

Mosaicos de frontera. Articulación territorial entre las diversas modalidades de la expansión sojera, Argentina 1988-2002

Germán Rosati
CONICET / IDAES-UNSAM / PIMSA

Resumen

Este trabajo forma parte de un proyecto más general que se propone analizar e identificar a nivel de la formación social argentina las principales relaciones entre los procesos de expansión de la frontera agrícola, los cambios en el uso del suelo y algunos procesos demográficos existentes en zonas rurales/agropecuarias en las últimas tres décadas. Se propone, específicamente, realizar una primera aproximación a la articulación regional de las diferentes modalidades de expansión de la frontera agrícola. Se hará énfasis en la expansión sojera, en tanto se trata del principal vector de los movimientos de la frontera agrícola en el período. Particularmente, se abordan las siguientes preguntas: ¿la expansión sojera se da hacia zonas “nuevas” o existe un proceso de sustitución de producciones previas? ¿Bajo qué modalidades se produce dicha expansión? ¿Cuál es su articulación territorial?

Se utilizaron fuentes secundarias (datos censales agropecuarios del año 1988 y 2002 y del Monitor de Desmonte) a nivel departamental. A partir de las distribuciones marginales de superficie sembrada para cada departamento se estimaron modelos de inferencia ecológica para abordar el problema de la sustitución. También se incorpora información sobre otras variables asociadas (el peso de soja de segunda, la expansión de superficie cultivada en el período intercensal y la proporción de hectáreas deforestadas). A su vez, se construyó una tipología de modalidades de expansión para cada uno de los departamentos del país.

Palabras clave

frontera agraria, sojización, estructura agraria, inferencia ecológica, uso del suelo, articulación territorial

Abstract

This work forms part of a more general project that aims to analyze and identify at the level of the Argentine social formation the main relationships between the expansion processes of the agricultural frontier, changes in land use and some existing demographic processes in rural areas / agriculture in the last three decades. It is specifically proposed to make a first approach to the regional and territorial articulation of the different expansion modes of the agricultural frontier. Soybean expansion will be the main focus since it is the main vector of agricultural frontier movements in the period. In particular, the following questions are addressed: is soybean expansion taking place towards “new” areas or is there a process of substitution of previous productions? Which are the modalities of this expansion? How is its territorial articulation?

Secondary sources were used (agricultural census data from 1988 and 2002 and the Clearance Monitor) at the departmental level. From the marginal distributions of planted area for each department, ecological inference models were estimated to address the problem of substitution. Information on other associated variables is also incorporated (weight of second harvest soybeans, expansion of cultivated surface in the intercensal period and proportion of hectares deforested). A typology of expansion modalities was built for each of the country's departments.

Key words

agrarian frontier - soybean expansion - agrarian structure - ecological inference - territorial articulation

Introducción

Una de las transformaciones recientes en el sector agropecuario es la incorporación a la producción agrícola de zonas consideradas previamente como “marginales” o “no productivas”. Este proceso de expansión de la frontera agrícola parece iniciarse hacia mediados de la década del 70 y no incluye solamente a provincias por fuera de la región pampeana, sino que la frontera se corre también hacia zonas con una menor intensidad de explotación como el interior de la misma región pampeana (Borrello 1988) y, posteriormente, hacia zonas como el noreste (NEA) o el noroeste (NOA). Esta expansión ha tenido como uno de sus principales vectores a la soja.

Este trabajo, se propone realizar una primera aproximación sistemática al análisis de las diferentes modalidades de la expansión sojera. ¿La soja se expande hacia zonas “nuevas” o existe un proceso de reemplazo de producciones previas? ¿Bajo qué modalidades se produce dicha expansión (avance sobre nuevas tierras, sobre otras actividades, etc.)? Al mismo tiempo, se pregunta por la articulación territorial de dichas modalidades. ¿Cómo se combinan en el territorio dichas modalidades en la primera etapa de expansión sojera (1988-2002)?

La literatura existente (Aizen, Garibaldi y Dondo 2009, Paez 2016, Viglizzo et al 2010) identifica varias formas de la expansión sojera: 1) procesos de desmonte y deforestación, 2) desplazamiento de la actividad ganadera; 3) introducción de soja de segunda (también conceptualizada como “adición de producciones” que conlleva la posibilidad de realizar dos cosechas, por ejemplo, trigo-soja) y 4) sustitución del área sembrada con otras actividades. Ahora bien, en buena medida “no existen trabajos que cuantifiquen la magnitud de esta disminución (...) [ni si] esta tendencia a la disminución en la diversidad es similar a la que se observó en períodos anteriores en la Argentina” (Aizen, Garibaldi y Dondo, 2009: 46).

Los cambios en la ganadería no parecen haber generado grandes discusiones en la literatura. El proceso consistiría en una redistribución geográfica de dicho stock (especialmente, hacia las provincias del noreste) y una intensificación en la explotación ganadera (a través del uso de *feedlots*). Muchos trabajos muestran que la cantidad de cabezas de ganado se reduce en la zona núcleo y se incrementa en zonas vinculadas al NOA y al NEA¹. También la información del stock ganadero a nivel provincial parece confirmar esta imagen (Rosati 2013). Dado que los Censos contabilizan la cantidad de cabezas y no la superficie ocupada por ganado, se hace sumamente difícil incluirlos en los modelos de inferencia ecológica que se utilizarán en el presente trabajo, sin tener algún tipo de coeficiente que permita traducir la cantidad de cabezas a superficie ocupada.

Particularmente relevante ha sido la discusión acerca de la relevancia de la segunda y la tercera modalidad. ¿La soja se expande a costa de otras actividades o se adiciona como cultivo de “segunda”? Trigo y otros autores (2002) señalan que esta última es la modalidad predominante en la expansión sojera: “la expansión del área sojera por encima de la tendencia preexistente en 1996, se hizo principalmente a través de la combinación siembra directa-soja de segunda. Ello implica que no sustituyó a otros cultivos” (Trigo et al 2002: 135). Al mismo tiempo, Paez (2016) plantea una hipótesis similar para el período 2004-2014.

Sin embargo, la información presentada por Rodríguez (2006: 87) para el período 1991-2006 parece refutar este hecho, al menos en lo que se refiere a la provincia de Buenos Aires: “Para el período 1995/96 a 2004/2005 el área 84,8% del incremento de las superficies destinadas a soja se debe a su ampliación como cultivo de primera”. A su vez, persiste un

¹ “En las provincias consideradas en este artículo, la expansión agrícola fue acompañada entre 1988 y 2002 por un aumento de la carga animal en el campo. En la mayor parte de la zona cerealera pampeana la carga ganadera disminuyó, mientras que en las áreas que, sin serlo antes, se transformaron en agrícolas, o las que rodean al núcleo agrícola pampeano, aumentó (...)” (Paruelo et al 2005: 17-18).

problema en la mayoría de los casos. El análisis de estadísticas agregadas plantea una cuestión metodológica compleja en su resolución: es difícil a partir del conteo crudo de superficies agregadas cuantificar el peso de los procesos de reemplazo/sustitución en tanto no se conocen los valores desagregados por hectárea. En ese sentido, este trabajo presenta un primer intento para dicha estimación mediante técnicas de inferencia ecológica. Una alternativa consiste en el análisis de imágenes satelitales: Volante et al (2015) realizan un análisis mediante teledetección de los principales sistemas de cultivo en 5 países de la región. Si la hipótesis del predominio del doble cultivo sojero fuera cierta, debería observarse una proporción mayoritaria de este sistema. Esto no ocurre: en 2001, el área con doble cultivo (detectada mediante el análisis de imágenes satelitales) representaba el 14% de la superficie total cultivada en Argentina (Volante et al, 2015 : 184). No obstante, podría suceder que en ciertas zonas, el doble cultivo tenga importancia (y, de hecho, es el caso como se verá más adelante).

Este último punto introduce la cuestión de las modalidades territoriales de la expansión sojera. Si bien es posible y relevante identificar cuál es la modalidad de expansión predominante, también resulta necesaria una aproximación a la articulación entre estas diversas modalidades; es decir, a la co-ocurrencia (al menos a nivel de departamento) entre los diferentes procesos.

En general, los estudios abordan esta problemática “regionalmente”, es decir, analizando de qué formas se da el incremento sojero en el país. Estas miradas regionales pueden estar basadas tanto en estudios de caso, es decir, en el análisis de estos procesos en determinados departamentos y/o provincias (León, Prudkin y Reboratti 1985, Rodríguez 2008, Steimbregger, Radnonich y Bendini 2003, Valenzuela 2014) como en miradas más generales a partir de la consideración de estadísticas agregadas a nivel nacional o regional (Ackhar et al 2011, Azcuy Ameghino y León 2005, Azcuy Ameghino y Ortega 2010). La primera estrategia intenta aportar mediante un análisis más focalizado, ganando en una descripción detallada del fenómeno. La desventaja es que puede llevar a perder de vista procesos estructurales de mayor escala. La segunda, si bien logra brindar un panorama general del fenómeno puede, a su vez, perder en dicha agregación la especificidad de la información analizada.

Existen algunas aproximaciones que combinan alta desagregación de información con el intento de avanzar en una mirada general del problema. Así Viglizzo et al (2010) realizan un análisis de la expansión de la frontera agrícola desde mediados de la década del ‘50 hasta mediados de la década del 2000. Identifican algunos frentes en expansión (centro del país con dirección Noroeste) y otros en retracción o en modo estacionario (zona de la pradera pampeana y Pampa Deprimida o inundable). El análisis regional que realizan los autores se basa en criterios climáticos y ambientales.

Ya sea porque se trata de estudios agregados o localizados, parece existir una carencia en la literatura sobre la expansión sojera, en particular, y de la frontera agraria en general: resulta necesaria una mirada que logre articular estas diferentes modalidades. Los diferentes estudios citados se centran en alguna(s) de la(s) modalidades y en muchos casos buscan cuantificar el peso de las mismas. Pero, o bien, amplían su mirada geográfica y reducen la cantidad de modalidades analizadas o bien, lo inverso: se intenta cuantificar los diferentes procesos pero se acota el alcance geográfico de los análisis. Esto resulta un problema en tanto, como mencionaremos más adelante, las dinámicas del movimiento de las fronteras no tienen una forma lineal en el tiempo ni en el espacio: como mencionan Kröger y Nygren, (2020) la expansión forma *patchworks* (mosaicos) territoriales.

Parte del problema reside, obviamente, en la heterogeneidad de las múltiples fuentes de datos: imágenes satelitales, datos censales, datos de estimaciones agrícolas, etc. Todas estas fuentes presentan procesos de producción diferentes y niveles de agregación diferentes. No obstante, en el presente trabajo se intentará abordar todas las formas de expansión

identificadas (con la excepción de sustitución de la ganadería por soja, por los motivos mencionados más arriba) para poder obtener una mirada de conjunto del proceso de expansión sojera. Esto implica homogeneizar estas fuentes de datos y llevarlas al nivel departamental: una unidad de nivel de agregación “intermedia” entre las diferentes fuentes. Lo cual trae aparejada necesariamente, la imposibilidad de diferenciar los procesos al interior de los departamentos pero, al mismo tiempo, se logrará tener una mirada de conjunto sobre el total de la estructura agraria argentina, pudiendo identificar diferentes articulaciones (es decir, co-ocurrencias de las diferentes modalidades en tales departamentos). A su vez, la etapa analítica utiliza diferentes técnicas de estimación (inferencia ecológica) y de análisis (clustering) para detectar la articulación entre dichos procesos.

En última instancia, este trabajo busca poder llegar a una tipología (a nivel departamental) que permita ver las articulaciones regionales de las diversas modalidades de expansión sojera en el período 1988-2002. Este período comprende lo que se ha denominado la primera fase de expansión y su consolidación (Martínez Dougnac 2013). En efecto, el inicio del incremento del peso de la producción de soja comienza hacia la década del ‘80, luego de un período de experimentación y hacia el año 2002 la cantidad de soja sembrada en Argentina se encontraba en pleno ascenso.

Frontera, sojización, y territorio: algunas precisiones conceptuales

Como puede desprenderse de la introducción anterior el presente trabajo aborda una de los vectores más importantes del movimiento de la frontera agraria en el período: la expansión sojera. En alguna medida, ciertas conceptualizaciones clásicas sobre la “frontera” suele estar (erróneamente) asociada a la existencia de “territorios vacíos”. Reboratti (1990) realiza un análisis sobre los problemas de esta noción.

En términos generales, la conceptualización de las fronteras agropecuarias, asume la existencia de procesos de incorporación al mercado y la producción capitalista de zonas o superficies de territorio que, o bien no eran “productivas” (bosques, selvas, etc.) o bien que la producción que se hacía en ellas no se hacía bajo la forma capitalista (por ejemplo, explotaciones comunitarias). Al respecto, los procesos de expansión de frontera bajo el modo de colonización parecen constituir una de las formas en que se produce el desarrollo del capitalismo en el campo (Iñigo Carrera 2011).

En este sentido, en el presente trabajo la idea de “tierras nuevas” se trata de una noción de carácter descriptivo que apunta a identificar algunas situaciones diferentes vinculadas a los cambios en la superficie sembrada. Por un lado, se refiere a aquellas zonas dentro de las cuales se produce un movimiento significativo de avance sobre zonas forestales. Por otro, a zonas en las que se produce una expansión significativa de la superficie sembrada entre dos períodos intercensales. Cabe aclarar, entonces, que esta idea no supone la noción de tierras “vacías”, “despobladas” o “improductivas”: en muchos casos (especialmente, en la primera de las situaciones) se encuentran diversas poblaciones preexistentes al avance sobre el monte o la superficie sembrada que producen en esas zonas.

Asimismo, la literatura actual (Salizzi, 2020; le Poulain et al 2017) marca una diferencia entre las expansiones de frontera “clásicas” y las “modernas”: las primeras se caracterizan por una forma de expansión que atrae población, protagonizada por pequeños productores, colonos o figuras productivas similares que se asientan en el territorio. En cambio, las fronteras modernas serían llevadas adelante por otro tipo de sujetos (generalmente, grandes empresas o pooles) y no “se contraponen al esquema de la frontera como sistema de asentamiento de la población, dado que está dirigido a la ampliación del área destinada a la producción de granos y a la rápida obtención de beneficios económicos”

(Salizzi 2020: 590), generando, incluso, conflictos diversos con las poblaciones previamente asentadas en estos territorios. Esta diferenciación ha llevado a ciertos autores a hablar de "fronteras de *commodities*" (le Poulain et al 2017), en la cual el cultivo sojero tiene un rol fundamental.

Desde el punto de vista empírico, el problema de la expansión reciente de la frontera agrícola en Argentina y Latinoamérica ha sido estudiado en varias de sus dimensiones con relativa profundidad por la literatura científica. Particularmente relevante es la pregunta acerca de los impactos o efectos que la expansión de la frontera ha provocado.

La discusión alrededor de estos impactos parece centrarse en algunos ejes principales. El primero de ellos se vincula a los impactos ambientales y ecológicos de dicha expansión. Existen numerosos trabajos que han tratado de aproximarse a este problema, particularmente, en relación a la expansión sojera. Al interior de las ciencias naturales, los estudios abordan los impactos que dicha expansión produce sobre el ambiente, la pérdida de nutrientes del suelo, etc. (Viglizzo y Jobbágy 2010, Mena 2007, Kaprovicas 2009, LART/FAUBA 2004, Fehlenberg et al 2017, Volante et al 2015).

Un segundo eje se centra en los cambios en las estructuras agrarias. En el caso argentino, el concepto de "pampeanización" fue acuñado para intentar conceptualizar dichos cambios. Esta noción intentaría marcar la generalización de un tipo de estructura agraria y productiva (asociada a la gran escala, a la utilización de determinados paquetes productivos, y a determinadas formas de uso del suelo y de producción) tanto en zonas de expansión de la frontera, como en zonas productivas antiguas, que comienzan a asemejarse a la estructura vigente en la región pampeana (Zarrili 2008). Así, la adopción de procesos tecnológicos intensivos en el uso de capital, los procesos de concentración de la superficie productiva bajo diversas modalidades serían constitutivas de dichas dinámicas.

A su vez, se han señalado algunas características generales de los procesos de frontera (Kröger y Nygren, 2020; Reboratti, 1990). Las mismas se caracterizan por un avance no lineal en dos sentidos. Por un lado, desde la dimensión temporal, se observan avances, ralentizaciones, retrocesos y nuevos avances en los procesos de expansión. No se trata de un movimiento constante en el tiempo, dado que las fronteras están sometidas a momentos de apertura, clausura, agotamiento y reapertura. Por otro lado, las fronteras se expanden en el territorio siguiendo un esquema de mosaico (*patchwork*). El movimiento de las fronteras en el territorio tiende a articular diferentes formas: deforestación, degradación de los bosques, cambios en el uso del suelo y en la cobertura. Un aspecto relevante, como se verá, es que este rasgo de "mosaico" aparece como una de las características de la forma que asume la expansión sojera en Argentina.

Si bien, como se ha mencionado, la soja constituye uno de los vectores de la expansión de la frontera², no obstante, es necesario destacar que ambos procesos se superponen parcialmente: no toda la expansión de frontera se da bajo la forma de expansión sojera y, viceversa, no toda la expansión sojera se da en condiciones de frontera, como las reseñadas en el apartado anterior (sustitución de actividades, adición).

Es por ello que el interés del presente trabajo reside en poder lograr una aproximación a estos *patchworks* de la expansión sojera a partir de su articulación a nivel departamental. Así, la noción de *articulación territorial*, tal y como es utilizada en este trabajo, tiene un carácter descriptivo. Si bien esta idea suele aplicarse a dimensiones vinculadas a la gestión

² En trabajos previos (Rosati 2013) se había estimado que entre 1987/88 y 2009/10, aproximadamente un 87% de la expansión de la superficie sojera total se había hecho en zonas en las que el incremento de la superficie sojera iba acompañado del descenso absoluto o relativo de otras producciones. Sin embargo, tal aproximación anterior tenía algunas deficiencias: 1) la sustitución se había estimado mediante el cálculo de medidas agregadas (tasas de variación): la relación entre la tasa de variación de la soja y la del resto de los cultivos; y 2) no era posible estimar cuántas hectáreas de otros cultivos eran reemplazadas por la soja.

pública y se refiere (en términos muy generales) a la vinculación entre diversos niveles de gobierno (nacional, provincial, municipal) y los diferentes actores que operan en dichos niveles, no es éste el uso que se le dará en el presente trabajo. Por el contrario, remite a la co-ocurrencia de las diversas formas de la expansión sojera en una unidad administrativa dada. Dado que el nivel máximo de desagregación permitido por la información censal es el departamental, ésta es la menor escala posible de observación de los procesos analizados. Así, al interior de un mismo departamento, por ejemplo, podríamos observar la existencia de procesos de deforestación, expansión de superficie sembrada y sustitución de otros cultivos por soja.

Cuestiones metodológicas: fuentes de datos y técnicas utilizadas

¿De qué forma(s) se combinan los diferentes procesos que forman parte de la expansión sojera en los departamentos del país? Como aproximación a la primera modalidad (desmonte, deforestación) se utilizó información del Monitor de Desmonte (Vallejos et al 2015)³. Se construyó la distribución de la superficie deforestada para cada departamento en el período intercensal (1987-2002). Para esto se sumó la superficie de todos los polígonos clasificados como “desmonte” para el período definido dentro del departamento.

Los procesos de cambio en el uso del suelo agrícola (en primera ocupación y con énfasis en la expansión sojera) fueron abordados utilizando información de los Censos Nacionales Agropecuarios de 1988 y 2002. A partir de las distribuciones marginales de superficie sembrada a nivel departamental se estimó un modelo de inferencia ecológica para abordar el problema del reemplazo de cultivos por soja. También fue posible, a partir de estos datos censales, incorporar información sobre aquellas zonas en las que se incrementa la superficie sembrada total.

La información censal, al mismo tiempo, permitió realizar una aproximación a la co-ocurrencia de la segunda forma de expansión sojera mencionada: el doble cultivo. Si bien el foco central estará en los procesos de expansión de la soja de primera debido a que la doble ocupación del suelo introduce un problema numérico de estimación (en muchos departamentos la doble ocupación es nula) para los modelos de inferencia ecológica utilizados, no obstante se cuantificó el peso de la soja de segunda a nivel departamental en el 2002.

Estas fuentes permitieron la mayor desagregación de la información disponible, tratando de superar las caracterizaciones demasiado localizadas y los análisis demasiado agregados.

³ “Para realizar el monitoreo de desmontes se utilizaron 50 escenas para el área de estudio [la Región Chaqueña]. Para los años previos al 2000, se analizaron tres grandes períodos: 1976-1986, 1986-1996 y 1996-1999. A partir del año 2000 se digitalizaron los desmontes con una periodicidad anual. Se utilizan imágenes con baja presencia de nubes del periodo noviembre a enero de manera de cubrir el periodo en que se realizan los desmontes que coincide con la época seca y que finaliza en los meses de octubre-noviembre.” (<http://monitoreodesmonte.com.ar/>). A partir de la información provista por las imágenes satelitales se realizó una inspección visual manual de cada una de las escenas Landsat y se detectaron y clasificaron las áreas que se observaron deforestadas. Se generó un archivo tipo shapefile (shp) que contiene polígonos que marcan el área deforestada, clasificados por año (Vallejos et al 2015). Los archivos shp se encuentran disponibles para su descarga en el sitio anteriormente mencionado.

Estimando el peso del reemplazo de la “sustitución de actividades”

Un primer paso necesario para avanzar en los objetivos planteados es lograr una primera (perfectible) estimación del llamado "efecto sustitución", es decir, la cantidad de hectáreas que han sido plantadas en una campaña t0 con otros cultivos y que en una campaña posterior t1 fueron reemplazadas por soja. Si conociéramos qué cultivo habían sido plantadas en cada momento del tiempo podríamos construir una tabla 2x2 como la siguiente

Tabla 1. Relación entre los parámetros a estimar

	Soja 2001 2002	Resto 2001 2002	Total
Soja 1987 1988	β_s^i	$1 - \beta_s^i$	$S_{87,88}^i$
Resto 1987 1988	β_r^i	$1 - \beta_r^i$	$1 - S_{87,88}^i$
Total	$S_{01,02}^i$	$1 - S_{01,02}^i$	1

La variable independiente X será la superficie sembrada total en t0 (por ejemplo, la campaña 1987/88). La variable dependiente T será la superficie sembrada total en t1 (campaña 2001/02).

β_s^i representa la proporción de hectáreas que fueron plantadas con soja en ambos momentos del tiempo, respecto al total de hectáreas en 1987/88. En cambio, β_r^i , cuantifica la proporción de superficie que habían sido plantadas con algún otro cultivo en t0 pero fueron plantadas con soja en t1. Es decir que β_r^i es el parámetro de mayor interés en este trabajo. Sería posible construir una tabla de 2x2 para cada uno de los departamentos, es decir, la unidad de agregación más pequeña disponible en la fuente analizada, en los que existe información. El subíndice i expresa este nivel de agregación⁴. El problema será estimar cuántas hectáreas fueron ocupadas por otros cultivos en t0 y fueron transformadas en soja en t1 para cada departamento. Podemos plantearlo como un problema de inferencia ecológica.

¿Es posible realizar una estimación válida de datos a nivel individual si solamente se dispone de datos agregados? Se trata de una pregunta largamente debatida tanto en las ciencias sociales como en la estadística. Este problema surge con frecuencia en los estudios electorales y las técnicas de inferencia ecológica han sido utilizadas de forma fructífera para la estimación de la composición social de fuerzas electorales, de los niveles de transición de votos, y problemas similares. Diversos métodos se han desarrollado para proveer alguna respuesta al problema⁵.

Uno de los más recientes avances en el problema es el de Gary King (1997). En el presente trabajo se usará el método de King apropiado para tablas de 2x2. La propuesta de

⁴ La mejor fuente de análisis para este tipo de análisis son las imágenes satelitales. Las mismas proveen un menor nivel de desagregación para estimar dichos valores. No obstante, dado que este trabajo intenta una primera aproximación más general a este problema, se propone un ejercicio que logre identificar áreas a nivel agregado -departamental- en las que la soja esté probablemente desplazando otras actividades. Con estas áreas localizadas, podría hacerse un uso más efectivo de las imágenes satelitales. Incluso, podría intentarse utilizar las técnicas de inferencia ecológica presentadas aquí para realizar inferencias de sustitución a nivel de pixel.

⁵ En el origen del problema, se diseñó el llamado método de los límites (Duncan and Davis 1953): la idea es poder extraer toda la información determinística de los datos para poder inferir los parámetros de ella. Goodman (1959) propone atacar el problema de la inferencia ecológica desde un marco estadístico: propone una regresión lineal.

King (1997) utiliza tanto la información proveniente del método de límites como de la regresión de Goodman para fortalecer las estimaciones de los parámetros a nivel de precintos. Luego, a partir de ambas estimaciones a nivel de precintos estima los parámetros agregados.

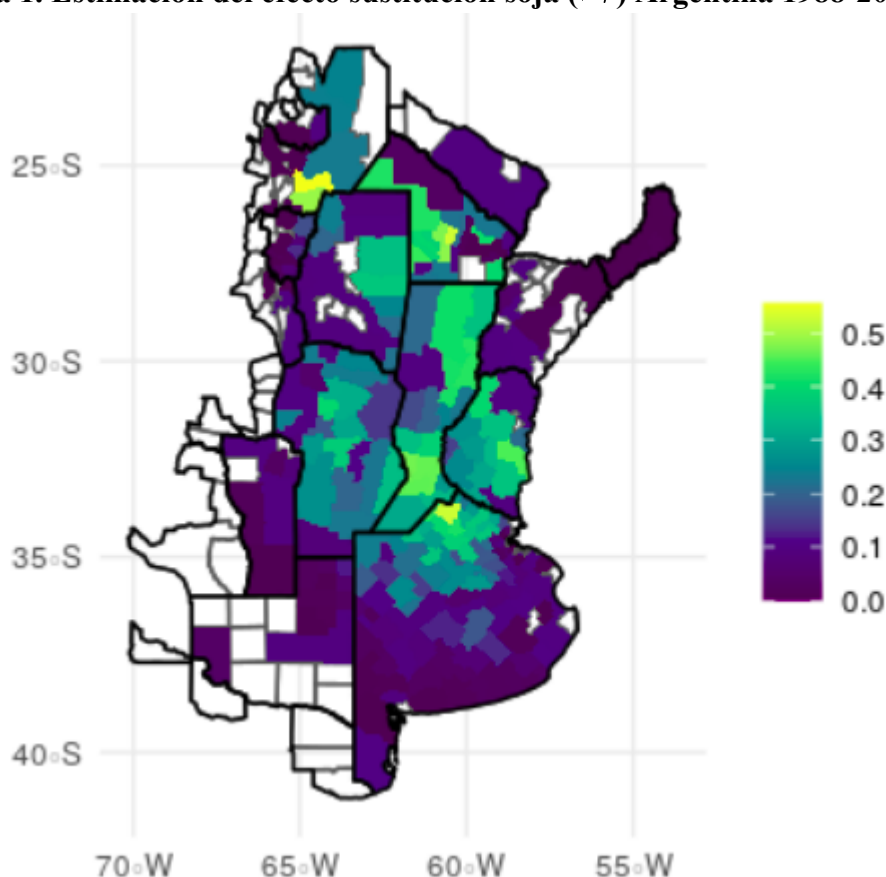
Los resultados de la aplicación del modelo son los siguientes: una estimación de las cantidades agregadas de interés, n estimaciones (donde n es la cantidad de distritos en el dataset) de los parámetros a nivel distrito y otros productos como los límites de los parámetros para cada distritos, desvíos estándar de cada parámetro estimado, etc.

Sin embargo, existen algunos supuestos que tiene el enfoque de King que es necesario explicitar. En primer lugar, asume la inexistencia de sesgos de agregación, es decir: la forma en que la data ha sido agregada (generalmente, en forma de agrupamientos administrativos como provincias o departamentos) puede causar la existencia de correlación entre los parámetros estimados y las variables independientes. En este caso, la estimación de los parámetros podría estar sesgada.

En segundo lugar, el modelo asume que no existe autocorrelación espacial. De esta forma, la distribución de los parámetros y las cantidades agregadas se asumen como aleatorias.

Finalmente, existe un tercer problema potencial: que las hipótesis acerca de la distribución de los parámetros (es decir, que los datos no provengan de una distribución normal bivariado truncada) no se cumplan. King afirma que el modelo es bastante robusto a este problema.

Mapa 1. Estimación del efecto sustitución soja (β_r^i) Argentina 1988-2002.

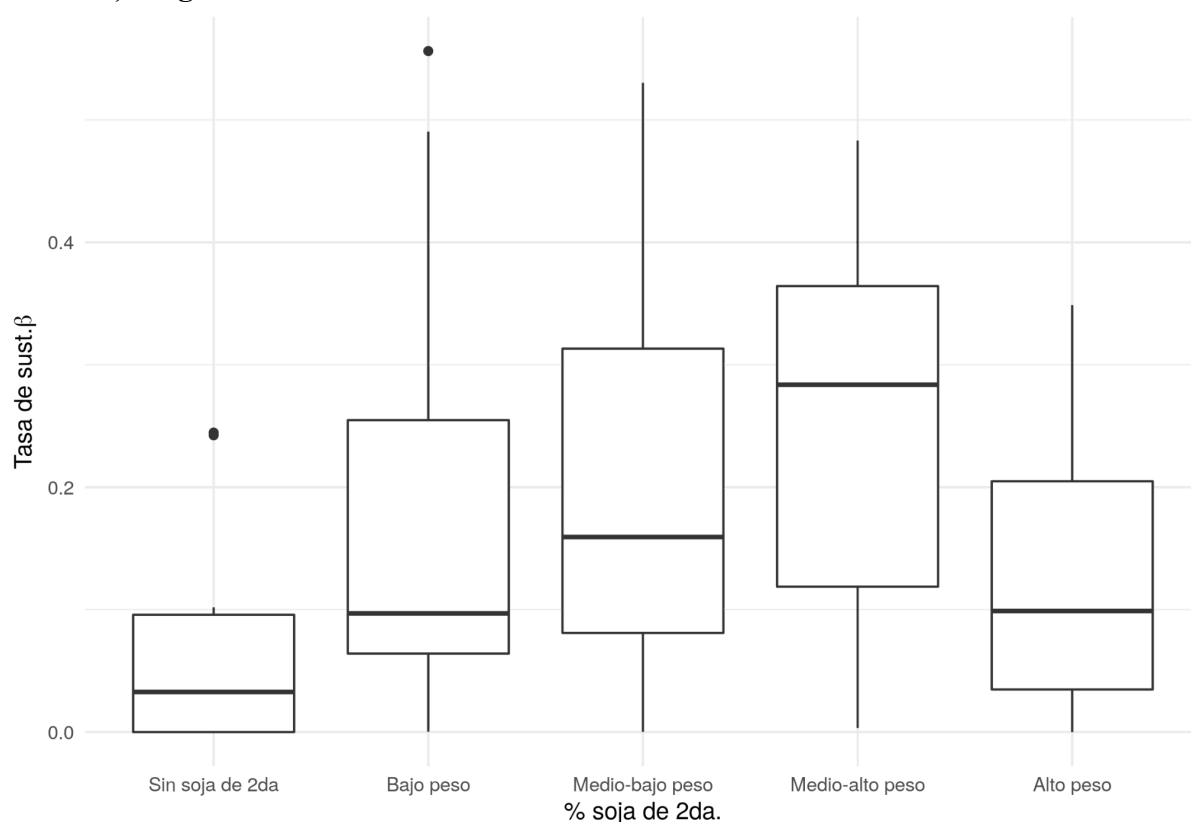


Fuente: elaboración propia sobre datos de CNA 1988 y 2002

En el mapa anterior pueden observarse los efectos de sustitución (β_s^i) para cada departamento. Se observan ciertos *hot spots* (lugares con mayores valores en el coeficiente): 1) Norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fe; 2) Centro-Oeste de Chaco, Centro-Este de Santiago del Estero y 3) Oeste de Tucumán y Este de Salta⁶.

Ahora bien, una limitación de este cálculo es que solamente toma en cuenta la soja de primera: no tiene en cuenta la posibilidad de existencia del doble cultivo. De hecho, es posible que ambos procesos coexistan en un mismo departamento. Esto es lo que se verifica al analizar la correlación entre la tasa de sustitución estimada (β_s^i) y la proporción de soja de segunda ocupación relevada por el CNA 2002: la correlación R de Pearson arroja un valor de 0.14 y la de Spearman de 0.33, es decir, valores bajos pero significativos de correlación. Esto queda más claro si se analiza el siguiente gráfico de cajas:

Gráfico 1. Efecto sustitución soja (β_r^i) según peso de soja de segunda (agrupados en cuartiles). Argentina 1988-2002.



Fuente: elaboración propia sobre datos de CNA 1988 y 2002

Puede notarse que la relación entre sustitución y peso de la soja de segunda es bastante no lineal: en aquellos departamentos en los que no existe soja de segunda, la tasa de sustitución mediana presenta niveles similares a los departamentos de alto peso. Además, la mediana sube hasta los departamentos de mediano-alto peso, pero luego desciende nuevamente. Esto parece sugerir que la relación entre ambas variables es fuertemente no lineal. ¿En qué medida coexisten ambos procesos? Es por ello que será necesario incluir como

⁶ Ahora bien, puede notarse la existencia de evidencias de un sesgo de agregación. Aquellos departamentos en los que la proporción sojera es mayor en 1988 parecen presentar intervalos para las estimaciones del efecto de conservación más grandes.

una variable en la estrategia de análisis la proporción de hectáreas de soja de segunda relevadas por el CNA 2002.

Identificando tipos de expansión entre 1988 y 2002

El siguiente paso será la identificación de las diferentes formas en que se produce la expansión sojera en los departamentos analizados. Para ello, se calculó, para cada departamento a partir de los parámetros estimados mediante el modelo de inferencia ecológica, la cantidad (y la proporción) de hectáreas que se siembra bajo cada una de las cuatro modalidades (sustitución de soja, conservación de soja, sustitución de otros cultivos y conservación de otros cultivos). A su vez, se calculó la tasa de variación de la superficie implantada entre 1988 y 2002 y, en base a la información del monitor de desmonte, la cantidad total de superficie deforestada en todo el período intercensal. Finalmente, se trabajó con los 186 departamentos que tenían una superficie sembrada con soja de primera mayor al 4% en 2002.

Dado que lo que se busca es poder identificar patrones comunes de expansión, se decidió realizar un análisis de clusters con dichas variables como inputs. El análisis de clusters busca construir grupos de objetos (en este caso departamentos) intentando que cada grupo tenga la máxima homogeneidad al interior y la máxima diferencia entre los grupos en función de las variables consideradas. (James, Witten, Hastie y Tibshirani 2017). La métrica utilizada puede ser una distancia o una similaridad. En la primera, los grupos estarán formados por objetos con distancias pequeñas entre ellos. En el segundo caso, los grupos formados contendrán objetos similares entre sí (por ejemplo, el coeficiente de correlación).

En este trabajo se utilizó el método de clustering jerárquico. La matriz de distancias fue calculada utilizando distancias de tipo Manhattan y el método de aglomeración utilizado fue el de Ward. Ahora bien, el problema habitual a la hora de trabajar con análisis de conglomerados es la selección de la cantidad de grupos o clusters a formar. Existen diversos criterios para realizar la selección de este hiperparámetro, en este trabajo se utilizó una inspección visual del dendrograma.

¿Qué características tienen los clusters conformados? Para poder caracterizar e interpretar los clusters (que se corresponden con los diferentes tipos de expansión) se calculó para cada uno un boxplot de cada una de las variables originales.

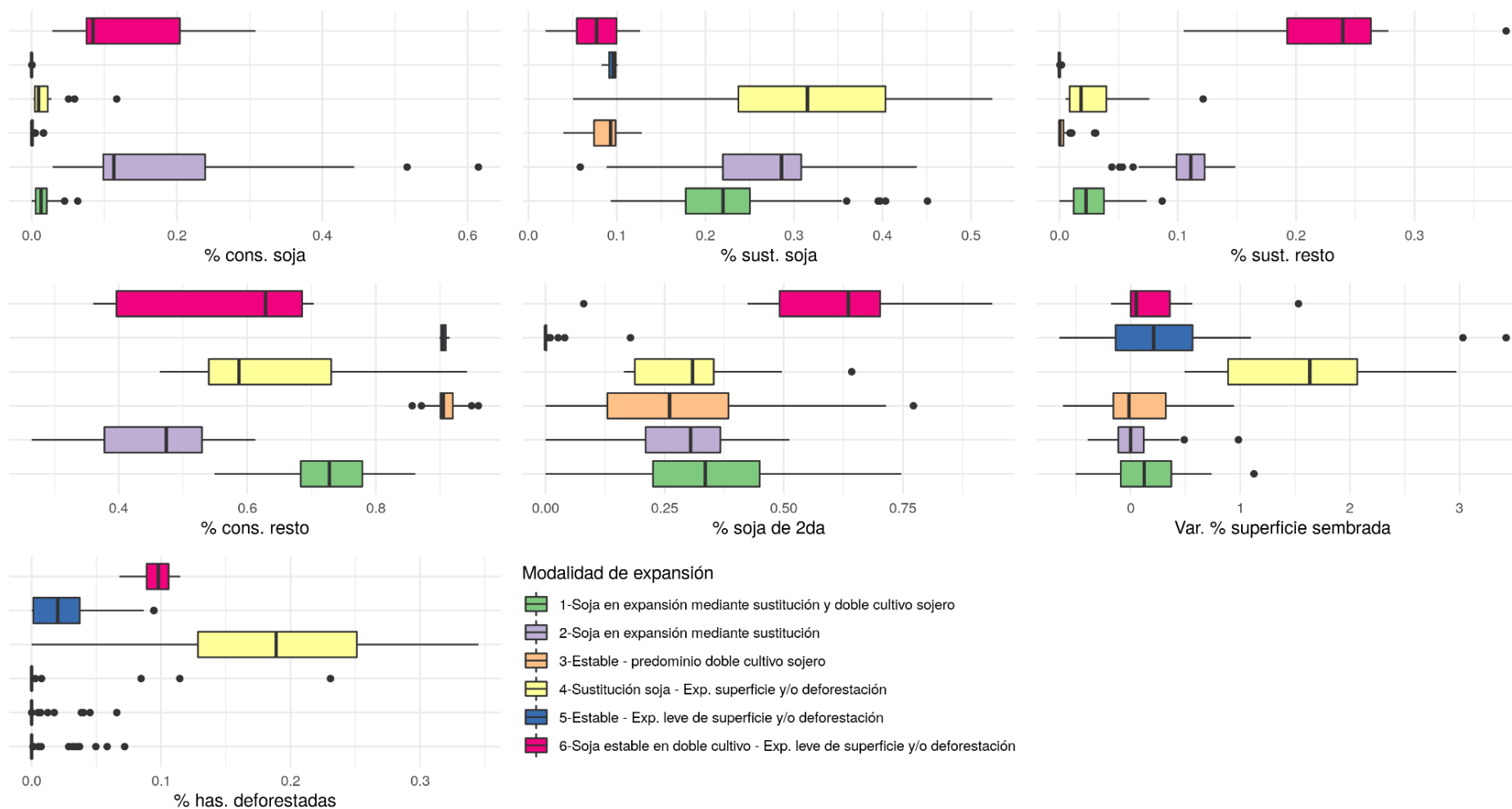
Así, se detectaron seis formas de expansión sojera a nivel departamental en Argentina:

- Tipo 1. Zonas en las que la soja se encuentra en expansión. Esta expansión se da tanto bajo la forma de sustitución como del doble cultivo sojero y cierto peso de procesos de deforestación.
- Tipo 2. Zonas en las que la soja se encuentra en expansión y en las que la misma se da predominantemente mediante sustitución de otros cultivos.
- Tipo 3. Zonas cuyos cambios en el uso del suelo son relativamente estables y en las que la soja se da en buena medida predominantemente en forma de doble cultivo.
- Tipo 4. Zonas en las que el avance sojero se da mediante la sustitución de otros cultivos. A su vez, se encuentra articulado con expansiones fuertes del área sembrada y/o de avance de la deforestación.

- Tipo 5. Zonas cuyos cambios en el uso del suelo podemos caracterizar como estable. En algunos de estos departamentos se puede observar algún peso moderado de expansión de la superficie sembrada y/o de deforestación.

- Tipo 6. Zonas en las que la superficie con soja se encuentra relativamente estable, en las que predomina el doble cultivo y en las que se observa una leve expansión de la superficie total sembrada y cierto peso de los procesos de deforestación.

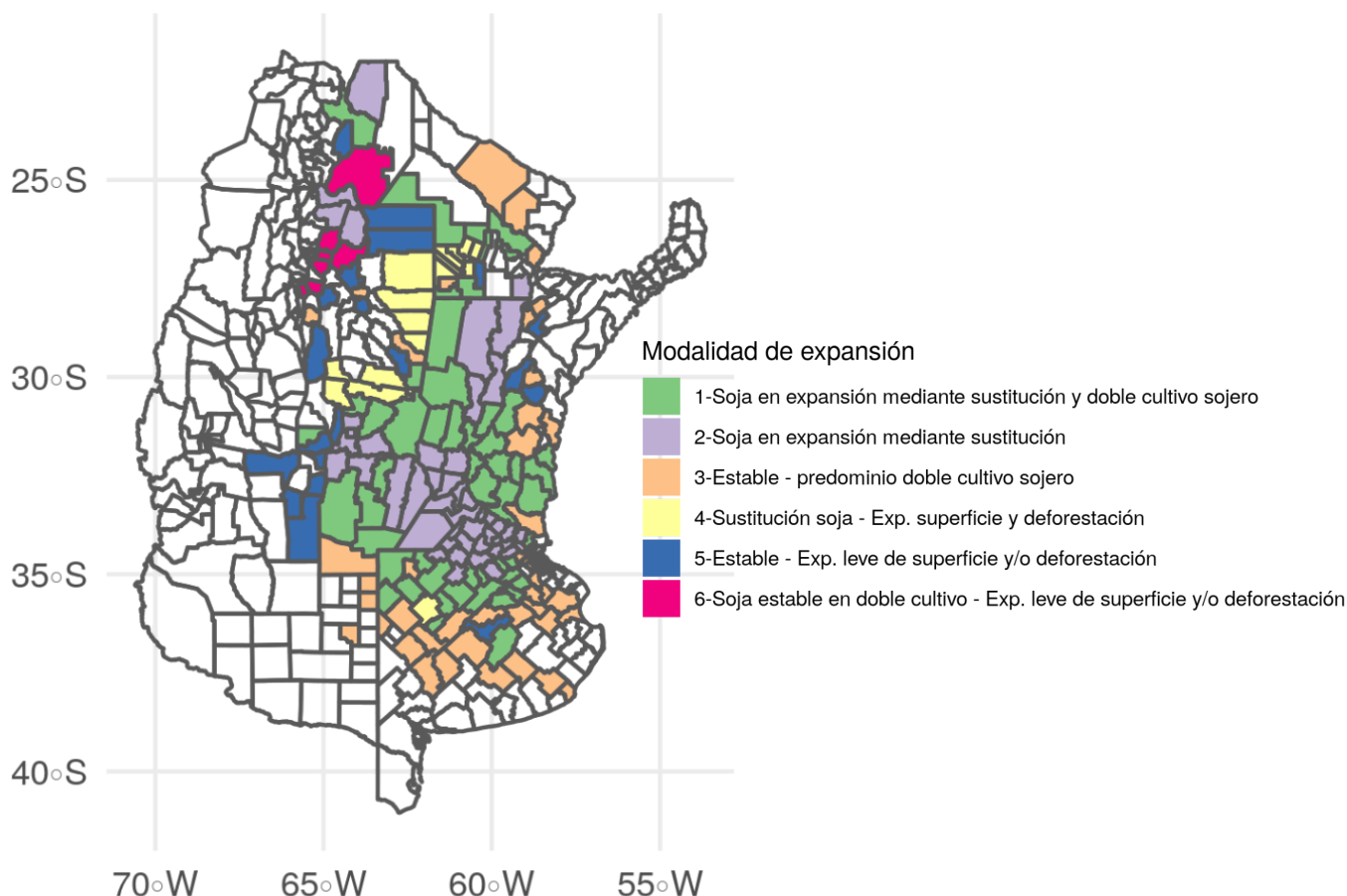
Gráfico 2. Boxplots de cada una de las variables originales según cluster identificado



Fuente: elaboración propia sobre datos de CNA 1988 y 2002 y Monitor de desmonte

La distribución geográfica de estos grupos puede observarse en el siguiente mapa.

Mapa 2. Modos de expansión de la frontera sojera, Argentina, 1988-2002.



Fuente: elaboración propia sobre datos de CNA 1988 y 2002 y Monitor de desmonte

Las modalidades en términos generales como "estables" tiene gran relevancia territorial en ciertas zonas más externas del área analizada. Así, el cluster 3 predomina en departamentos del sur de la provincia de Buenos Aires (como Balcarce, Benito Juárez, Olavarría o Chascomús), así como en el centro de Formosa (Pirané y Patino) o en ciertas zonas de Entre Ríos. En estas zonas, no se observa expansión significativa de la superficie ni procesos de deforestación fuertes y sí, en cambio, el mantenimiento de superficie sojera en doble cultivo. A su vez, el cluster 5 tiene peso en el norte y en el este de la provincia de San Luis, en algunas zonas de Catamarca, en el noroeste de Santiago del Estero (Alberdi y Copo). Este cluster se destaca por el mantenimiento de la superficie en otros cultivos (no sojeros) y por un grado leve de expansión de superficie y/o deforestación. Algo similar ocurre con el cluster 6.

Las zonas que presentan cambios en el uso del suelo con peso de expansión sojera mediante la sustitución de otros cultivos (clusters 1, 2 y 4), también presentan diferentes patrones espaciales y diferentes formas de articulación con los procesos de deforestación y de expansión de la superficie sembrada.

La llamada “zona núcleo” (norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sur de Córdoba) aparece caracterizada por cambios fuertes en el uso del suelo (especialmente, de sustitución hacia la soja e importancia de soja de segunda) pero, obviamente sin articulación con procesos de deforestación -clusters 2-. El clúster 1, por su parte, se encuentra en buena medida en la periferia del clúster 2.

A su vez, resulta relevante plantear como hipótesis a explorar que esta relación está fuertemente condicionada por la zona. Se observa una fuerte correlación espacial entre los departamentos, tal y como puede verse en el mapa 2. En los departamentos de estos grupos situados en la zona núcleo pampeana y el sur de la provincia de Buenos Aires se observa una contracción en la superficie sembrada o bien una situación de expansión cercana a cero. En cambio, en zonas como el centro de la provincia de Buenos Aires se dan valores más elevados de expansión de la superficie.

Por un lado, estos resultados parecen coincidentes con los frentes de expansión y retroceso identificados por Viglizzo et al (2010: 12). Particularmente, la presencia de zonas de estabilidad (en las que se mantiene relativamente constante la distribución de uso del suelo entre 1988 y 2002) permite, a su vez, arrojar luz sobre ciertas dinámicas de expansión que quedan oscurecidas al analizar las estadísticas a nivel agregado.

En efecto, la expansión sojera, si bien vertiginosa a nivel agregado, no tuvo un carácter homogéneo a lo largo del territorio argentino: incluso parecen existir zonas en las que el resto de los cultivos mantuvieron su peso, articulándose con soja de segunda y con otros procesos de expansión. A su vez, la relación entre la deforestación y la expansión sojera no es unívoca: en algunos de los departamentos en los que la soja se expandió a costa de otros cultivos, podemos observar articulación con procesos de deforestación; en otros, en cambio, esta combinación no es tan evidente. En departamentos como Taborda, Juan F. Ibarra o Moreno (Santiago del Estero), o incluso Río Seco (Córdoba) ambos procesos se visualizan con claridad. En cambio, hacia el norte de Santa Fe o el noroeste chaqueños, no es evidente esta correlación.

Estos diferentes tipos identificados permiten matizar fuertemente la imagen de una expansión sojera homogénea a lo largo de las diferentes zonas del país. A su vez, se observa ese rasgo de *patchwork* que Kröger y Nygren (2020) atribuyen a los movimientos de las fronteras de *commodities*. Incluso a nivel departamental pueden verse diferentes formas de expansión colindantes. Particularmente evidentes resultan estos mosaicos en las zonas de expansión de frontera propiamente dicha (el oeste de Chaco y Tucumán y este/norte de Santiago del Estero, por ejemplo), en donde se observa la articulación de cuatro formas de expansión sojera bien delimitables (clusters 1, 2, 4, 5 y 6).

Comentarios finales y nuevos problemas

En el presente trabajo se buscó abordar dos problemas para la llamada primera fase de expansión sojera reciente (1988-2002): 1) estimar cuál es el peso de la sustitución de la superficie ocupada por otros cultivos a causa del avance sojero y 2) identificar las articulaciones territoriales de la expansión de la frontera agraria (con énfasis en la expansión de la soja), intentando mapear a nivel departamental las diferentes manifestaciones de este proceso expansivo: la deforestación, la adición de cultivos (expansión de la soja de segunda) y la sustitución. Este último punto resulta relevante, en tanto en la literatura existente sobre el período el problema se abordó o bien de forma agregada (nacional o regionalmente) o bien de forma demasiado localizada. En el primer caso, la discusión parece haberse centrado más en la identificación de cuál es la modalidad predominante. Esto hizo que no se abordara con la misma intensidad la articulación, la combinación y la co-ocurrencia de dichos fenómenos (al

menos a nivel departamental). En el segundo, la mirada podía omitir procesos más generales. En ambas aproximaciones, se identificaba la necesidad de una aproximación que combinara un cierto grado de desagregación espacial y un análisis general de la expansión sojera.

En relación al primer objetivo -estimación del peso del proceso de sustitución-, fue posible detectar zonas en las que este efecto es más alto: Norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fé; Centro-Oeste de Chaco, Centro-Este de Santiago del Estero; Oeste de Tucumán y Este de Salta.

El segundo objetivo, implicó la utilización de los resultados de la estimación de sustitución, así como la combinación e integración de otras fuentes: otros datos de los censos agropecuarios y el procesamiento de la información del Monitor de Desmonte. A partir del análisis de la información mediante métodos de clustering jerárquico fue posible identificar seis tipos de expansión de la frontera sojera. La combinación de información referidas a las diversas formas de expansión (deforestación, expansión de superficie, sustitución, adición) permite analizar las articulaciones territoriales de dichas formas y cuestionar la imagen agregada de una expansión sojera homogénea territorialmente. En efecto, se observan diferentes tipos de expansión a nivel departamental y ninguno de ellos se encuentra caracterizado por un proceso único. En general, nos encontramos ante la combinación de varios de los procesos de expansión sojera. Es por eso que más allá de cuál es la modalidad predominante a nivel nacional (indicador que sería sumamente difícil de calcular en tanto la información consiste en diferentes unidades⁷⁸ y procesos de producción) en este trabajo se intentó lograr una representación desagregada de dichas formas de expansión, lo cual tiende a brindar un panorama que permite incorporar diversas modalidades y matices regionales a un proceso estructural de gran escala como es la expansión sojera. De esta forma, la expansión sojera, al igual que el resto del movimiento de la frontera agraria, parece presentar este rasgo de mosaico (*patchwork*). Un rasgo notable es que, a diferencia del planteo de Kröger y Nygren (2020), es posible detectar estos mosaicos, incluso a una resolución espacial intermedia (departamental). Es altamente probable que al comenzar con el análisis de información satelital de mayor desagregación territorial sea posible, incluso, subdividir estos mosaicos departamentales y detectar procesos más localizados.

Aún así, la existencia de algunas evidencias de sesgos de agregación en los modelos de inferencia ecológica hacen necesario intentar una mayor apertura de las diferentes clases de cultivo en la estimación. En lugar de utilizar tablas de 2x2 (soja-resto) para cada departamento, utilizar una desagregación de la categoría “resto”, quizás en términos de los requerimientos de fuerza de trabajo de cada cultivo.

Un problema que se abre es la necesidad de replicar este ejercicio con datos más recientes para detectar si existen cambios en estas modalidades de expansión. Será necesario extender el ejercicio para el período correspondiente al Censo Nacional Agropecuario de 2018, cuyos datos definitivos a nivel departamental recién se estaban publicando al momento de redactarse el presente artículo. Si bien existe un relevamiento censal agropecuario previo al de 2018, (el Censo Nacional Agropecuario de 2008), el operativo de campo se desarrolló en una coyuntura signada por el conflicto por las retenciones móviles, por lo cual parece haber presentado una serie de problemas que es necesario indagar antes de utilizar dicha fuente. También las series de estimaciones agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca son una fuente con desagregación espacial y temporal útiles para este tipo de análisis.

⁷ Por ejemplo, no resulta evidente de qué forma podría estimarse un modelo de inferencia ecológica que logre incluir a la soja de segunda, justamente, porque implica un “doble conteo” de las hectáreas de primera ocupación. Tampoco, resulta simple la incorporación de la superficie deforestada, en tanto no se tiene información sobre su destino productivo.

Al mismo tiempo, muchos estudios marcan la concomitancia entre el proceso de expansión sojera y la desaparición de las explotaciones (Martínez Dougnac, G. 2013, Rodríguez 2008). Este proceso suele ser visto como una dimensión del proceso más general de “despoblamiento rural”. No obstante, los mecanismos causales y las explicaciones de este fenómeno no resultan tan claras. Algunos enfoques atribuyen a la expansión sojera un rol fundamental: “El avance de la soja en el interior del país desplaza con violencia a campesinos de sus tierras amparados en las leyes veinteañales, y a comunidades indígenas que tienen derechos ancestrales sobre esos terrenos.” (Giarracca y Teubal 2013: 30). Otros (Azcuy Ameghino y León 2005) afirman que el proceso de desaparición de las explotaciones no se debe a la expansión sojera, sino a que “el proceso actual de agriculturización está concentrado en ese cultivo”. Es decir que su visión es más abarcadora y parecen considerarlo más un efecto del proceso de agriculturización. En ese sentido, cabe dejar planteado como un problema próximo a abordar la relación entre estos procesos y la expansión sojera. ¿Hasta qué punto pueden observarse dinámicas diferenciadas en términos de atracción y repulsión de población en zonas de expansión sojera (y su correspondiente articulación con procesos de deforestación)? ¿Pueden observarse patrones diferenciales de atracción-repulsión según las diferentes etapas que transita el proceso de expansión sojera?

A su vez, un campo de interrogantes se abre acerca de la influencia que el proceso de expansión sojera tiene sobre las estructuras agrarias en Argentina. Particularmente, en términos de la llamada “pampeanización”: ¿cuál es la importancia que los procesos de sojización tienen en la homogeneización de las diferentes estructuras agrarias y muchos de sus efectos asociados (disminución en el número de explotaciones, centralización de la producción, incremento de fracciones de rentistas, cambios en la propiedad del suelo, etc.)? ¿Qué modalidades asume en las diferentes estructuras agrarias de Argentina en este período?

Bibliografía citada

- Ackhar, Marcel; Domínguez, Ana; Díaz, Ismael y Pesce, Fernando (2011). La intensificación del uso agrícola del suelo en el litoral oeste del Uruguay en la última década. *Revista Pampa*, 7, 143-157.
- Aizen, Marcelo; Garibaldi, Lucas y Dondo, Mariana (2009). Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. *Ecología Austral*, 19, 45-54.
- Azcuy Ameghino, Eduardo y León, Carlos (2005). La sojización: contradicciones, intereses y debates”. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 23, 133-157.
- Azcuy Ameghino, Eduardo y Ortega, Lucía (2010). Sojización y expansión de la frontera agropecuaria en el NEA y NOA: transformaciones, problemas y debates. *Documentos del PIEA*, 5, 141-159.
- Borrello, José (1988). El Desplazamiento de la Frontera Agrícola en la Argentina Contemporánea. *Revista Geográfica*, 108, 5-18.
- Duncan, Otis Dudley and Beverly Davis (1953). An Alternative to Ecological Correlation. *American Sociological Review*, 18(6), 665-666.
- Fehlenberg, Verena; Baumann, Matthias; Gasparri, Nestor; Piquer-Rodríguez, Maria; Gavier-Pizarro; Gregorio y Kuemmerle, Tobias (2017). The role of soybean production as an underlying driver of deforestation in the South American Chaco. *Global Environmental Change*, 45, 24-34.
- Giarracca, Norma y Teubal, Miguel (2013). Las actividades extractivas en la Argentina. En Giarracca, Norma y Teubal, Miguel (coords.), *Actividades extractivas en expansión ¿Reprimarización de la economía argentina?* (pp. 19-44). Buenos Aires: Antropofagia.

- Goodman, Leo (1959). Some Alternatives to Ecological Correlation. *American Journal of Sociology*, 64(6), 610–624.
- Haneuse, Sebastien y Wakefield, Jonathan (2004). Ecological Inference Incorporating Spatial Dependence. En King, Gary, Rosen, Ori y Tanner, Martin (coords.), *Ecological Inference: New Methodological Strategies* (pp. 266-302). New York: Cambridge University Press.
- Iñigo Carrera, Nicolás (2011). Acerca de las políticas de distribución de la tierra mediante la colonización en el Chaco argentino. En Iñigo Carrera, Nicolás, *Génesis, formación y crisis del capitalismo en Chaco* (pp. 125-141). Salta: Editorial de la Universidad de Salta.
- James, Gareth, Witten, Daniela, Hastie, Trevor y Tibshirani, Robert (2017). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Berlín: Springer.
- King, Gary (1997). *A Solution to the Ecological Inference Problem: Reconstructing Individual Behavior from Aggregate Data*. Princeton: Princeton University Press.
- Krapovickas, Julieta (2009). *Cambio socio-ambiental en el Chaco Argentino y su relación con la expansión de soja en la década de 1990* (Tesis de Maestría), Universidad Autónoma de Barcelona.
- Kröger, Markus y Nygren, Anya (2020). Shifting frontier dynamics in Latin America. *Journal of Agrarian Change*, 20(3), 364-386. doi: <https://doi.org/10.1111/joac.12354>.
- LART/FAUBA (2004). *Patrones espaciales y temporales de la expansión de soja en Argentina. Relación con factores socio-económicos y ambientales*, Buenos Aires: Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART)/FAUBA.
- León, Carlos, Prudkin, Nora y Reboratti, Carlos (1985). El conflicto entre producción, sociedad y medio ambiente: la expansión agrícola en el sur de Salta. *Desarrollo Económico*, 25 (99), 399-420.
- Martínez Dougnac, Gabriela (2013). De los márgenes al boom. Apuntes para una historia de la sojización. En Martínez Dougnac, Gabriela (comp.), *De especie exótica a monocultivo. Estudios sobre la expansión de la soja en Argentina* (pp. 1-38), Buenos Aires: Imago Mundi.
- Mena, Carlos (2007). *Characterizing and modeling agricultural and forest trajectories in the northern ecuadorian amazon: spatial heterogeneity, socioeconomic drivers, and spatial simulations* (Tesis Doctoral) University of North Carolina. Recuperado de <https://cdr.lib.unc.edu/concern/dissertations/gx41mj94k>.
- Ortega, Lucía (2011). ¿Qué es la expansión de la frontera agropecuaria? Aproximación al caso de Chaco. *Documentos del PIEA*, 6, 87-109.
- Páez, Sergio (2016). Soja en Argentina a principios del siglo XXI: el sistema agropecuario y la competencia por el uso del suelo productivo. *Cuadernos De Economía Crítica*, 3(5), 135-169.
- le Polain de Waroux, J.; Baumann, M.; Gasparri, N.; Gavier-Pizarro, G.; Godar, J.; Kuemmerle, T.; Müller, R.; Vázquez, F.; Volante, J. y Meyfroidt, P. (2017). “Rents, Actors, and the Expansion of Commodity Frontiers in the Gran Chaco”, *Annals of the American Association of Geographers*, 204-225. doi: <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1360761>.
- Quinn, Kevin (2004). Ecological Inference in the Presence of Temporal Dependence. En King, Gary, Rosen, Ori y Tanner, Martin (coords.), *Ecological Inference: New Methodological Strategies* (pp. 207-232). New York: Cambridge University Press.
- Reboratti, Carlos (1990). Fronteras agrarias en América Latina. *GeoCrítica, Cuadernos críticos de Geografía Humana*, XV(87). Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/geo87.htm>.

- Rodríguez, Javier (2008). *Consecuencias económicas de la soja transgénica. Argentina 1996-2006*. Buenos Aires, CLACSO-Ediciones Cooperativas.
- Rosati, Germán (2013). Patrones espaciales de expansión de la frontera agrícola: la expansión sojera en Argentina (1987/88-2009/10). En Gras, Carla y Hernández, Valeria (comps.), *El agro como negocio: producción, sociedad y territorios en la globalización* (pp-97-122), Buenos Aires: Biblos.
- Salizzi, Esteban (2020). Frontera agraria. En Muzlera, José y Salomón, Alejandra (comps.), *Diccionario del Agro Iberoamericano* (pp. 585–594). Buenos Aires: TeseoPress.
- Steimbregger, Norma, Radonich, Marta y Bendini, Mónica (2003). Expansiones de frontera agrícola y transformaciones territoriales: procesos sociales diferenciales. En Bendini, Mónica y Steimbregger, Norma (comps.), *Territorios y organización social de la agricultura* (pp. 17-39). Buenos Aires, La Colmena.
- Valenzuela, Cristina (2014). Implicancias del avance de la ‘frontera’ agropecuaria en el Nordeste Argentino en las últimas dos décadas. *Estudios Socioterritoriales*, 2(16), 95-109.
- Viglizzo, Ernesto, Jobbágy, Esteban (eds.) (2010). *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*, Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Volante, José; Mosciaro, Jesús; Morales Poclava, María; Vale, Laura; Castrillo, Silvana; Sawchik, Jorge; Tiscornia, Guadalupe; Fuente, Marcel; Maldonado Ibarra, Isaac; Vega, Trujillo, Richard; Cortéz, L.; Paruelo, José (2015). Expansión agrícola en Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Chile entre 2000-2010: caracterización espacial mediante series temporales de índices de vegetación. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(2), 179-191. doi: <http://hdl.handle.net/11336/29589>.
- Trigo, Eduardo; Chudnovsky, Daniel; Cap, Eugenio y López, Andrés (2002). *Los transgénicos en la agricultura argentina: una historia con final abierto*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Vallejos, María; Volante, José Norberto; Mosciaro, Jesús; Vale, Laura; Bustamante, Laura Andrea; Paruelo, José (2015). Transformation dynamics of the natural cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976 to 2012. *Journal of Arid Environment*, 123, 3-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.11.009>.
- Zarrilli, Adrián (2008). El proceso de agriculturización en las regiones extrapampeanas argentinas: insostenibilidad y límites de un modelo de transformación. La provincia el Chaco (1980-2006). *XII Congreso de Historia Agraria*, Córdoba: Argentina.