario relacionado con las ciencias agropecuarias

Universitario no relacionado con las ciencias agropecuarias

Universitario relacionado con las ciencias agropecuarias

Posgrado no relacionado con las ciencias agropecuarias

Posgrado relacionado con las ciencias agropecuarias

¿Cuántos años de experiencia tiene en la actividad agrícola?

¿Qué actividades realiza?

Ninguna

Agrícola

Ganadera

Otro (especifique)

¿Es la actividad agropecuaria su principal fuente de ingresos?

Sí
No

¿Posee tierra propia?

Sí
No

Si desea déjenos su contacto para recibir los resultados de esta encuesta (opcional)

Parte A: Tierra propia
Encuesta sobre la toma de decisión en la empresa agrícola
Toma de decisión en **tierra propia**

¿Qué secuencia de cultivos tuvo su tierra propia en las últimas 3 campañas?

Ej: Maíz - Soja 1° - Trigo/Soja 2°

¿En qué localidad se encuentran la mayor cantidad de hectáreas propias trabajadas?

En caso de tener hectáreas propias en otra localidad además de la mencionada, ¿podría indicar la/s localidad/es?

¿Cuántas hectáreas tiene en propiedad?

¿Cuántas hectáreas de su propiedad dedica a la agricultura?

¿Cede la tierra propia en alquiler?

No
Sí (sin restricciones en el contrato)

Sí (con restricciones en el contrato) ¿Cuáles?

¿Cómo decide el uso de la tierra propia?

Individualmente

Junto con un asesor

Junto con uno o más familiares

Otro (especifique)

Si recuerda ¿Podría indicar para la campaña 2019/2020 la cantidad de hectáreas o el porcentaje que sembró en tierra propia para cada uno de los siguientes cultivos?

Soja
Maíz
Maíz tardío
Trigo/Soja 2da
Cebada/Soja 2da
Arveja/Maíz 2da
Cultivo de cobertura
Verdeo de invierno
Pastura
Otro (especifique)

Si recuerda ¿Podría indicar para la campaña 2018/2019 la cantidad de hectáreas o el porcentaje que sembró en tierra propia para cada uno de los siguientes cultivos?

Soja
Maíz
Maíz tardío
Trigo/Soja 2da
Cebada/Soja 2da
Arveja/Maíz 2da
Cultivo de cobertura
Verdeo de invierno
Pastura
Otro (especifique)

Si recuerda ¿Podría indicar para la campaña 2017/2018 la cantidad de hectáreas o el porcentaje que sembró en tierra propia para cada uno de los siguientes cultivos?

Soja
Maíz
Maíz tardío
Trigo/Soja 2da
Cebada/Soja 2da
Arveja/Maíz 2da
Cultivo de cobertura
Verdeo de invierno
Pastura
Otro (especifique)

¿Podría indicar los 3 objetivos MÁS RELEVANTES a la hora de tomar decisiones en tierra propia?

Aumentar el resultado económico en la empresa
Reducir el nivel de riesgo económico de la empresa
Prevenir la erosión hídrica
Generar puestos de trabajo para los miembros de su familia
Conservar la biodiversidad
Reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos
Mantener un alto nivel de materia orgánica en el suelo
Reducir las pérdidas de nutrientes del sistema
Mantener los niveles de nutrientes del suelo
Generar puestos de trabajo

¿Si tiene objetivos que no fueron mencionados en la pregunta anterior, ¿Podría indicar cuales son?

¿Podría indicar los 3 objetivos MENOS RELEVANTES a la hora de tomar decisiones en tierra propia?

Aumentar el resultado económico en la empresa
Reducir el nivel de riesgo económico de la empresa
Prevenir la erosión hídrica
Generar puestos de trabajo para los miembros de su familia
Conservar la biodiversidad
Reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos
Mantener un alto nivel de materia orgánica en el suelo
Reducir las pérdidas de nutrientes del sistema
Mantener los niveles de nutrientes del suelo
Generar puestos de trabajo

¿Podría ordenar los siguientes factores que representan las restricciones más importantes en el uso de la tierra propia? (1 es más importante y 5 menos importante)

Disponibilidad de tierra para trabajar
Capacidad de gerenciamiento
Posibilidad de conseguir personal
Disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto
Disponibilidad de fondos para los gastos de los cultivos

Si tiene restricciones que no fueron mencionados en la pregunta anterior, ¿Podría indicar cuales son?

¿Cuáles considera que son las principales limitantes para incluir una mayor diversidad de cultivos en su rotación en tierra propia?



Además de la tierra propia, ¿trabaja tierra en alquiler?

Sí
No

Parte B:

Encuesta sobre la toma de decisión en la empresa agrícola
Toma de decisión en **tierra alquilada**

¿Qué secuencia de cultivos tuvo en la tierra alquilada en las últimas 3 campañas?

Ej: Maíz - Soja 1° - Trigo/Soja 2°

¿En qué localidad se encuentran la mayor cantidad de hectáreas alquiladas?

En caso de alquilar en otra localidad además de la mencionada, ¿podría indicarla/s localidad/es?

¿Cuántas hectáreas alquila?

¿Cuántas hectáreas de alquiler dedica a la agricultura?

¿Cuál es la modalidad más frecuente de alquiler para agricultura?

Contrato por una campaña, quintales fijos
Contrato por una campaña, a porcentaje
Contrato por más de una campaña, quintales fijos
Contrato por más de una campaña, a porcentaje

En la modalidad más frecuente de alquiler ¿Le alquila la tierra a un miembro de su familia?

Sí

No
Sólo un porcentaje

En la modalidad más frecuente de alquiler ¿Existen restricciones en el contrato sobre el uso de la tierra?

No
Sí (¿Cuáles?)

¿Hace cuánto tiempo trabaja los lotes bajo la modalidad más frecuente de alquiler?

Menos de 3 años
De 3 a 5 años
De 6 a 10 años
Más de 10 años

Si recuerda ¿Podría indicar para la campaña 2019/2020 la cantidad de hectáreas o el porcentaje que sembró en tierra alquilada para cada uno de los siguientes cultivos?

Soja
Maíz
Maíz tardío
Trigo/Soja 2da
Cebada/Soja 2da
Arveja/Maíz 2da
Cultivo de cobertura
Verdeo de invierno
Pastura
Otro (especifique)

Si recuerda ¿Podría indicar para la campaña 2018/2019 la cantidad de hectáreas o el porcentaje que sembró en tierra alquilada para cada uno de los siguientes cultivos?

Soja
Maíz
Maíz tardío
Trigo/Soja 2da
Cebada/Soja 2da
Arveja/Maíz 2da
Cultivo de cobertura
Verdeo de invierno
Pastura
Otro (especifique)

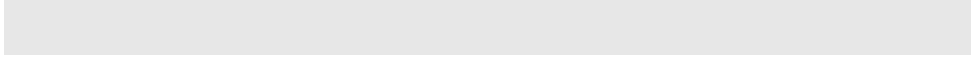
Si recuerda ¿Podría indicar para la campaña 2017/2018 la cantidad de hectáreas o el porcentaje que sembró en tierra alquilada para cada uno de los siguientes cultivos?

Soja
Maíz
Maíz tardío
Trigo/Soja 2da
Cebada/Soja 2da
Arveja/Maíz 2da
Cultivo de cobertura
Verdeo de invierno
Pastura
Otro (especifique)

¿Podría indicar los 3 objetivos MÁS RELEVANTES a la hora de tomar decisiones en tierra alquilada?

Aumentar el resultado económico en la empresa
Reducir el nivel de riesgo económico de la empresa
Prevenir la erosión hídrica
Generar puestos de trabajo para los miembros de su familia
Conservar la biodiversidad
Reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos
Mantener un alto nivel de materia orgánica en el suelo
Reducir las pérdidas de nutrientes del sistema
Mantener los niveles de nutrientes del suelo
Generar puestos de trabajo

Si tiene objetivos que no fueron mencionados en la pregunta anterior, ¿Podría indicar cuales son?



¿Podría indicar los 3 objetivos MENOS RELEVANTES a la hora de tomar decisiones en tierra alquilada?

- Aumentar el resultado económico en la empresa
- Reducir el nivel de riesgo económico de la empresa
- Prevenir la erosión hídrica
- Generar puestos de trabajo para los miembros de su familia
- Conservar la biodiversidad
- Reducir el impacto ambiental por el uso de agroquímicos
- Mantener un alto nivel de materia orgánica en el suelo
- Reducir las pérdidas de nutrientes del sistema
- Mantener los niveles de nutrientes del suelo
- Generar puestos de trabajo

¿Podría ordenar los siguientes factores que representan las restricciones más importantes en el uso de la tierra alquilada? (1 es más importante y 5 menos importante)

Disponibilidad de tierra para trabajar

Capacidad de gerenciamiento

Posibilidad de conseguir personal

Disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto

Disponibilidad de fondos para los gastos de los cultivos

Si tiene restricciones que no fueron mencionados en la pregunta anterior, ¿Podría indicar cuales son?

¿Cómo decide el uso de la tierra de la modalidad más frecuente de alquiler?

Individualmente

Junto con el propietario/los propietarios del campo

Otro (especifique)

¿Cuáles considera que son las principales limitantes para incluir una mayor diversidad de cultivos en su rotación en tierra alquilada?

Anexo 2. Robustez de los resultados

Clasificación de variables	Tipo de variable	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
		Estimado (significancia)		
Estructurales de la unidad productiva	Tamaño	0.256 ^{***}	0.367 ^{***}	0.242 ^{**}
	Tenencia	-0.432	-0.409	-0.594 [*]
	Localidad	0.204	0.161	0.259 [*]
Características del responsable de la toma de decisión sobre el uso de la tierra	Edad	0.610	0.926	0.812
	Grado de educación	0.079	-0.029	0.092
	Experiencia en la actividad agrícola	-0.021	-0.028 [*]	-0.026 [*]
	Actividad agrícola principal fuente de ingresos	0.174	0.148	0.252
	Otras actividades además de la agrícola	0.187	0.316	0.184
	Toma de decisión	-0.039	-0.076	-0.044
Objetivos	Económicos	-	-	
	Generar trabajo	-	0.761 [*]	
	Conservar el suelo	-	0.744 ^{***}	
	Conservar el sistema	-	0.508 ^{**}	
Restricciones	Disponibilidad de tierra para trabajar	-	-	0.878 ^{***}
	Capacidad de gerenciamiento	-	-	0.707 [*]
	Posibilidad de conseguir personal	-	-	0.472
	Disponibilidad de maquinaria adecuada y en el momento correcto	-	-	0.472
	Disponibilidad de fondos para los gastos de los cultivos	-	-	-
	Constant	-3.930 [*]	-6.370 ^{**}	-5.112 ^{**}
Note:	Observations	163	163	163
	Log Likelihood	-103215	-96641	-97723
	Akaike Inf. Crit.	226429	219282	223446
	Pseudo R-squared	0,12	0,13	0,12

*p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01