
Diagnóstico del vínculo entre la superficie agrícola y la diversidad cultivada en la Pampa Austral, Argentina

Diagnóstico do vínculo entre a superfície agrícola e a diversidade cultivada no Pampa Austral, Argentina

Diagnosis of the link between agricultural area and cultivated diversity in the Southern Pampas, Argentina

Nahuel David Sequeira, Daiana Yael Daga y Patricia Vázquez

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Humanas
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro de Estudios Sociales de América Latina
Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina
nahulsequeira@conicet.gov.ar; daianadaga@conicet.gov.ar; patriciavazquez@conicet.gov.ar

Sequeira: <https://orcid.org/0000-0003-2206-4411>

Daga: <https://orcid.org/0000-0001-7578-8478>

Vázquez: <https://orcid.org/0000-0002-4209-4901>

Resumen

Se planteó como objetivos: a) analizar la variación de la superficie sembrada de los principales cultivos agrícolas y de la equitatividad presente en la Pampa Austral (PA), entre las campañas 1995/96 y 2020/21, y b) analizar dicha variación hacia el interior de la región entre los períodos 1995/96-2002/03 y 2002/03-2020/21 y determinar si los cambios en la superficie sembrada total (SST) fortalecieron la equitatividad o profundizaron la inequitatividad. Se sistematizaron y analizaron datos sobre la superficie sembrada con los principales cultivos agrícolas y se aplicó un índice de equitatividad. La PA manifestó un crecimiento de la SST entre 1995/96 y 2020/21, acompañado por un aumento de la equitatividad, demostrando una disminución en la brecha entre el cultivo principal y los restantes; observándose la misma tendencia en la mayoría de los partidos. Estos resultados exhibieron un incremento en la diversidad cultivada del área y conforman una primera aproximación para su análisis.

PALABRAS CLAVE: cultivos agrícolas; equitatividad; superficie sembrada total; sustentabilidad.

Resumo

Este artigo teve como objetivos: a) analisar a variação da área semeada com as principais culturas agrícolas e a equidade presente no Pampa Austral (PA), entre as safras 1995/96 e 2020/21; e b) analisar essa variação dentro da região entre os períodos 1995/96-2002/03 e 2002/03-2020/21 e determinar se as mudanças na área total semeada (TSA) fortaleceram a equidade ou aprofundaram a iniquidade. Os dados sobre a área semeada com as principais culturas agrícolas foram sistematizados e analisados, e um índice de equidade foi aplicado. O PA mostrou um aumento do TSS entre 1995/96 e 2020/21, acompanhado de um aumento na equidade, demonstrando uma diminuição na diferença entre a cultura principal e as demais culturas; e a mesma tendência foi observada na maioria dos municípios. Esses resultados mostraram um aumento na diversidade da área cultivada e oferecem uma primeira aproximação para análise.

PALAVRAS-CHAVE: culturas agrícolas; equidade; área semeada total; sustentabilidade.

Abstract

The objectives were: a) to analyze the variation in the sown area of the main agricultural crops and the evenness present in the Southern Pampas (PA) between 1995/96 and 2020/21 and b) to analyze this variation within the region between 1995/96-2002/03 and 2002/03-2020/21 and to determine whether the changes in the total sown area (SST) strengthened evenness or deepened unevenness. Data on the main agricultural crops sown area were systematized and analyzed and an evenness index was applied. PA manifested a growth in SST between 1995/96 and 2020/21, along with an increase in evenness, showing a decrease in the gap between the main crop and the remaining ones; the same trend was observed in most of the counties. These results showed an increase in the cultivated diversity of the area and represent a preliminary approximation for its analysis.

KEYWORDS: agricultural crops; evenness; sustainability; total sown area.

1. Introducción

La sustitución de la cobertura original del suelo conforma el factor más importante de la crisis global de biodiversidad (Baeza y Paruelo, 2020). Así, tanto la intensificación agrícola como la conversión de ecosistemas naturales a terrenos destinados a la agricultura se convirtieron en dos de las mayores transformaciones que profundizan la mencionada problemática ambiental (Kidane *et al.*, 2019).

En Latinoamérica, hasta inicios de la década de 1970, el modelo productivo dominante se basaba en la alternancia agrícola-ganadera (Pengue, 2001). En este marco, los ciclos agrícolas extractivos y exportadores de nutrientes eran intercalados con otros de extracción muy inferior, permitiendo restituir al suelo gran parte de la MO y la fertilidad nitrogenada (Veneciano y Frigerio, 2003). Sin embargo, desde 1980 se produjo un aumento de la agricultura con disminución de

los períodos bajo pasturas, intensificándose hacia modelos agrícolas continuos desde principios de 1990. Esto dio lugar a un proceso de agriculturización definido como el uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas en lugar de usos ganaderos o mixtos, asociado a cambios tecnológicos, intensificación ganadera y producciones orientadas al monocultivo (CEPAL, 2005).

Este proceso generó una simplificación estructural y funcional de los sistemas productivos, que aunque aumentó la productividad y rentabilidad, también acrecentó los costos ambientales, como la pérdida de diversidad biológica (FAO, 2007; Viglizzo, 2007). De esta manera, si bien la agricultura implica el reemplazo de la diversidad natural por cultivos, el paradigma simplificador de la revolución verde fomentó el desarrollo de grandes extensiones con pocas especies y variedades exitosas de alto potencial de rendimiento (Zúñiga Escobar y Sarandón, 2020), afectando también la composición de la diversidad cultivada. Consecuentemente, se ven disminuidos los servicios ecosistémicos (SE) que esta brinda (Zarrilli, 2020), tales como la regulación de plagas y enfermedades, la polinización, el ciclado de nutrientes y la provisión de hábitat y alimento para organismos benéficos (Sarandón, 2020); considerados sumamente relevantes para la producción.

La Región Pampeana Argentina no resultó ajena al citado escenario, mostrando una expansión de la superficie cultivada a expensas de tierras ocupadas por cultivos forrajeros perennes y de pastizales naturales, reemplazando la rotación agricultura / ganadería tradicional por una agricultura continua (Auer *et al.*, 2019) de baja diversidad cultivada. Hacia

el sur, puntualmente en la provincia de Buenos Aires, se observó que desde la década de 1990 hasta la campaña 2004/05 el trigo era el cultivo predominante, aunque sin manifestar una brecha amplia respecto de los cultivos restantes. A partir de allí, la soja se posicionó como cultivo principal, representando una superficie sembrada notablemente mayor (Abbona, 2020), aumentando la inequidad del área agrícola, disminuyendo así la diversidad cultivada.

Dentro de esta área, en la Pampa Austral (PA), el avance de la agricultura en detrimento de la ganadería sobre pastizales también produjo un progresivo reemplazo de estos por campos destinados a pocos cultivos anuales (Herrera y Laterra, 2011). Sin embargo, a diferencia de la provincia, esta región es más receptiva al cultivo de trigo (Viglizzo *et al.*, 2002), por lo que el avance de la soja fue mucho más lento y gradual respecto de otras zonas (Martínez, 2010), siendo caracterizada como la región más diversa de Buenos Aires (Abbona, 2020).

Ante este escenario, y considerando que desde la campaña 2015/16 se observa una disminución en la relevancia de la soja en la región (SSAGRI, 2022), se hipotetiza que la PA manifestaría valores de equitatividad relativamente estables a lo largo del tiempo y podría exhibir una leve tendencia al alza en las últimas campañas, en función de una distribución más equilibrada de los cultivos; observándose esta misma situación hacia el interior de la región, de la mano de un aumento de la superficie cultivada.

A partir de lo anterior se planteó como objetivos: a) analizar la variación de la superficie sembrada de los principales cultivos agrícolas y de la equitatividad presente en la

PA, entre las campañas 1995/96 y 2020/21, y b) analizar dicha variación hacia el interior de la región entre los períodos 1995/96-2002/03 y 2002/03-2020/21, y determinar si los cambios en la superficie sembrada total (SST) fortalecieron la equitatividad o profundizaron la inequitatividad.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La PA se destaca como una de las áreas agro-productivas mundialmente más relevantes, favorecida por suelos fértiles y factores climáticos beneficiosos (Díaz de Astarloa y Pengue, 2018). El clima es templado pampeano húmedo, con precipitaciones entre 1.200 y 700 mm, que decrecen en sentido nordeste-sudoeste (Matteucci, 2012) y temperaturas medias anuales que varían entre 20 y 14°C, disminuyendo hacia el sur.

El área comprende 21 partidos del centro sur de la provincia de Buenos Aires (unidades en las que se subdivide administrativa y territorialmente la provincia), abarcando una superficie de 82.530 km² (FIGURA 1). Se trata de

una pradera llana con suave declive al mar, la cual es atravesada por sistemas serranos (Tandilia y Ventania), que alcanzan alturas entre los 500 y 1.000 msnm. Estos ambientes serranos albergan una importante biodiversidad, hallándose aproximadamente un total de 600 especies de plantas vasculares (con numerosos endemismos), integrando el pastizal templado. Entre las principales especies nativas se encuentran los pajonales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) y las flechillas, que incluyen pastos con valor forrajero en distintas épocas del año (*Paspalum*, *Bromus*, *Festuca*, *Setaria*, *Stipa*, *Poa*, *Digitaria* y *Panicum*), (Herrera *et al.*, 2019).

Por último, cabe destacar que la expansión e intensificación agrícola provocó un deterioro del pastizal a escala local, regional y de paisaje; de la mano del aumento de la carga animal, el uso indebido de agroquímicos, la quema frecuente y el reemplazo por especies exóticas (Kacoliris *et al.*, 2013).

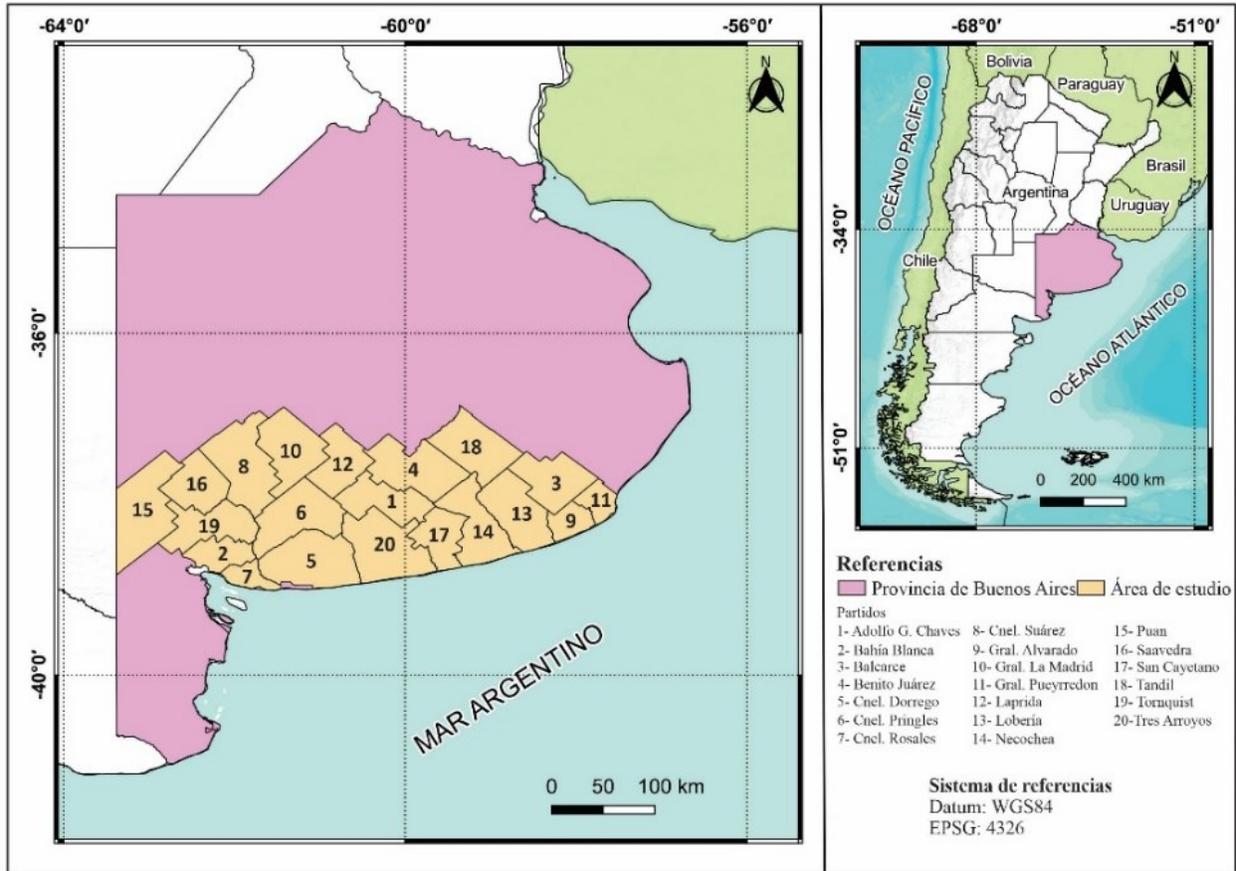


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio: Pampa Austral. Fuente: elaboración propia.

Referencias: fotografías de paisajes naturales y modificados del área de estudio, **a)** pastizal serrano del sistema de Tandilia y áreas cultivadas adyacentes; **b)** biodiversidad presente en el sistema de Ventania; **c)** pastizales en áreas llanas; **d)** cultivo de girasol; **e)** cultivo de trigo; **f)** cultivo de cebada cervicera; **g)** cultivo de maíz; **h)** cultivo de sorgo; **i)** cultivo de soja; **j)** área cultivada en sector periserrano del sistema de Tandilia

2.2 Variación de cultivos agrícolas y de la equitatividad

El análisis se efectuó a nivel de la PA y de cada uno de los partidos que la integran, excepto Monte Hermoso (sin desarrollo agrícola). Para la PA, se partió de una sistematización y análisis de datos referidos a la superficie sembrada con los principales cultivos agrícolas desarrollados en la región (cebada cervecera, girasol, maíz, soja, sorgo y trigo), para cada campaña que compone el rango 1995/96-2020/21. Dicha información se obtuvo del portal de estimaciones agrícolas de la Subsecretaría de Agricultura de la Nación (SSAGRI 2022).

Posteriormente, se prosiguió a calcular la equitatividad evidenciada en el área agrícola, entendida como indicador de la diversidad cultivada presente y estimada como el índice de Pielou, siguiendo la ecuación 1:

$$J' = H' \div \ln(S) \quad (1)$$

Donde J' es la equitatividad, definida como el grado de uniformidad en la abundancia relativa de los cultivos (superficie ocupada por cada cultivo) y varía entre 0 y 1 (valores cercanos a 0 indican predominancia de un cultivo y cercanos a 1 una mayor igualdad en la proporción ocupada por cada uno); H' es el Índice de Shannon-Wiener e indica la contribución de cada cultivo a la abundancia (es decir, la SST) alcanzada por la PA; S es la riqueza (cantidad de cultivos presentes).

El estudio hacia el interior de la PA implicó la selección de dos períodos de análisis (1995/96-2002/03 y 2002/03-2020/21), la cual se fundamentó en los siguientes supuestos: a mediados de los 90', los cultivares

transgénicos de soja aceleraron la expansión de esta oleaginosa, un cultivo de gran importancia en la matriz agrícola actual y que ha motorizado el avance de la superficie destinada a agricultura en la región. Luego, a principios del 2000, se observó una intensificación de la agriculturización, debido al incremento de la siembra directa como método de labranza. Por último, la campaña final refiere al corte temporal más actual con información oficial.

Seguidamente, para analizar la variación en la SST, se partió de la información sistematizada con anterioridad obtenida de la SSAGRI (2022), seleccionando las campañas de interés. Con posterioridad, se estimaron los cultivos principales en cada partido por campaña, puesto que la visualización de datos concernientes a la totalidad de cultivos resultaría una evaluación engorrosa. Entonces, se calculó la proporción ocupada por cada cultivo respecto de la SST y se seleccionó el principal (mayor superficie). Además, se estimó la equitatividad para cada partido en las tres campañas, siguiendo la ecuación indicada previamente, reemplazando los datos con aquellos referidos a cada partido.

Por otra parte, buscando determinar si la variación en la SST (entendida como abundancia) de cada partido fortaleció la equitatividad o profundizó la inequitatividad, se calculó el porcentaje de cambio de ambas variables por período y, en el marco de un sistema de información geográfica (QGIS 3.16.11), se clasificó cada partido en diferentes categorías, obteniendo un mapa temático. Para ello, se crearon expresiones lógicas con el analizador *Python* en un nuevo campo concerniente a la tabla de atributos de la capa vectorial del área estudiada. Las

categorías fueron: a) el aumento de la abundancia fortaleció la equitatividad; b) el aumento de la abundancia profundizó la inequitatividad; c) la disminución de la abundancia fortaleció la equitatividad; d) la disminución de la abundancia profundizó la inequitatividad.

Finalmente, se elaboraron mapas temáticos en QGIS (3.16.11) representando la distribución espacial y temporal hacia el interior de la PA de los principales cultivos agrícolas, los valores de equitatividad y la variación de esta y de la abundancia. Cada variable se clasificó en distintas categorías mediante el método de intervalos iguales, que divide la amplitud de los datos (generada por los datos extremos) en n intervalos, por lo que cada uno tendrá igual o similar amplitud (Buzai, 2013); y se estableció una única escala por variable, facilitando el análisis temporal de cada una. Particularmente, el índice de equitatividad fue clasificado en cuatro categorías: baja (0,00 a 0,25), media (0,26 a 0,50), alta (0,51 a 0,75) y muy alta (0,76 a 1,00).

3. Resultados

3.1 A nivel de Pampa Austral

En relación a la SST en la PA (FIGURA 2), se advirtió que entre las campañas 1995/96 y 2020/21 se produjo un crecimiento de 1.428.718 ha. Dentro de esta variación, se observó cierta estabilidad hasta la campaña 2007/08, donde los valores comenzaron a descender hasta 2009/10. Desde allí, se registró un incremento notable que perduró hasta 2012/13, donde volvió a estabilizarse en un valor promedio de 3.900.000 ha.

Respecto de lo sucedido con los cultivos, estos expresaron variaciones temporales

(FIGURA 2). El trigo fue el principal hasta 2010/11, momento desde el cual comenzó a descender hasta su menor valor histórico (525.829 ha) en 2012/13. A partir de allí demostró fluctuaciones y comenzó a presentar valores estables desde 2016/17, volviendo a ser el más relevante en 2020/21. Por su parte, la soja se comportó regularmente hasta 2002/03, empezando a crecer de manera más notoria y convirtiéndose en el cultivo principal en 2011/12. Si bien en 2012/13 tuvo su pico máximo (2.039.550 ha), la superficie destinada a la oleaginosa inició un declive, aunque logró mantenerse como principal hasta 2019/20.

Con relación al girasol, se constituyó como el segundo cultivo más relevante hasta 2007/08 y, desde esta campaña, el área sembrada decreció hasta su mínimo histórico (287.900 ha) en 2013/14; mostrando posteriormente una leve tendencia al alza de su superficie. En el caso de la cebada cervecera, no hubo alteraciones importantes hasta 2005/06, momento en el cual ascendió alcanzando su máximo (1.079.040 ha) en 2012/13. Desde esa campaña, el cereal empezó a evidenciar ascensos y descensos, encontrando cierto equilibrio desde 2016/17 hasta el fin del período analizado.

Por otro lado, el maíz evidenció una superficie estable hasta 2011/12. A partir de esta campaña el área sembrada exhibió una tendencia alcista, llegando a su valor más importante (590.480 ha) en 2020/21. Finalmente, el sorgo no mostró grandes modificaciones y fue el cultivo de menor importancia durante todo el período en estudio, alcanzando su máximo valor (73.550 ha) en 2016/17.

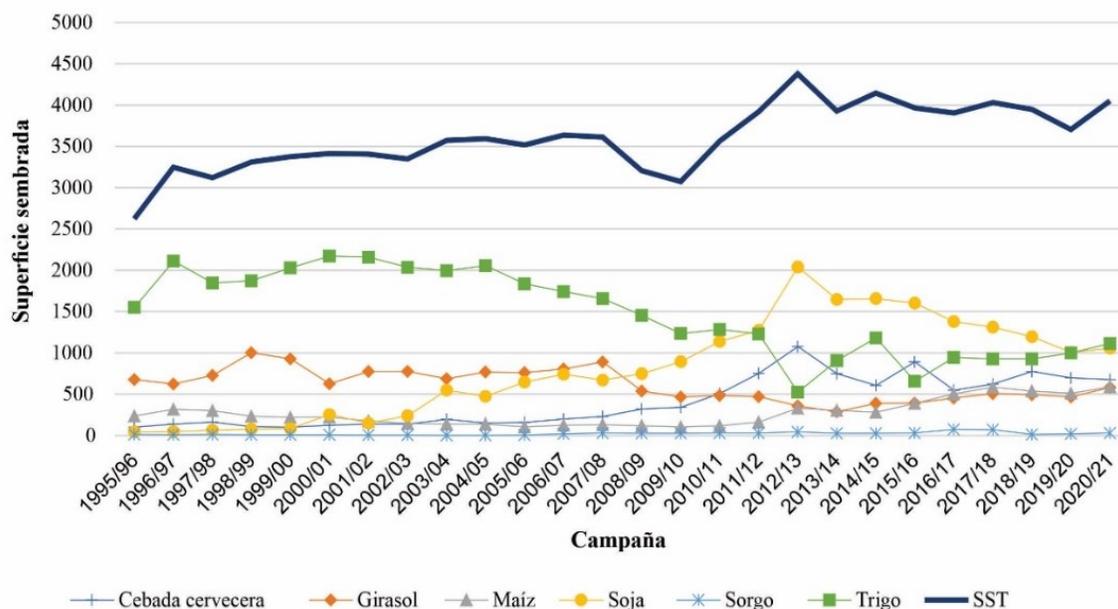


FIGURA 2. Variación de la superficie sembrada total y de cada cultivo. Fuente: elaboración propia
Referencias: superficie sembrada expresada en miles de ha; SST, superficie sembrada total

Los valores de equitatividad en la región se incrementaron con el transcurso del tiempo, pasando de 0,61 en 1995/96 a 0,89 en 2020/21 (FIGURA 3). Entre la primera campaña y 2005/06, los resultados demostraron ciertas fluctuaciones, mismo período en el cual el trigo representó más del 50% de la SST y los restantes cultivos figuraron con una superficie muy menor; particularmente el maíz, la cebada cervecera y el sorgo. Desde 2006/07, la equitatividad comenzó a crecer, acompa-

ñada del incremento en la participación relativa de la mayoría de los cultivos y del fuerte decrecimiento del trigo, hasta 2011/12. En 2012/13 volvió a disminuir, al mismo tiempo que el cultivo de soja pasó de representar aproximadamente un 32% de la superficie sembrada al 47%. A partir de allí, empezó a observarse una propensión al alza, llegando su valor más importante (0,90) en 2017/18.

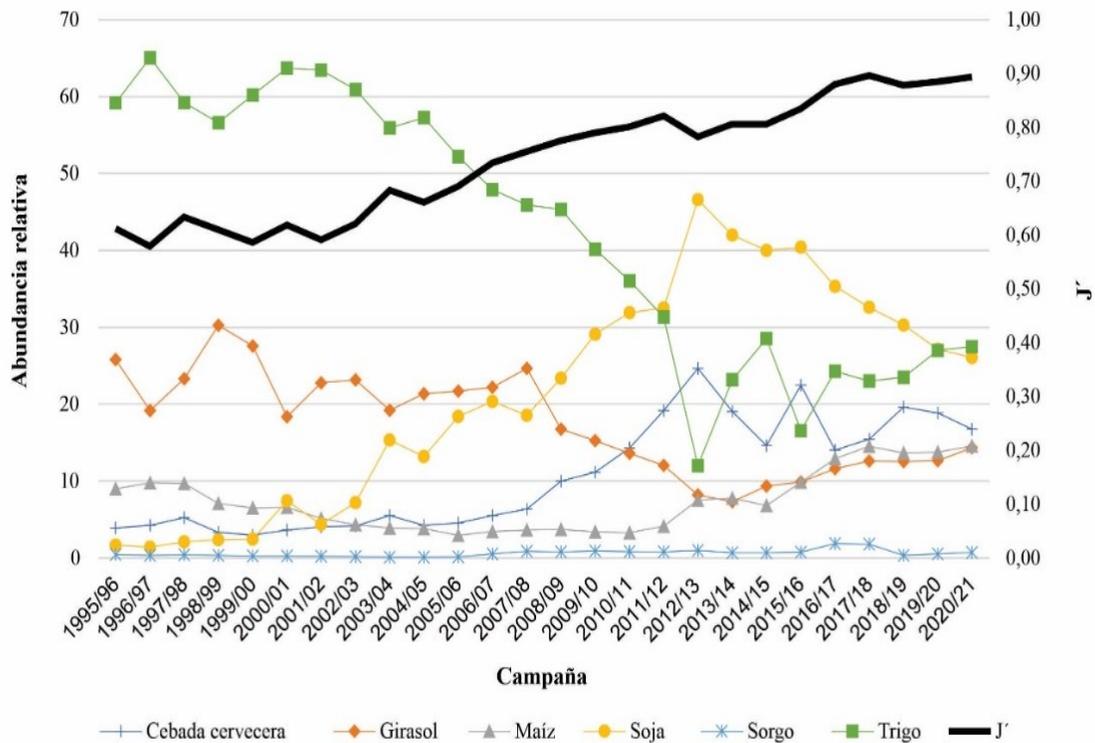


FIGURA 3. Variación de la equitatividad y la abundancia relativa de cada cultivo. Fuente: elaboración propia. Referencias: abundancia relativa expresada en %; J', equitatividad (adimensional)

3.2 A nivel de partido

Respecto de la SST, a nivel de partido (FIGURA 4), Tres Arroyos exhibió los valores más elevados para las campañas 1995/96, 2002/03 y 2020/21, superando las 350.000 ha; convirtiéndose en el partido con mayores aportes al área sembrada de la PA, representando el 13,42% en la primera, 13,51% en la segunda y 11,87% en la tercera. Contrariamente, Laprida manifestó los aportes más bajos en las dos primeras campañas, con 17.500 ha (0,67%) en 1995/96 y 27.100 ha (0,81%) en

2002/03; mientras que Bahía Blanca hizo lo propio en 2020/21, con 30.561 ha (0,75%).

En cuanto al primer período analizado (1995/96-2002/03), todos los partidos, excepto Lobería, mostraron un crecimiento de la SST. Esto se repitió en el segundo período (2002/03-2020/21) para la mayoría de los partidos, aunque Coronel Pringles, Saavedra, Tornquist, Adolfo González Chaves, Puan, Coronel Rosales y Bahía Blanca mostraron un descenso.

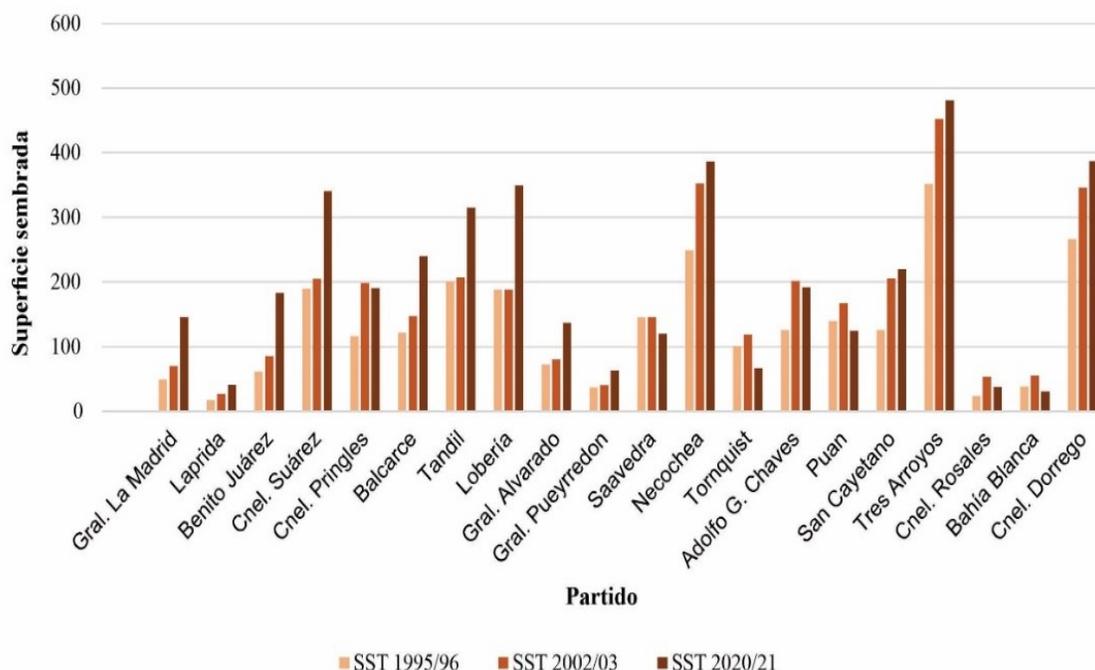


FIGURA 4. Variación de la superficie sembrada total en cada partido. Fuente: elaboración propia
Referencias: superficie sembrada expresada en miles de ha; SST, superficie sembrada total

En lo referente a los cultivos principales (FIGURA 5), la campaña 1995/96 mostró un claro predominio del trigo sobre los restantes, abarcando en muchos de los partidos más de la mitad de su SST. En dicha campaña se destacaron Tornquist y Coronel Rosales, con un 84,17 y 97,47% de sus superficies destinadas a este cereal, respectivamente.

La campaña 2002/03 manifestó un escenario similar, donde el trigo continuó siendo el cultivo preponderante, ocupando más del 50% de la SST en 19 de los 20 partidos. Tornquist volvió a sobresalir con un 88,53% de su superficie destinada al cereal, acompañado por Puan (83,93%) y Bahía Blanca (93,86%).

Por su parte, la campaña 2020/21 denotó una mayor heterogeneidad de cultivos, siendo el trigo reemplazado por la soja como cultivo principal en 11 de los 20 partidos y

por la cebada cervecera en dos. El único caso en el que alguno de los cultivos superó el 50% de la SST fue Bahía Blanca, con un 52,35% destinado al trigo.

Al analizar la variación en la proporción ocupada por el cultivo principal de cada partido (FIGURA 5), se advirtió que en el período 1995/96-2002/03 más de la mitad de los partidos (11) sufrieron modificaciones, donde cuatro descendieron de categoría, siete subieron y nueve se mantuvieron. Por el contrario, el período 2002/03-2020/21 mostró una disminución de categoría en los 20 partidos.

En vínculo con lo anterior, el cálculo de equitatividad también demostró fluctuaciones (FIGURA 5). En la campaña 1995/96, mientras la mayoría de los partidos se ubicaron en la categoría alta, cinco lo hicieron en la muy

alta (Tandil, Lobería, Balcarce, General Alvarado y General Pueyrredon) y solo uno en la baja (Coronel Rosales). Para la segunda campaña, la mitad de los partidos registraron una equitatividad alta, cuatro muy alta (Tandil, Lobería, General Alvarado y General Pueyrredon) y uno baja (Bahía Blanca). En la última campaña, todos los partidos, a excepción de

Puan, Bahía Blanca y Coronel Rosales (categoría alta), se situaron en la muy alta.

Los resultados por períodos (FIGURA 5) permitieron observar que, entre 1995/96 y 2002/03 la mayoría de los partidos (15) mantuvieron su categoría, cuatro empeoraron y solo uno mejoró. Para el segundo período, 16 partidos mejoraron y los cuatro restantes siguieron dentro de la categoría muy alta.

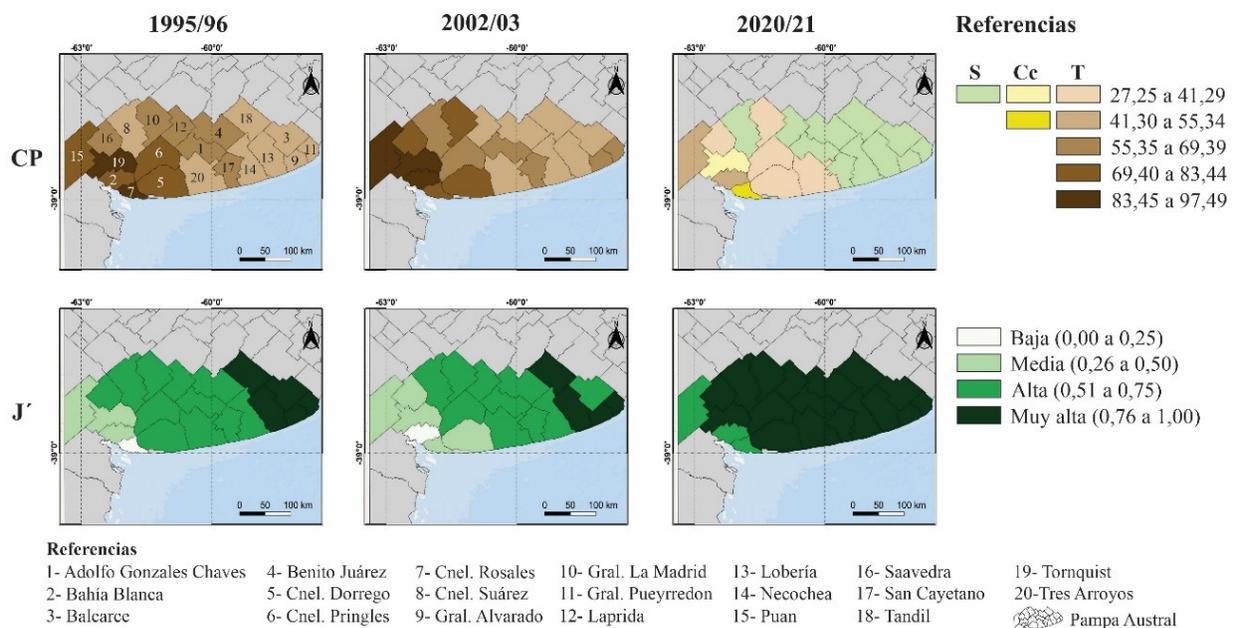
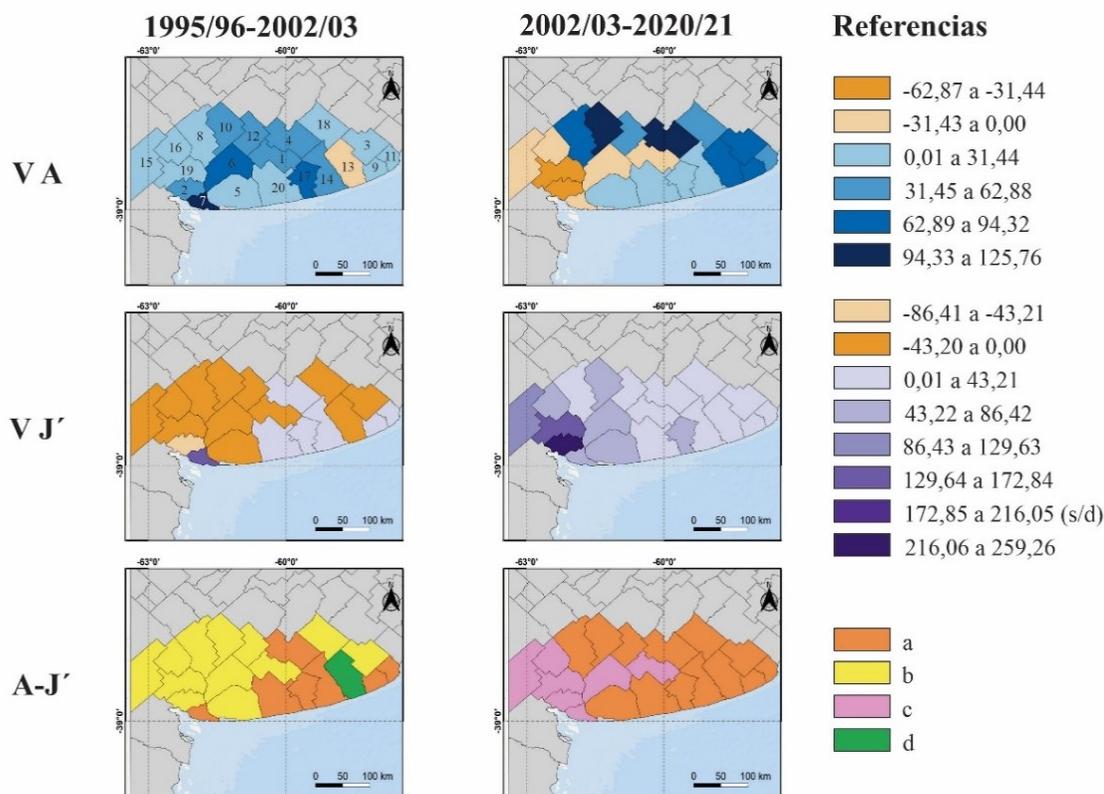


FIGURA 5. Modificación de los cultivos principales y equitatividad en cada partido. Fuente: elaboración propia. Referencias: CP, cultivo principal (en %); J', equitatividad (adimensional); S, soja; Cc, cebada cervecera; T, trigo. Fuente: elaboración personal

Por último, respecto de la relación entre la variación de la abundancia (entendida como SST) y de la equitatividad (FIGURA 6), el período 1995/96-2002/03 exhibió que en 12 de los 20 partidos el aumento de la abundancia profundizó la inequitatividad (categoría b), en 7 el aumento de la abundancia fortaleció la equitatividad (categoría a) y en solo uno la disminución de la abundancia profundizó la

inequitatividad (categoría d). A diferencia del primer período, en 2002/03-2020/21 la mayoría de los partidos (13) registraron un incremento de la abundancia que fortaleció la equitatividad (categoría a) y los restantes siete, una disminución de la abundancia que logró el mismo resultado positivo (categoría d).



Referencias

- | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------|------------------|------------------|
| 1- Adolfo Gonzales Chaves | 4- Benito Juárez | 7- Cnel. Rosales | 10- Gral. La Madrid | 13- Loberia | 16- Saavedra | 19- Tornquist |
| 2- Bahía Blanca | 5- Cnel. Dorrego | 8- Cnel. Suárez | 11- Gral. Pueyrredon | 14- Necochea | 17- San Cayetano | 20- Tres Arroyos |
| 3- Balcarce | 6- Cnel. Pringles | 9- Gral. Alvarado | 12- Laprida | 15- Puan | 18- Tandil | Pampa Austral |

FIGURA 6. Relación entre variación de la abundancia y de la equitatividad en cada partido. Fuente: elaboración propia. Referencias: V A, variación de la abundancia (en %); V J', variación de la equitatividad (en %); A-J', relación entre la variación de la abundancia y de la equitatividad

4. Discusión

En consonancia con lo ocurrido a nivel país, donde el área sembrada pasó de 19.600.000 a 38.100.000 ha entre 1993/94 y 2014/15 (Arceo, 2017), la SST de la PA muestra un incremento del 54,50% entre 1995/96-2020/21, evidenciando fluctuaciones; encontrándose

estos cambios correlacionados con las variaciones del trigo y la soja. Así, hasta 2009/10 la SST sigue la misma tendencia que el trigo. Partiendo de esa fecha, el cereal mantiene una superficie constante (hasta 2011/12), pero el aumento del área sembrada con soja es la que determina el crecimiento de la SST

desde esa campaña hasta 2012/13. A partir de ese momento, su variación está ligada principalmente a los patrones de la soja hasta 2019/20, donde nuevamente comienza a estar más relacionada a lo sucedido con el trigo.

Respecto de los cultivos restantes, cabe destacar lo sucedido con el girasol y la cebada cervecera. Considerando la oleaginosa, esta pasó de ser uno de los cultivos principales de la región a disminuir considerablemente su participación desde 2008/09, lo cual podría vincularse al importante incremento de la superficie sembrada con soja que inició en 2002/03. Este escenario coincide con lo planteado por Páez (2016), quien afirma que entre 2001 y 2014 la provincia de Buenos Aires manifiesta una notable expansión de la soja a partir del desplazamiento de otros cultivos como el girasol.

Por su parte, la cebada cervecera exhibe a partir de 2002/03 una tendencia similar a la soja y opuesta al trigo, relacionada con un incremento de la siembra directa y el doble cultivo anual cereal/oleaginosa en la región desde la mencionada campaña. Aunque inicialmente este planteo productivo estuvo representado por la secuencia trigo/soja de segunda, las restricciones aplicadas al comercio de trigo ocasionaron una importante sustitución de dicho cereal por la cebada cervecera (Andrade y Satorre, 2015).

Entre otras razones que explican este hecho, se destacan ciertas ventajas agronómicas del cultivo, como la capacidad de liberar los lotes 15 días antes respecto del trigo, permitiendo anticipar la siembra de soja de segunda y lograr mejores condiciones de humedad y disponibilidad de N para su implantación, favoreciendo el crecimiento y

rendimiento de la oleaginosa (Andrade y Satorre, 2015; Forján y Manso, 2016). Asimismo, existen beneficios comerciales, vinculados a menores derechos de exportación respecto del trigo y contactos directos entre productores y malterías (Bocchio *et al.*, 2019). De esta forma, ambos cereales compiten en términos de superficie y son elegidos según sus ventajas en cada momento.

En términos de participación relativa de cada cultivo en la SST, como fue mencionado, trigo y soja se destacan del resto. Sin embargo, la representatividad de cada uno se fue modificando con el tiempo, influyendo también en la equitatividad. Así, el trigo ocupa más del 50% de la SST hasta 2005/06 (superando el 60% en algunas campañas) y exhibe una clara brecha con el cultivo inmediatamente inferior en términos superficiales (girasol), que se encuentra por debajo del 30% en casi todas las campañas. Esto se traduce en los valores de equitatividad más bajos durante el período de estudio y, por ende, en una escasa diversidad cultivada, que podría aminorar la provisión de SE necesarios para la producción (Zarrilli, 2020).

Si bien la proporción ocupada por el cultivo principal fue declinando en el tiempo, pasando a abarcar un 36% en 2010/11, se evidencia un quiebre a partir del surgimiento de la soja como cultivo predominante en 2011/12, posicionándose por encima del 40% en campañas posteriores (con tendencia a la baja). Esto se vincula con la especialización de la producción hacia pocos cultivos denominados *commodities*, que desarrollaron los grandes países exportadores de granos, como es la Argentina (Aguiar *et al.*, 2020). De todas formas, la equitatividad en el área estudiada se muestra en crecimiento,

puesto que los restantes cultivos comienzan a denotar un aporte más importante.

Esta situación no resulta idéntica a lo ocurrido para la provincia de Buenos Aires, según un estudio realizado por Abbona (2020) entre las campañas 1990/91-2014/15. Aunque el autor también resalta la relevancia del trigo, indica que este fue preponderante hasta 2004/05, mientras que a partir de 2005/06 la soja comenzó a destacarse. En cambio, en la PA el reemplazo del trigo por la soja surgió recién en la campaña 2011/12; escenario explicado por la tradición triguera de la zona (Viglizzo *et al.*, 2002; Martínez, 2010). Sumado a ello, el autor plantea que desde que la soja ocupa este destacado rol, la brecha con los cultivos restantes fue en ascenso, lo cual implicaría un incremento de la inequitatividad y no una equitatividad superior, como se observó en este trabajo.

Por otro lado, Bocchio *et al.*, (2019) efectuaron un estudio semejante al aquí expuesto para cuatro partidos del centro de la provincia de Buenos Aires (dos de ellos analizados en la presente investigación), para el período 1995/96-2015/16. Según los resultados, observaron una situación similar a la de Abbona (2020) respecto del momento de la sustitución de la soja por el trigo y el aumento de la brecha entre la oleaginosa y los demás cultivos, representando cerca del 50 % del área sembrada en las campañas más recientes.

Asimismo, los autores analizaron la variación de la equitatividad y expusieron que se alcanzaron valores relativamente elevados (entre 0,76 y 0,86). Pese a que estos son semejantes a los encontrados en el presente estudio, se observó una cierta estabilidad desde 1995/96 hasta 2008/09, aun cuando la

soja hubiera reemplazado al trigo y no una tendencia al alza de forma continuada. Los autores explicaron que estos cultivos se sustituyeron mutuamente demostrando una escasa variación del grado de dominancia, exhibiendo una situación opuesta a la encontrada en este trabajo.

La estabilidad se quebró cuando la superficie sembrada con soja ascendió abruptamente desde 2009/10 hasta 2012/13, bajando la equitatividad, coincidiendo con Abbona (2020). A partir de allí y hasta el final del período, la equitatividad creció en función de las tendencias hacia la disminución en la relevancia de la soja en la región (SSAGRI, 2022), lo cual también se pudo comprobar en la investigación aquí presentada.

A nivel de partidos, se observa una propensión similar a la de la PA. Partiendo del análisis de la variación de la superficie sembrada, la mayoría exhibe un aumento en ambos períodos abordados, siguiendo la tendencia señalada para algunos de los partidos (Balcarce, Benito Juárez, General La Madrid, General Pueyrredon, Laprida, Necochea, Tandil y Tres Arroyos) en años similares de estudio (Recavarren, 2016; Auer *et al.*, 2019; Sequeira *et al.*, 2019; Vázquez *et al.*, 2019; Somoza *et al.*, 2021; Sequeira y Vázquez, 2022).

Respecto de aquellos que manifiestan un descenso de la SST, esto podría explicarse, en la mayoría de los casos, por su perfil productivo mixto con preponderancia ganadera-agrícola (Mikkelsen, 2005). Si bien en ciertas campañas el área para agricultura puede ser mayor, las variaciones en los precios del ganado y los granos generan fluctuaciones que pueden derivar en incrementos de la superficie ganadera.

En cuanto a la contribución de los partidos a la SST de la PA, Tres Arroyos presenta los mayores valores para las tres campañas, debido a su matriz agroproductiva predominantemente agrícola y su tradición triguera (Mikkelsen, 2013). Como se mencionó, el trigo fue uno de los cultivos más relevantes de la región, como así también para cada partido analizado en 1995/96, 2002/03 y para buena parte de ellos en 2020/21; por lo que, una matriz caracterizada por la preponderancia de este cereal, sumada a la amplia superficie agrícola, contribuye fuertemente al área sembrada total. Por el contrario, Laprida es el partido que menos aporta a la SST en las dos primeras campañas y Bahía Blanca hizo lo propio en la tercera, situación derivada de su predominancia ganadera (Sequeira *et al.*, 2021).

Puntualizando en la variación de la equitatividad, la situación de los partidos también refleja lo sucedido en la PA. Considerando las dos primeras campañas, aunque en algunos se observan fluctuaciones, generalmente se evidencia cierta estabilidad, con valores de entre 0,51 y 0,75 para gran parte de ellos. En la última campaña, existe una mejora en consonancia con lo ocurrido en la región, donde la mayoría de los partidos demuestran una equitatividad de entre 0,75 y 1,00. De manera general, existe un estrecho vínculo entre los valores de equitatividad obtenidos y la proporción ocupada por el cultivo principal. Así, mientras buena parte de los partidos que exhiben cultivos con bajo nivel de predominancia muestran equitatividades elevadas, aquellos con cultivos que representan una elevada porción de la SST indican valores menores.

Por último, en vista del avance del proceso de agriculturización en la región, resulta

relevante indagar acerca del nexo entre la variación de la abundancia y la equitatividad. Los resultados demuestran que en el primer período casi la totalidad de los partidos registran un aumento de la abundancia, pero implicando una profundización en la distribución inequitativa de los cultivos en muchos casos. Esto puede explicarse por lo indicado en el párrafo anterior, entendiendo que el primer período se caracteriza por la predominancia del trigo en proporciones elevadas.

Respecto del segundo, la abundancia vuelve a incrementarse en casi todos los partidos, aunque los valores muestran un fortalecimiento de la equitatividad. Asimismo, en aquellos donde la abundancia no aumentó, también puede observarse una mejora en la equitatividad. Como posible respuesta, puede remarcarse la tendencia hacia una mayor diversidad de cultivos, acompañada por una disminución en la participación del trigo y la soja y un crecimiento en la importancia de los cultivos restantes.

5. Conclusiones

Los resultados alcanzados comprueban la hipótesis planteada puesto que, tanto la PA en general como los partidos que la componen, exhiben valores de equitatividad que presentan ciertas fluctuaciones, pero sin dejar de mostrar una cierta estabilidad. Si bien durante las primeras campañas se registran los menores valores de equitatividad, derivados de la presencia de un cultivo principal ampliamente dominante, las campañas más recientes revelan una clara mejoría, acompañada de una mayor participación de otros cultivos y de la mano de un aumento de la SST.

Finalmente, el análisis de la cantidad de cultivos y la superficie destinada a cada uno de ellos permiten efectuar un primer diagnóstico acerca de la diversidad cultivada. No obstante, sería necesario profundizar la investigación abordando otros componentes que aportan a la sustentabilidad de los

agroecosistemas, tales como la diversidad espacial (asociaciones de cultivos o policultivos) y temporal (planificación de rotaciones), la implementación de cultivos de cobertura y la implantación de cercos vivos o bandas florales, entre otros.

6. Referencias citadas

- ABBONA, E. 2020. "La biodiversidad y los nutrientes en la agricultura y la alimentación". En: S. J. SARANDÓN (coord.), *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*, pp. 52-69. EDULP. La Plata, Argentina.
- AGUIAR, S.; TEXEIRA, M.; GARIBALDI, L. A. & E. G. JOBBÁGY. 2020. "Global changes in crop diversity: Trade rather than production enriches supply". *Global Food Security*, 26(100385).
- ANDRADE, J. F. & E. H. SATORRE. 2015. "Single and double crop systems in the Argentine Pampas: Environmental determinants of annual grain yield". *Field Crops Research*, 177: 137-147.
- ARCEO, N. 2017. "Más de dos décadas de expansión de la producción cerealera y oleaginosa en la Argentina". *Realidad Económica*, 305: 64-91.
- AUER, A.; MACEIRA, N. y C. MIKKELSEN. 2019. "El proceso de agriculturización en territorios con diferente matriz ecológico-productiva. El caso de la cuenca Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, Argentina". *Revista de Geografía Norte Grande*, (72): 27-53.
- BAEZA, S. & J. M. PARUELO. 2020. "Land use/land cover change (2000-2014) in the Rio de la Plata grasslands: an analysis based on MODIS NDVI time series". *Remote Sensing*, 12(3).
- BOCCHIO, V.; REQUESENS, E. y S. MESTELAN. 2019. "Tendencias y equitatividad de los principales cultivos extensivos en el centro de la provincia de Buenos Aires". *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 45(2): 196-203.
- BUZAI, G. D. 2013. "Cartografía Temática". En: G. D. BUZAI (Ed.), *Sistemas de Información Geográfica (SIG): teoría y aplicación*, pp. 33-50. UNL. Buenos Aires, Argentina.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (CEPAL). 2005. *Análisis sistémico de la agriculturización en la Pampa Húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de*

conocimiento e integración de políticas. Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.

- DÍAZ DE ASTARLOA, D. & W. PENGUE. 2018. "Nutrients metabolism of agricultural production in Argentina: NPK input and output flows from 1961 to 2015". *Ecological Economics*, 147: 74-83.
- FORJAN, H. y L. MANSO. 2016. "La secuencia de cultivos". En: H. FORJAN y L. MANSO (Eds.), *Rotaciones y secuencias de cultivos en la región mixta cerealera del centro-sur bonaerense. 30 años de experiencias*, pp.19-26. INTA Ediciones. Buenos Aires, Argentina.
- HERRERA, L. P. & P. LATERRA. 2011. "Relative influence of size, connectivity and disturbance history on plant species richness and assemblages in fragmented grasslands". *Applied Vegetation Science*, 14(2): 181-188.
- HERRERA, L.; MONTTI, L.; SABATINO, M. y M. DE RITO. 2019. "El paisaje serrano de Tandilia: un tesoro geológico, ecológico y cultural". *Ciencia Hoy*, 28(163): 44-50.
- KACOLIRIS, F. P.; BERKUNSKY, I.; VELASCO, M. A. y A. CORTELEZZI. 2013. *Pastizales serranos del sistema de Tandilia*. Neotropical Grasslands Conservancy. Tandil, Argentina.
- KIDANE, M.; BEZIE, A.; KESETE, N. & T. TOLESSA. 2019. "The impact of land use and land cover (LULC) dynamics on soil erosion and sediment yield in Ethiopia". *Heliyon*, 5(12).
- MARTÍNEZ, F. F. 2010. "Crónica de la soja en la región pampeana argentina". *Para Mejorar la Producción*, (45): 141-146.
- MATTEUCCI, S. 2012. "Ecorregión pampa". En: J. MORELLO; S. MATTEUCCI; A. RODRÍGUEZ y M. SILVA (Eds.), *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, pp. 391-445. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Buenos Aires, Argentina.
- MIKKELSEN, C. 2013. "Debatiendo lo rural y la ruralidad: un aporte desde el sudeste de la provincia de Buenos Aires; el caso del partido de Tres Arroyos". *Cuadernos de geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2): 235-256.
- MIKKELSEN, C. 2005. "Innovaciones tecnológicas productivas agrarias en el partido de San Cayetano: implicancias en la sostenibilidad del suelo". *Mundo agrario*, 5(10).
- ORGANIZACION DE LAS NACIONALES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION y LA AGRICULTURA (FAO). 2007. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. FAO. Roma, Italia.
- PÁEZ, S. M. 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.

- PENGUE, W. 2001. "Impactos de la expansión de la soja en la Argentina. Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: Un modelo para armar". *Biodiversidad*, 29: 7-14.
- RECAVARREN, P. 2016. *La producción agropecuaria en Olavarría, Benito Juárez, Laprida y Gral. La Madrid: evolución y desafíos a futuro*. Ediciones INTA. Balcarce, Argentina.
- SARANDÓN, S. J. 2020. "Agrobiodiversidad, su rol en una agricultura sustentable". En: S. J. SARANDÓN (coord.), *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*, pp. 13-36. EDULP. La Plata, Argentina.
- SEQUEIRA, N. D.; DAGA, D. Y. y P. VAZQUEZ. 2021. Pampa Austral: Variación Temporal de la Conservación de la Biodiversidad y la Predominancia Agroproductiva. *II Congreso Argentino de Agroecología*. Resistencia, Argentina. (13-15 de octubre).
- SEQUEIRA, N. D.; VAZQUEZ, P. y M. SACIDO. 2019. "Erosión hídrica y su relación con el avance de la agricultura en el sudeste bonaerense, Argentina. El caso del partido de Benito Juárez durante las campañas 1989/90, 2002/03 y 2014/15". *Papeles de Geografía*, (65): 106-120.
- SEQUEIRA, N. D. y P. VAZQUEZ. 2022. "Impacto de la erosión hídrica sobre la rentabilidad de los productores agrícolas en el partido de Tres Arroyos, Región Pampeana Austral, Argentina". *Revista Geográfica de América Central*, 68: 383-412.
- SOMOZA, A.; VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L. y M. SACIDO. 2021. "Cambios de usos del suelo en el partido de Tandil (1989-2019), según sistemas ecológico-paisajísticos". *Revista de Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(19): 1-19.
- SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN (SSAGRI). 2022. Portal de estimaciones agrícolas de la Nación Argentina. Disponible en: <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>.
- VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L.; SEQUEIRA, N. D. y D. Y. DAGA. 2019. "Expansión agrícola y potenciales implicancias sobre los servicios ecosistémicos en los paisajes del partido de Necochea, Buenos Aires, Argentina". *ACTA Geográfica*, 13(31): 171-196.
- VENECIANO, J. H. y K. FRIGERIO. 2003. "Exportación de macronutrientes en sistemas extensivos de San Luis". *INPOFOS. Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 17: 17-22.
- VIGLIZZO, E.; PORDOMINGO, A.; CASTRO, M. y F. LÉRTORA. 2002. "La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana ¿oportunidad o pesadilla?" *Ciencia Hoy*, 12(68): 38-51.
- VIGLIZZO, E. 2007. "Desafíos y oportunidades de la expansión agrícola en Argentina". En: U. MARTÍNEZ ORTIZ (Ed.), *Producción agropecuaria y medio ambiente. Propuestas*

compartidas para su sustentabilidad, pp. 12-42. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.

ZARRILLI, A. G. 2020. "La naturaleza puesta en jaque: La expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto socio-Ambiental (1980-2017)". *HALAC-Historia Ambiental, Latinoamericana y Caribeña*, 10(1): 125-149.

ZÚÑIGA ESCOBAR, M. y S. J. Sarandón. 2020. "Nutrición y Biodiversidad". En: S. J. SARANDÓN (coord.), *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*, pp. 383-405. EDULP. La Plata, Argentina.

Lugar y fecha de finalización del artículo: Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina; febrero, 2023